



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

COMUNIDADES DE HELMINTOS DE *Lithobates montezumae* (ANURA:
RANIDAE) DE
SAN PEDRO TLALTIZAPÁN, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A
P R E S E N T A:

DIANA BERENICE ADÁN TORRES



DIRECTORA DE TESIS:
DRA. ROSARIO MATA LÓPEZ
Ciudad Universitaria, D.F.
2015



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.

Datos del jurado

1. Datos de la alumna

Adán Torres Diana Berenice (bere.ada23@gmail.com)
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
306146651

2. Datos del tutor.

Dra. Rosario Mata López (rmatalopez@ciencias.unam.mx)
Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM

3. Datos sinodal 1

Dr. Adrián Nieto Montes de Oca (anietomontesdeoca@me.com)
Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM

4. Datos sinodal 2

Dra. Virginia León Règagnon (vleon@ib.unam.mx)
Estación de Biología Chamela, Sede Colima,
Instituto de Biología, UNAM

5. Datos sinodal 3

M. en C. Luis García Prieto (luis.garcia@ib.unam.mx)
Colección Nacional de Helmintos (CNHE),
Instituto de Biología, UNAM

6. Datos sinodal 4

M. en C. Isabel Cristina Cañeda Guzmán (nkris12@gmail.com)
Unidad de Investigación en Medicina Experimental,
Facultad de Medicina, UNAM

7. Datos del trabajo escrito

Comunidades de helmintos de *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) de San Pedro
Tlaltzapán, estado de México, México.
80 pp.
2015

***A mis padres,
a mi mamá Mary y
a mis hermanos,
por brindarme
su cariño, confianza,
comprensión
y apoyo***

Hoy el cielo llora
mañana la luna sangra
en la tierra 43 semillas crecen
serán el sol
de la justicia.
Elena Poniatowska

Agradecimientos

A la UNAM, por ser mi *alma mater*, mi casa desde hace más de cinco años y por brindarme la oportunidad de estudiar en la mejor Universidad de nuestro país.

I ♥ UNAM

A la Facultad de Ciencias por la oportunidad de pertenecer a ella, a mis profesores de la licenciatura, por enseñarme a amar la biología, por demostrar que la educación es de calidad en nuestra querida universidad y sobre todo por mostrarme el apasionante y maravilloso mundo de la ciencia.

A la Dra. Rosario Mata López por el apoyo, y la paciencia que mostraste durante la realización de esta tesis. Gracias por proporcionarme el material y las herramientas necesarias para su elaboración; por resolver mis dudas, por las clases de ecología de parásitos y sobre todo por depositar tu confianza en mí y por brindarme la oportunidad de desarrollarme académica y personalmente.

Al Dr. Adrián Nieto Montes de Oca, a la Dr. Virginia León Règagnon, al M. en C. Luis García y a la M. en C. Cristina Cañeda Guzmán por aceptar formar parte del sínodo, por su disponibilidad, apoyo y por sus valiosos comentarios y sugerencias que permitieron mejorar este trabajo. ¡Muchas gracias!

Al M. en C. Luis García Prieto por las correcciones, sugerencias y comentarios hacia mi tesis, por las clases de ecología donde puede resolver mis dudas y enriquecer y mejorar este trabajo. ¡Gracias!

Al Dr. Adrián Nieto por formar parte del sínodo, por sus correcciones y comentarios acerca de este trabajo.

A la Dra. Virginia León Règagnon, por formar parte del jurado y por la revisión de está tesis.

A la M. en C. Cristina Cañeda por sus comentarios, sugerencias y correcciones realizadas a mi trabajo de tesis. ¡Gracias! por compartirme tus experiencias y conocimientos como parasitóloga durante las clases de Parasitología general.

A la M. en C. Berenit Mendoza por las microfotografías de Microscopia Electronica de Barrido.

Al proyecto PAPIIT IN220113 “Biodiversidad de metazoarios parásitos de mamíferos silvestres, pequeños y medianos en regiones prioritarias terrestres del sur de la República Mexicana” bajo la dirección de la Dra. Rosario Mata López, por el financiamiento de las salidas de recolecta y por la beca de término de estudios recibida.

A mis compañeros del Cubis (Uriel y Sara) por el tiempo y las experiencias que hemos compartido, por su apoyo, por resolver mis dudas, por sus comentarios y sugerencias acerca de este proyecto, pero sobre todo por su amistad. ¡¡¡Gracias!!!

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	4
Biología del Hospedero	15
Justificación	17
Objetivos	17
Material y Método	
Área de estudio	18
Colecta de hospederos y examen helmintológico	19
Análisis ecológico	20
Resultados	
Registro helmintológico	23
Curva de acumulación de especies	24
Digenea	
<i>Glythelmins quieta</i>	25
<i>Renifer</i> sp	32
<i>Haematoloechus complexus</i>	37
Nematoda	
<i>Falcaustra mexicana</i>	43
<i>Spiroxys</i> sp	51
<i>Foleyellides striatus</i>	56
Análisis ecológico	
Caracterización de las infecciones	60
Infracomunidades	61
Comunidad componente	62
Discusión general	62
Conclusiones	69
Literatura citada	70

Adán-Torres, D.B. 2015. Comunidades de helmintos de *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) de San Pedro Tlaltizapán, estado de México, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 80 pp.

RESUMEN

México ocupa el quinto lugar en riqueza de anfibios con 376 especies (10% del total mundial), presentando en este grupo de vertebrados un alto grado de endemismo (60%). Sin embargo, desde el punto de vista helmintológico, se ha estudiado menos del 20% de las especies. Si bien, para *Lithobates montezumae* se han registrado 30 especies de helmintos (19 trematodos, 4 cestodos y 7 nematodos) en Xochimilco, D.F., la Ciénega del Lerma y el lago de Texcoco en el estado de México; estos estudios han sido puntuales y no caracterizan las infecciones helmintológicas. En el presente trabajo se estable el registro helmintológico de *L. montezumae* de San Pedro Tlaltizapán, estado de México, México y se analizan las comunidades de helmintos con base en los parámetros de diversidad, abundancia, equidad, dominancia y similitud. Asimismo, se caracterizan las infecciones mediante los siguientes parámetros: prevalencia, abundancia, intensidad e intervalo de intensidad. Se registraron seis taxa: tres trematodos (*Glyphelmins quieta*, *Haematoloechus complexus*, *Renifer* sp.) y tres nematodos (*Falcaustra mexicana*, *Foleyellides striatus* y *Spiroxys* sp.). La mayor riqueza específica se registró en el aparato digestivo. *Falcaustra mexicana* fue la especie que registró los valores más altos de prevalencia y *Renifer* sp. la especie más abundante y con el valor de intensidad más alto. Los atributos de las comunidades de helmintos de *L. montezumae* indican que son pobres y con valores de dominancia y abundancia altos ocasionados por las metacercarias de una sola especie de digeneo, *Renifer* sp. El análisis de las comunidades de helmintos permite establecer que la dieta y los hábitos semiacuáticos de *L. montezumae* son los principales factores que las estructuran.

INTRODUCCIÓN

México ocupa el quinto lugar en biodiversidad de anfibios en el mundo con 376 especies, que representan aproximadamente el 10% del total registrado en el planeta para este grupo de vertebrados. El número de especies de anfibios que se han registrado en el país contribuyen a que sea considerado como megadiverso. Además, los anfibios presentan un alto grado de endemismo, ya que cerca del 60% de sus especies son endémicas del país (Parra-Olea *et al.*, 2014).

Aho (1990) cita que los anfibios representan excelentes sistemas de estudio para explicar las relaciones hospedero-parásito y la estructura de sus comunidades, por presentar características importantes para los análisis desde estas perspectivas: exhiben diferentes ciclos de vida con diversas estrategias reproductivas, ocupan una gran variedad de hábitats, y su tamaño corporal y hábitos alimentarios son muy diversos.

De esta manera los anfibios representan uno de los grupos de hospederos más fascinantes para los parasitólogos; sin embargo, en México han sido poco estudiados desde esta perspectiva; se ha estimado que menos del 20% de la diversidad de anfibios ha sido objeto de estudio desde el punto de vista helmintológico (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2002).

Diversidad de helmintos

Los helmintos son un grupo de organismos metazoarios que constituyen un grupo polifilético; incluye representantes de cuatro Phyla que no están relacionados filogenéticamente: Platyhelminthes (Digenea, Aspidogastrea, Monogenea y Cestoda), Acantocephala, Nematoda y Annelida (Hirudinea). Estos se caracterizan por ser parásitos y por su aspecto vermiforme (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2001).

Muchas especies de helmintos presentan ciclos de vida complejos, los cuales involucran uno o más hospederos intermediarios, aunque algunos tienen ciclos de vida directos, con un solo hospedero (p.ej. monogeneos). Los platelmintos pueden ser organismos de vida libre o parásitos, las especies parasitas se incluyen en tres grandes grupos, digeneos, monogeneos y cestodos. El *Phylum* Nematoda incluye tanto especies parasitas como de vida libre. El *Phylum* Acanthocephala incluye organismos estrictamente parásitos, que en fase adulta habitan el tubo digestivo de vertebrados. Los hirudineos, comúnmente conocidos como sanguijuelas, pertenecen al *Phylum* Annelida e incluye solo aquellas especies que ingieren sangre, y que son ectoparásitos de vertebrados (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2011).

En México, el estudio de la diversidad de helmintos comenzó en los años 70's. Pero, hasta el momento el conocimiento acumulado sobre la diversidad de helmintos es asimétrico, pues los muestreos son muy heterogéneos con una tendencia al estudio principalmente de peces, lo que deriva en que el esfuerzo de muestreo también sea diferente (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2001).

Se ha estudiado la helmintofauna de 1145 especies de vertebrados silvestres de las 5488 especies de vertebrados registrados en México, que representa el 20 % de la diversidad. De éstas, se han registrado en nuestro país 1900 helmintos; de los cuales, 1241 (65.31%) pertenecen al *Phylum* Platyhelminthes, 538 (28.31%) se incluyen en el *Phylum* Nematoda, 87 (4.6%) en el *Phylum* Acantocephala y 34 (1.8%) en el grupo de los hirudineos dentro del *Phylum* Annelida (Pérez- Ponce de León *et al.*, 2011). Los digeneos son los helmintos mejor representados, siguiéndole nematodos, monogeneos, cestodos y en menor número acantocefalos, hirudineos y aspidogastros.

En cuanto a los grupos de vertebrados que parasitan, se han descrito 1064 helmintos de peces, seguidos por los mamíferos con 332 especies, las aves con 275, los reptiles 242, y por último los anfibios con 156 (Pérez- Ponce de León *et al.*, 2011).

Comunidades de helmintos

Una comunidad de helmintos es la suma de todas las poblaciones de helmintos parásitos que comparten una unidad espacio-temporal (Bush *et al.*, 1997). La estructura de una comunidad de parásitos resulta de la interacción entre factores evolutivos, fisiológicos, ecológicos, geográficos y estocásticos (Janovi *et al.*, 1992; Poulin, 2007).

Para analizar la estructura de comunidades de helmintos en una población de hospederos se propuso una clasificación jerárquica que comprende tres niveles: infracomunidad, comunidad componente y comunidad compuesta (Holmes y Preece, 1986; Bush *et al.*, 1997).

Una infracomunidad incluye todas las infrapoblaciones registradas en un hospedero individual. La comunidad componente incluye todas las infracomunidades contenidas por una población de hospederos y la comunidad compuesta consiste en todas las infracomunidades (incluidas fases de vida libre) contenidas en una localidad en específico (Bush *et al.*, 1997).

En general se considera que la riqueza de una comunidad de helmintos es influenciada por factores que dependen del ambiente, como la riqueza local, la disponibilidad de hospederos intermediarios y las características del hospedero.

Kennedy *et al.* (1986) proponen que la fisiología del hospedero (carácter endotérmico o ectotérmico), la complejidad del tubo digestivo, la amplitud y selectividad de la dieta (los organismos endotermos consumen una mayor cantidad de alimento que los ectotermos), la vagilidad del hospedero y la exposición a nematodos con ciclos de vida directo, determinan la estructura de las comunidades de helmintos. Se ha propuesto que las diferencias básicas entre las comunidades de helmintos en mamíferos y aves y las comunidades de helmintos en anfibios, están determinadas por diferencias de vagilidad y la ectotermia o endotermia de los hospederos. Los anfibios se caracterizan por tener una vagilidad muy reducida y por ser organismos ectotérmicos, estos factores limitan el reclutamiento potencial de helmintos y la exposición a un mayor número de especies y de individuos como ocurre en mamíferos y aves, donde la vagilidad es mayor y además son organismos endotérmicos. Tanto la baja vagilidad como la ectotermia afectan la tasas de alimentación y el comportamiento de forrajeo, por lo que la transmisión de helmintos a través de interacciones presa-depredador-como ocurre en aves y mamíferos- no es un factor importante que estructure las comunidades de helmintos en anfibios (Aho, 1990).

Aho (1990) analizó datos de 14 familias de anfibios (7 de urodelos y 7 de anuros) con el objetivo de establecer los patrones y procesos que estructuran las comunidades de helmintos en este grupo de hospederos. De acuerdo con estos datos, Aho (1990) caracterizó las comunidades de helmintos en anfibios como depauperadas, altamente variables y no interactivas. Así mismo, determinó que por cada hospedero se registran en promedio 3.0 ± 0.2 especies de helmintos y una riqueza y abundancia promedio de 0.80 ± 0.1 y 7.83 ± 1.19 , respectivamente.

ANTECEDENTES

A nivel mundial la familia Ranidae (Orden Anura) incluye 372 especies distribuidas en 16 géneros (Frost, 2015). Hasta la fecha se han estudiado los helmintos de 72 especies de 6 géneros: *Rana*, *Lithobates*, *Pelophylax*, *Amolops*, *Odorrana* e *Hylarana* registrados en un total de 75 trabajos helmintológicos, de los cuales 8 representan registros puntuales y conciernen a aspectos taxonómicos; 16 analizan las comunidades de helmintos, cuatro a nivel de comunidad componente y 12 a nivel de infracomunidades; y 51 se enfocan en la helmintofauna.

Con respecto a los trabajos que analizan la estructura de las comunidades de helmintos en especies de la familia Ranidae, la mayoría de los estudios se han realizado en localidades de la Región Neártica, como Estados Unidos y Canadá (Muzzall, 1991; Muzzall y Peebles, 1991; Yoder y Coggins, 1996; McAlpine, 1997; Bolek y Coggins, 2001, 2003; Muzzall *et al.*, 2001) (Cuadro 1).

Para México, de las 376 especies de anfibios registradas se han estudiado para helmintos sólo 68 especies, en las cuales se han registrado 371 taxa de helmintos: 10 de monogéneos (2.7%), 137 de trematodos (36.9%), 29 de cestodos (7.81%), 14 de acantocefalos (3.8%), 173 de nematodos (46.6%) y 8 de hirudíneos (2.15%) (Paredes-León *et al.*, 2008).

El análisis de la estructura de las comunidades de helmintos en anfibios distribuidos en México ha sido abordado por García-Altamirano *et al.* (1993); Baez-Vale (2001); Cañeda-Guzmán (2001); Mata-López *et al.* (2002); Paredes-Calderón *et al.* (2004); Romero-Mayén (2011); Jacinto-Maldonado (2013); Mata-López *et al.* (2013) y Ruiz-Torres (2013). Sin embargo, únicamente García-Altamirano *et al.* (1993), Cañeda-Guzmán (2001) y Paredes-Calderón *et al.* (2004) han analizado la estructura de comunidades de helmintos en especies del género *Lithobates*.

Del género *Lithobates* Fitzinger, 1843 se han registrado 25 especies¹ en México de las cuales únicamente 17 han sido estudiadas desde el punto de vista helmintológico, registrándose 51 helmintos: 19 trematodos, 5 cestodos, 3 acantocefalos, 18 nematodos, y un hirudíneo. En el caso particular de *Lithobates montezumae* Baird, 1854 se han registrado 30 taxa de helmintos: 19 de trematodos, 3 de cestodos y 8 de nematodos, a partir de estudios realizados en cinco localidades de tres estados de la República (Estado de México, Guerrero y Distrito Federal); que representan estudios aislados y puntuales (Paredes-León *et al.*, 2008; Velarde-Aguilar *et al.*, 2014) (Cuadro 2).

¹ Tomado de The University of Texas, 2015. Disponible en: <http://www.uta.edu/biology/mexicoherps/Lithobates%20montezumae.htm>

Cuadro 1. Comparación de atributos de infracomunidades de especies de la familia Ranidae.

Hospedero	Localidad	n=	Riqueza	Abundancia	Diversidad	Equidad	Referencia
<i>Lithobates catesbeianus</i>	New Brunswick, Canadá	268	2.1	14.4	---	---	McAlpine (1997)
<i>L. catesbeianus</i>	Turkey Marsh, Michigan	127	2.93±1.2	26.6±28.7	0.234±0.14	0.47±0.23	Muzzall (1991)
<i>L. clamitans</i>	New Brunswick, Canadá	234	1.1	12.3	---	---	McAlpine (1997)
	Turkey Marsh, Michigan	120	2.67±1.5	24.8±29	0.194±0.15	0.38±0.27	Muzzall (1991)
	Calkins Dam, Michigan	63	4.1±2.3	82.7±196.1	0.72±0.43	0.55±0.27	Muzzall <i>et al.</i> (2001)
	118th Pond, Michigan	59	5.2±2.7	153.7±206.6	0.84±0.46	0.57±0.24	
	Swan Creek, Michigan	35	3.9±2.5	122.4±293.8	0.68±0.48	0.56±27	
	Constantine West, Michigan	37	2.5±2.2	69.6±107.4	0.38±0.41	0.31±0.33	
	Constantine East, Michigan	24	4.8±1.5	57.4±46.6	0.88±0.39	0.6±0.24	
	Vandalia, Michigan	21	3.9±2.1	86.1±135.8	0.66±0.42	0.52±0.26	

Continuación Cuadro 1.

Hospedero	Localidad	n=	Riqueza	Abundancia	Diversidad	Equidad	Referencia
<i>Lithobates pipiens</i>	New Brunswick, Canada	280	2.5	18.2	---	---	McAlpine (1997)
<i>L. sylvaticus</i>	Shiawassee and Clinton counties, Michigan	100	1.1±0.8	3.5±4.7	0.043±0.08	0.119±0.22	Muzzall y Peebles (1991)
<i>L. clamitans melanota</i>	Waukesha County, Wisconsin	75	2.7±1.3	51.6	---	---	Bolek y Coggins (2001)
<i>L. pipiens</i>	Froggy Bottom Marsh, Michigan	43	1.8±1.4	34±10.6	---	---	Guilliland y Muzzall (1999)
<i>Pelophylax perezi</i>	España	40	3.03±2.08	25.73±36.85	0.57±0.44	0.58±0.40	Navarro y Lluch (2006)
<i>Pelophylax sahárica</i>	Marruecos	39	3.49±1.55	13.79±12.16	0.72±0.36	0.74±0.32	
<i>Lithobates sylvaticus</i>	Ozaukee County, Wisconsin	20	2.1±1.7	4.90±6.94	0.38±0.35	---	Yoder y Coggins (1996)
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida, Los Tuxtlas, Veracruz, México	76	3.49±0.22	16.1±16.3	1±0.55	0.7±0.31	Paredes-Calderón <i>et al.</i> (2004)
<i>L. dunni</i>	Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México	66	3.3±1.5	878.4±2010	0.54±0.43	0.38±0.33	García-Altamirano <i>et al.</i> (1993)

Continuación Cuadro 1.

Hospedero	Localidad	n=	Riqueza	Abundancia	Diversidad	Equidad	Referencia
<i>L. catesbeianus</i>	Nebraska, EUA	50	2.0±0.8	104.9±65.6	---	---	Rhoden y Bolek (2012)
<i>Lithobates pipiens</i>	Wisconsin, EUA.	31	2.3±1.3	2.58±4.03	---	----	Bolek y Coggins (2003)
<i>L. pipiens</i>	Quebec, Canadá						King <i>et al.</i> (2008)
	Sitio 1	25	3.92±1.91	---	0.97*	---	
		20	4.05±1.39	---	0.98*	---	
	Sitio 2	25	1.68±0.80	---	0.47*	---	
		20	1.55±1.00	---	1.34*	---	
	Sitio 3	31	2.23±1.31	---	1.41*	---	
		30	4.33±1.92	---	1.52*	---	
	Sitio 4	31	3.61±1.28	---	0.74*	---	
		31	4.90±1.30	---	0.65*	---	
	Sitio 5	20	4.26±1.49	---	0.86*	---	
		31	5.31±2.03	---	1.87*	---	

*Índice de diversidad de Shanon-Weiner.

Cuadro 2. Especies de helmintos registradas para *Lithobates montezumae* en México

Helmintos	Microhábitat	Localidad
Trematoda		
<i>Cephalogonimus americanus</i>	Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Cephalogonimus robustus</i>	Intestino	Distrito Federal, Localidad no citada
<i>Fibricola</i> sp.	Cavidad del cuerpo, intestino, vejiga urinaria y pulmón	Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Glypthelmins californiensis</i>	Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Glypthelmins quieta</i>	Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Gorgoderina attenuata</i>	Vejiga urinaria	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma y Lago de Texcoco, estado de México
<i>Haematoloechus coloradensis</i>	Pulmón	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Haematoloechus complexus</i>	Pulmón	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma y Lago de Texcoco, estado de México
<i>Haematoloechus illimis</i>	Pulmón y tubos de Eustaquio	Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Haematoloechus macrorchis</i>	Pulmón	Ciénega de Lerma y Lago de Texcoco, estado de México
<i>Haematoloechus medioplexus</i>	Pulmón	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Haematoloechus parcvitellarius</i>	Pulmón	Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Haematoloechus pulcher</i>	Pulmón	Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Haematoloechus varioplexus</i>	Pulmón	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma y Lago de Texcoco, estado de México
<i>Halipegus occidualis</i>	Tubos de Eustaquio	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma y Lago de Texcoco, estado de México
<i>Megalodiscus americanus</i>	Cloaca, Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Megalodiscus temperatus</i>	Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma y Lago de Texcoco, estado de México
<i>Renifer</i> sp.	Intestino, hígado y músculo	Ciénega de Lerma, estado de México
Cestoda		
<i>Metroliasthes mexicana</i>	Intestino, hígado y músculo	Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Ophiotaenia filaroides</i>	Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Lago de Texcoco, estado de México
<i>Ophiotaenia magna</i>	Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal
Nematoda		
<i>Abbreviata ranae</i>	Intestino	Localidad no citada
<i>Falcaustra caballeroi</i>	Intestino	Lago de Xochimilco, Distrito Federal
<i>Falcaustra ranae</i>	Intestino	Ciénega de Lerma, estado de México

Continuación Cuadro 2.

Helmintos	Microhábitat	Localidad
Nematoda		
<i>Foleyellides striatus</i>	Cavidad del cuerpo y mesenterio	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México
<i>Gnathostoma sp.</i>	Músculo	Río Usila, Guerrero
<i>Physaloptera sp.</i>	Estómago	Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, D.F.
<i>Spiroxys corti</i>	Intestino	Distrito Federal, Localidad no citada
<i>Spiroxys susanae</i>	Intestino y estómago	Ciénega de Lerma, estado de México

Todos los datos fueron tomados de Paredes-León et al. (2008) y Velarde-Aguilar et al. (2014).

Específicamente, en la localidad de San Pedro Tlaltizapán, estado de México (Ciénega de Lerma) se han registrado 44 helmintos (Cuadro 3), el grupo mejor representado es el de los trematodos con 26 (59.09%), seguido por los nematodos con 12(27.27%), el de cestodos con 7(15.90%) y el de acantocefalos con 1 (2.72%).

Cuadro 3. Registro helmintológico de diferentes hospederos en la Ciénega de Lerma, estado de México.

Helminto	Hospedero	Microhábitat	Referencia
Trematoda			
<i>Cephalogonimus americanus</i>	<i>Lithobates</i> sp. ^A	Intestino	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000); Mata-López <i>et al.</i> (2002)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Cotylurus gallinulae</i>	<i>Gallinula chloropus</i> ^{AV}	Intestino	León-Règagnon (1992)
<i>Diplostomum (Tylodelphys)</i> sp.	<i>Podilymbus podiceps</i> ^{AV}	Intestino	León-Règagnon (1992)
	<i>Thamnophis eques</i> ^R	Intestino medio y cloaca	Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Echinostoma revolutum</i>	<i>Homo sapiens</i> ^M	Intestino	Lamothe <i>et al.</i> (1997)
	<i>Gallus gallus</i> ^{AV}	Intestino	Lamothe <i>et al.</i> (1997)
	<i>Anas americana</i> ^{AV}	Intestino	León-Règagnon (1992)
	<i>Planorbis tenuis</i> ^C	Hepatopáncreas	Lamothe <i>et al.</i> (1997)
	<i>Lymnaea attenuata</i> ^C	Hepatopáncreas	Lamothe <i>et al.</i> (1997)
	<i>Physa osculans</i> ^C	Hepatopáncreas	Lamothe <i>et al.</i> (1997)
	<i>Rattus norvegicus</i> ^M	Intestino	Lamothe <i>et al.</i> (1997)
	<i>Fibricola</i> sp.	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Cavidad del cuerpo, intestino, pulmones, vejiga urinaria
<i>Gorgoderina attenuata</i>	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Vejiga urinaria	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000); Mata-López <i>et al.</i> (2002)
	<i>Lithobates</i> sp. ^A	Vejiga urinaria	Caballero (1942c)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Vejiga urinaria	Caballero (1942c); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	<i>Ambystoma tigrinum</i> ^A	Vejiga urinaria	Bravo-Hollis (1943a)
<i>Glypthelmins californiensis</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	Caballero (1942b)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	León-Règagnon (1992); Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>G. quieta</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	León-Règagnon (1992); Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Halipegus occidualis</i>	<i>Lithobates</i> sp. ^A	Tubos de eustaquio	Caballero (1941b)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Tubos de eustaquio	Caballero (1941b); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Haematoloechus coloradensis</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Pulmones	León-Règagnon <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)

Continuación Cuadro 3.

Helminto	Hospedero	Microhábitat	Referencia
Trematoda			
<i>H. complexus</i>	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Pulmón	León-Règagnon <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000); Mata-López <i>et al.</i> (2002)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	León-Règagnon (1992); León-Règagnon <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>H. illimis</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Pulmones, tubos de eustaquio	Caballero (1942a); Caballero (1942c); León-Règagnon <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>H. macrorchis</i>	<i>Lithobates</i> sp. ^A	Pulmones	Caballero (1941b)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Pulmones	Caballero (1941b); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> , 2000
<i>H. medioplexus</i>	<i>Lithobates</i> sp. ^A ,	Pulmones	Caballero (1941b)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Pulmones	Caballero (1941b)
<i>H. parcvitellarius</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Pulmones	Caballero (1942b); Caballero (1942c)
<i>H. pulcher</i>	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Pulmones	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000); Mata-López <i>et al.</i> (2002)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Pulmones	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	<i>Ambystoma tigrinum</i> ^A	Pulmones	Bravo-Hollis (1943a)
<i>H. varioplexus</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Pulmones	Caballero (1941c)
<i>Megalodiscus americanus</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino, cloaca	Bravo-Hollis (1941); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>M. temperatus</i>	<i>Ambystoma tigrinum</i> ^A	Intestino	Bravo-Hollis (1943a)
	<i>Lithobates</i> sp. ^A	Intestino	Bravo-Hollis (1941)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	Sokoloff y Caballero (1933); Bravo-Hollis (1941)
<i>Renifer brevicaecum</i>	<i>Thamnophis</i> sp. ^R	Boca, esófago	Parra-Rojas (1983)
	<i>Thamnophis eques</i> ^R	Boca, esófago	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
	<i>Thamnophis melanogaster</i> ^R	Boca, esófago	Caballero (1941a); Bravo-Hollis (1943b)
<i>Renifer</i> sp.	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Hígado, intestino, músculo	Mata-López <i>et al.</i> (2002)
	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Hígado, intestino, músculo	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Petasiger nitidus</i>	<i>Podilymbus podiceps</i> ^{AV}	Intestino	León-Règagnon (1992)
<i>Posthodiplostomum</i> sp.	<i>Girardinichthys multiradiatus</i> ^P	Hígado	León-Règagnon (1992)
	<i>Notropis sallei</i> ^P	Hígado	León-Règagnon (1992)

Continuación Cuadro 3.

Helminto	Hospedero	Microhábitat	Referencia
Trematoda			
<i>Telorchis corti</i>	<i>Thamnophis marcianus</i> ^R	Intestino	Bravo-Hollis (1943b)
	<i>Thamnophis melanogaster</i> ^R ; <i>Thamnophis eques</i> ^R	Intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
	<i>Thamnophis eques megalops</i> ^R	Intestino	Caballero (1941a)
<i>Tylodelphys</i> sp.	<i>Thamnophis eques</i> ^R	Intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Zygocotyle lunata</i>	<i>Anas americana</i> ^{AV}	Intestino	León-Règagnon (1992)
Cestoda			
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	<i>Cyprinus carpio specularis</i> ^P	Intestino	León-Règagnon (1992)
	<i>Cyprinus carpio comunis</i> ^P	Intestino	León-Règagnon (1992)
	<i>Notropis sallei</i> ^P	Intestino	León-Règagnon (1992)
	<i>Girardinichthys multiradiatus</i> ^P	Intestino	León-Règagnon (1992)
<i>Cloacotaenia megalops</i>	<i>Anas acuta</i> ^{AV}	Cloaca	León-Règagnon (1992)
<i>Metroliasthes mexicana</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	Macías-Palacios y Flores-Barroeta (1967)
<i>Ophiotaenia racemosa</i>	<i>Thamnophis eques</i> ^R	Intestino	Cruz-Reyes (1974)
	<i>Thamnophis eques</i> ^R ,		
<i>Proteocephalus variabilis</i>	<i>Thamnophis melanogaster</i> ^R	Intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Schistotaenia macrocirrus</i>	<i>Podilymbus podiceps</i> ^{AV}	Intestino	León-Règagnon (1992)
Acantocephala			
<i>Polymorphus brevis</i>	<i>Thamnophis eques</i> ^R , <i>Thamnophis melanogaster</i> ^R	Hígado, mesenterio	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
Nematoda			
Capillariinae gen. sp.	<i>Thamnophis eques</i> ^R	Intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Cosmocercoides dukae</i>	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Cloaca	Mata-López <i>et al.</i> (2002)
<i>Dracunculus ophidensis</i>	<i>Thamnophis melanogaster</i> ^R	Mesenterio	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Chabaudgolvania elongata</i>	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Intestino	Mata-López <i>et al.</i> (2002)
<i>Falcaustra mexicana</i>	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Intestino	Mata-López <i>et al.</i> (2002)
<i>F. ranae</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Intestino	Paredes- León <i>et al.</i> (2008)

Continuación Cuadro 3.

Helmintho	Hospedero	Microhábitat	Referencia
Trematoda			
<i>Foleyellides striats</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Cavidad del cuerpo, mesenterio	Ochoterena y Caballero (1932); Caballero (1935); Paredes- León <i>et al.</i> (2008)
<i>Rhabdias fuscovenosa</i>	<i>Thamnophis eques</i> ^R	Pulmones	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
<i>Rhabdochona</i> sp.	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Intestino	Mata-López <i>et al.</i> (2002)
<i>Spiroxys</i> sp.	<i>Ambystoma lermaensis</i> ^A	Intestino, mesenterio, estomago	Mata-López <i>et al.</i> (2002)
<i>Spiroxys susanae</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Estómago, intestino	Paredes- León <i>et al.</i> (2008)
	<i>Thamnophis marcianus</i> ^R	Estómago, intestino	Cid del Prado (1971)
	<i>Thamnophis eques</i> ^R	Estómago, intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
	<i>Thamnophis melanogaster</i> ^R	Estómago, intestino	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)

A: Anfibio; P: Pez; AV: Ave; C:Caracol, M:Mamífero;R:Reptil

BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO

Clasificación

Reino **Animalia** Linnaeus 1758

Phyllum **Chordata** Bateson 1885

Clase **Amphibia** Gray 1825

Orden **Anura** Fisher von Waldheim 1813

Familia **Ranidae** Rafinesque 1814

Género ***Lithobates*** Fitzinger 1843

Especie ***Lithobates montezumae*** (Baird
1854)

Figura 1. Macho de *Lithobates montezumae* (Modificado de Vázquez-Díaz *et al.*, 2005).



Orden Anura

Está compuesto por 6233 especies (AmphibiaWeb), es el Orden más abundante y diversificado de los anfibios vivos. La mayoría de los anuros presentan fecundación interna; ovopositan en charcas, sobre la vegetación, el suelo o en excavaciones. Generalmente presentan metamorfosis, sin embargo algunas especies presentan desarrollo directo (Parra-Olea *et al.*, 2014).

Familia Ranidae

Son especies asociadas en mayor o menor medida a cuerpos de agua permanentes. En México se han registrado 2 géneros (*Lithobates* y *Rana*) y 27 especies, de las cuales 16 son endémicas del país (Parra-Olea *et al.*, 2014).

Lithobates montezumae Baird, 1854

Descripción. Los miembros de esta especie son de forma robusta y de tamaño mediano. Tienen una longitud total (hocico-cola) de 78.1 ± 16.1 mm, pero generalmente las hembras son más grandes que los machos. La cabeza es algo plana y ancha, y los ojos son grandes y sobresalientes (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009). Esta especie se caracteriza por presentar verrugas y tubérculos de tamaño uniforme en los costados. El color de la región dorsal varía, pues va de verde brillante, principalmente en jóvenes a un marrón oscuro en adultos.

Su alimentación incluye pequeños invertebrados terrestres y acuáticos, como insectos de los órdenes Hymenoptera, Hemiptera, Orthoptera y Diptera (larvas y adultos) así como crustáceos, anélidos y arácnidos y, en algunos casos los adultos se alimentan de organismos

pequeños de la misma especie. Durante todo el año, se pueden encontrar crías de *L. montezumae*, pero durante el verano en la época de lluvias es más intensa la actividad reproductiva (Uribe *et al.*, 1999; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009; Vázquez-Díaz *et al.*, 2005).

Lithobates montezumae es una especie endémica de México, se distribuye ampliamente a través de la Sierra Madre Occidental hasta el centro del país, principalmente el Eje Neovolcanico Transversal (Fig. 2), en los estados de Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, estado de México, Jalisco, Hidalgo, Puebla, Michoacán, Morelos, Queretaro y San Luis Potosí. Habita en ambientes templados, donde la vegetación es matorral espinoso, pastizal o bosque de pino-encino. Vive en cuerpos de agua temporales o permanentes como lagos, arroyos, presas, canales de riego y charcos (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009 & Vázquez-Díaz *et al.*, 2005).



Figura 2. Distribución geográfica de *Lithobates montezumae* en la República Mexicana (Modificado de IUCN. 2004. Disponible en < <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=58671>>).

Lithobates montezumae está considerada dentro de la categoría de menor preocupación en la lista roja de especies amenazadas según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Esta clasificación indica que es poco probable que la especie se extinga en un futuro próximo, es decir, dentro de los próximos 100 años.

La desecación y la alteración de su hábitat puede afectar a las poblaciones de esta especie; sin embargo, parece ser resistente a un alto grado de degradación ecológica, ya que se encuentra a menudo cerca de asentamientos humanos (Santos-Barrera *et al.*, 2004).

JUSTIFICACIÓN

Los estudios sobre helmintos asociados a hospederos vertebrados, aportan información biológica valiosa sobre ellos, como sus hábitos alimenticios, aspectos biogeográficos e historias evolutivas; así mismo, esta información es útil para entender las alteraciones ambientales a las que están sujetos dichos hospederos. A pesar de que México tiene una elevada riqueza en anfibios con 376 especies, el conocimiento helmintológico de este grupo aún es escaso, ya que sólo se ha estudiado la helmintofauna de 68 especies, es decir menos del 20% de la riqueza total de este grupo de hospederos.

Lithobates montezumae es una de las especies más estudiadas desde el punto de vista helmintológico; sin embargo, estos registros han sido puntuales limitándose al estudio taxonómico, sin caracterizar los niveles de infección ni analizar la estructura de las comunidades de helmintos. El presente estudio permitirá describir e identificar los factores que estructuran las comunidades de helmintos en *L. montezumae* en la Ciénega de Lerma.

OBJETIVOS

- General
 - Analizar la estructura de las comunidades de helmintos de *Lithobates montezumae* de San Pedro Tlaltizapán, estado de México, con base en atributos tales como riqueza, abundancia, dominancia, similitud, diversidad y equidad.
- Particulares
 - Registrar la fauna helmintológica de la rana *Lithobates montezumae* en San Pedro Tlaltizapán, estado de México en temporada de secas.
 - Caracterizar los niveles de infección por helmintos en *Lithobates montezumae* de San Pedro Tlaltizapán, estado de México.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

San Pedro Tlaltizapán se localiza al sureste del Distrito Federal, aproximadamente a 20 km de la ciudad de Toluca en dirección Noroeste (Fig. 3). Forma parte del municipio de Calpulhuac de Mirafuentes, cerca de los límites de Santiago Tianguistengo. Geográficamente se sitúa a los 99°30'0" de longitud oeste y a los 19°11'50" de latitud norte, a una altitud de 2583 msnm. La localidad de San Pedro Tlaltizapán se localiza en la ciénega de Chimaliapan, que queda comprendida en la subcuenca Alto Lerma y es una de las tres ciénegas que forman parte del sistema río Lerma-Santiago (Zepeda-Gómez *et al.*, 2012).

La ciénega de Lerma es el humedal remanente más extenso del Centro de México, especialmente de los Valles de México y Toluca, presenta diferentes hábitats, incluyendo zonas de aguas profundas (hasta 5m), zonas con vegetación sumergida, zonas de vegetación inundada y zonas de vegetación riparia. Estos humedales tienen un papel importante en el almacenamiento e infiltración de agua porque funcionan como vasos reguladores de inundaciones y son hábitats para organismos dulceacuícolas y sitios de anidamiento y de residencia de aves migratorias (Ceballos, 2003).

El clima de la región se caracteriza por ser templado sub húmedo, semifrío y frío con lluvias en verano y parte del otoño [C (w₂) (w) b (i) g]. La temperatura media anual es 10-14 °C con una precipitación total anual de 700 a 1200mm (García, 1981; Ceballos, 2003).

La fauna de la Ciénega de Lerma está constituida principalmente por aves endémicas de la región y acuáticas, tanto residentes como migratorias, y por anfibios y peces, algunos de los cuales son endémicos o están en peligro de extinción, como el anfibio *Ambystoma lermaensis* (Ceballos, 2003; Zepeda-Gómez *et al.*, 2012).



Figura 3. Mapa de la localidad estudiada. SPT: San Pedro Tlaltizapán, estado de México.

Colecta de hospederos y examen helmintológico

Se obtuvieron 30 individuos de *Lithobates montezumae* durante abril de 2013 a partir de la captura comercial realizada en la ciénega de Lerma. Por cada hospedero se registró el sexo y la talla, posteriormente se sacrificaron con una sobredosis de pentobarbital sódico y fueron sometidos a un examen helmintológico interno (Lamothe-Argumedo, 1997). Enseguida, se llevó a cabo la disección. Se realizó un corte longitudinal en la región ventral del cuerpo; se revisaron las cavidades internas y los diferentes órganos, bajo el microscopio estereoscópico. Los helmintos fueron extraídos con la ayuda de pinceles finos y se contaron. A continuación, se fijaron con formol al 4% caliente y se preservaron en viales con alcohol al 70%. Finalmente, se procesaron de acuerdo a su grupo taxonómico (Lamothe-Argumedo, 1997); los digeneos se tiñeron convencionalmente con tricrómica de Gomori y paracarmín de Mayer y se montaron en preparaciones temporales con bálsamo de Canadá; los nematodos se transparentaron con una solución de alcohol al 70% y glicerina a una proporción de 1:1 y se montaron en preparaciones permanentes.

Para la observación de las características morfológicas, algunos ejemplares de cada taxón se observaron por microscopía óptica y/o microscopía electrónica de barrido (MEB). Los helmintos sometidos a (MEB) se fijaron y preservaron convencionalmente en alcohol 70°. Posteriormente se deshidrataron en alcoholes graduales (80°, 90° y 100°) y se secaron hasta punto crítico con dióxido de carbono; se montaron y se cubrieron con una mezcla de oro y paladio con el metalizador Emitech K550 para ser observados al alto vacío en el microscopio electrónico de barrido Hitachi SU1510.

El material helmintológico se depositó en la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) del Instituto de Biología de la UNAM, proporcionándose los números de catálogo en cada caracterización morfológica.

La determinación taxonómica de los helmintos se realizó mediante el uso de claves taxonómicas como Anderson *et al.*, (1974); Gibbons (2010) y Bray *et al.*, (2008) y de literatura especializada.

Análisis ecológico

Las infecciones por helmintos se caracterizaron utilizando los parámetros poblacionales de prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad, descritos por Bush *et al.* (1997):

Prevalencia: Es el número de hospederos infectados por una especie particular de parásito entre el número total de hospederos revisados; se expresa en porcentaje.

Abundancia promedio: Es el número total de individuos de una especie particular de parásito en una muestra entre el número total de hospederos examinados (incluyendo hospederos infectados y no infectados).

Intensidad promedio: Es el número de parásitos de una especie particular entre el número de hospederos infectados.

Intervalo de intensidad: Es el número máximo y mínimo de parásitos de una especie en particular registrados en los hospederos infectados.

La estructura de las comunidades se analizó a nivel de infracomunidades y comunidad componente considerándose los siguientes atributos:

Riqueza: número de especies presentes en la comunidad componente. La riqueza de una infracomunidad es el número de especies por hospedero.

Abundancia: número total de individuos en una comunidad. La abundancia de una infracomunidad es el número promedio de helmintos por hospedero revisado.

Diversidad: este atributo evalúa la composición de las comunidades en términos de riqueza y abundancia. Se calculó con el índice de Brillouin, el cual se utiliza para comunidades censadas (Krebs, 2014).

$$H = \frac{1}{N} \log \left(\frac{N!}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right)$$

Donde

H=Índice de diversidad de Brillouin

N=número total de individuos en la muestra

n_1 =número de individuos pertenecientes a la especie 1

n_2 =número de individuos pertenecientes a la especie 2

Equidad: refleja la distribución de las abundancias proporcionales de las especies presentes en las comunidades. Se calculó con el índice de Equidad de Brillouin.

$$E_{HB} = \frac{HB}{HB_{MAX}}$$

Donde:

H= Índice de Brillouin

HB_{MAX} : Índice de Brillouin máximo.

Dominancia: refleja la contribución proporcional de individuos de la especie más abundante al total de individuos de la muestra. Se calculó con el índice de Berger-Parker.

$$BP = N_{max}/N$$

Donde:

N_{max} = Número de individuos de la especie más abundante.

N=Número total de individuos de la comunidad

Los índices de diversidad de Brillouin y de dominancia de Berger-Parker se calcularon con el software Paleontological Statistic 3.0.

Similitud.

Este parámetro se evaluó mediante un análisis cualitativo y cuantitativo. Para el cuantitativo se utilizó el porcentaje de similitud, el cual consiste en sumar las abundancias proporcionales más

bajas de las especies compartidas por cada par de infracomunidades. Y para el cualitativo se utilizó el índice de Sorensen (Krebs, 2014):

$$S = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Donde S= coeficiente de Sorensen

a=número de especies en la muestra A y en la muestra B

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

c=número de especies en la muestra A, pero no en la muestra B

Curva de acumulación de especies

Para evaluar la calidad del muestreo (que tan completo está el inventario de especies de helmintos que se registraron en el presente estudio) se realizó una curva de acumulación de especies. Esta curva relaciona el número de especies registradas (Eje Y) con respecto a la unidad de muestreo (Eje X).

Especies generalistas y especialistas.

De acuerdo a Bush *et al.* (1997) se consideran especies especialistas a aquellas que restringen su distribución, desarrollo y/o reproducción a una única especie, género o familia y especies generalistas a aquellas que parasitan a hospederos de diferentes familias.

Especies autogénicas y alogénicas.

Se considera como autogénica a aquella especie que utilice peces u otros vertebrados acuáticos como hospederos definitivos, es decir que llevan a cabo su ciclo de vida dentro de sistemas acuáticos, y se consideran especies alogénicas a aquellas especies que utilizan a vertebrados acuáticos (como peces) como hospederos intermediarios y alcanzan la madurez sexual en vertebrados no acuáticos, como aves y mamíferos (Esch *et al.*, 1988).

RESULTADOS

Registro helmintológico

Se colectaron un total de 5493 individuos, distribuidos en dos Phyla: 5178 (94.27%) platelmintos (digéneos) y 315 (5.73%) nematodos en 30 ranas (*Lithobates montezumae*) de San Pedro Tlaltizapán, estado de México.

El registro helmintológico de *Lithobates montezumae* en el presente estudio comprende 6 taxa: 3 pertenecientes a la Clase Digenea (*Renifer* sp., *Haematoloechus complexus* y *Glythelmins quieta*) y 3 pertenecientes al Phylum Nematoda (*Falcaustra mexicana*, *Spiroxys* sp. y *Foleyellides striatus*). El 83.33% de estos taxa se registraron en estado adulto, siendo el trematodo *Renifer* sp. el único estadio larvario. En el caso de los nematodos, se encontraron estadios adultos y larvarios para *Falcaustra mexicana* y *Spiroxys* sp. El microhábitat más parasitado fue el intestino, con 4 taxa. *Foleyellides striatus*, *Spiroxys* sp. y *Falcaustra mexicana* fueron recolectados en más de 1 microhábitat (Cuadro 4).

Cuadro 4. Registro helmintológico de *Lithobates montezumae*, en San Pedro Tlaltizapán, estado de México.

Familia	Helminto	Microhábitat	Estadio
Trematoda			
Glythelminthidae	<i>Glythelmins quieta</i>	Intestino	Adulto
Haematoloechidae	<i>Haematoloechus complexus</i>	Pulmón	Adulto
Reniferidae	<i>Renifer</i> sp.	Intestino	Metacercaria
Nematoda			
Kathaniidae	<i>Falcaustra mexicana</i>	Intestino y estómago	Adulto, Larva
Onchocercidae	<i>Folellydes striatus</i>	Cavidad y Mesenterio	Adulto
Gnathostomatidae	<i>Spiroxys</i> sp.	Intestino y estómago	Adulto, Larva

Curva de acumulación de especies.

De acuerdo con la curva acumulativa de especies de helmintos (Fig. 4), el tamaño de muestra puede considerarse representativo para los hospederos examinados en San Pedro Tlaltizapán, estado de México, ya que el número de especies se estabiliza a partir del tercer hospedero muestreado.

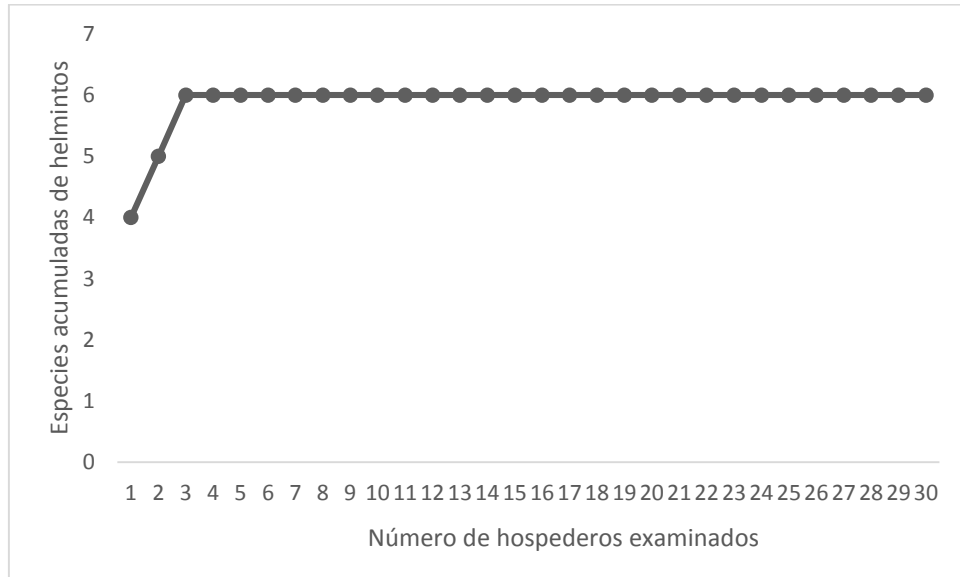


Figura 4. Curva acumulativa de especies de helmintos.

A continuación se presentan las caracterizaciones morfológicas y breves comentarios taxonómicos así como registros previos de los helmintos recolectados en el presente estudio.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Phylum **Platyhelminthes** Gegenbaur 1859

Clase **Trematoda** Rudolphi 1808

Subclase **Digenea** Carus 1863

Orden **Plagiorchiida** La Rue 1957

Superfamilia **Plagiorchioidea** Lühe 1901

Familia **Glyphelminthidae** Cheng 1959

Género ***Glyphelmins*** (Stafford 1900) Stafford
1905

Glyphelmins quieta (Stafford 1900) Stafford 1905

Figuras 5, 6, 7 y 8

Microhábitat: Intestino

Caracterización

Tegumento armado con espinas pequeñas aserradas, semejantes a escamas, que se extienden desde extremo anterior hasta el segundo tercio corporal (Fig. 10). Ventosa oral mayor que el acetábulo, prefarínge corta, faringe mayor en diámetro que el acetábulo, glándulas perifaríngeas en forma de racimo presentes (Fig. 7,9). Testículos simétricos. Las glándulas vitelógenas se distribuyen desde la faringe hasta el borde posterior de los testículos, abarcando la región dorsolateral en la región anterior y sólo los campos laterales hacia la región posterior (Fig. 8). Asas uterinas transversales en la región intercecal.

CHNE: 9819

Comentarios taxonómicos

Los ejemplares estudiados fueron asignados a *Glyphelmins quieta* de acuerdo con Razo-Mendivil (2004), debido a que presentan prominentes glándulas perifaríngeas en forma de racimo a ambos lados de la faringe; la posición de las glándulas vitelógenas, que van desde la faringe hasta la región posterior a los testículos, la ventosa oral de tamaño mayor al que presenta el acetábulo y por la posición de las asas transversales del útero en la región intercecal. El presente registro constituye el segundo para la especie de hospedero y para la localidad (Cuadro 5).

En total se han descrito 10 especies del género *Glyphelmins* a nivel mundial (Razo-Mendivil y Pérez-Ponce de León, 2008), de las cuales se han registrado seis en el país, siendo G.

quieta la especie con el mayor número de registros: **G. brownorumae** en *Lithobates brownorum* de Tabasco además de los registrados para la Reserva de la Biosfera de Celestún y la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos en Yucatán (Razo-Mendivil *et al.*, 2004; Yáñez-Arenas y Guillén-Hernández, 2010); **G. californiensis** en *Lithobates berlandieri* y *Lithobates vaillanti* de Laguna Escondida, Los Tuxtlas, Veracruz (Guillén-Hernández *et al.*, 2000); así como en *Lithobates dunni* de Lago de Pátzcuaro, Michoacán (Pulido-Flores, 1994) y de los Lago de Pátzcuaro y de Zacapu, Michoacán (Razo-Mendivil, 1999; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000); **G. facioi** en *Lithobates vaillanti* y *Leptodactylus melanonotus* de Laguna Escondida, Veracruz (Goldberg *et al.*, 2002;); **G. parva** en *Lithobates vaillanti* en Laguna Escondida, Veracruz (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Paredes-León *et al.*, 2004; Razo-Mendivil, 2004; Razo-Mendivil y Pérez-Ponce de León, 2008) y **G. tuxtlasensis** en *Lithobates berlandieri* de Laguna el Zacatal Los Tuxtlas, Veracruz (Guillén-Hernández *et al.*, 2000) y en *Lithobates vaillanti* de Laguna Escondida, Los Tuxtlas, Veracruz (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Razo-Mendivil *et al.*, 2006).

Cuadro 5. Registros previos de *Glyphelmings quieta* en especies del género *Lithobates* en México.

Hospedero	Localidad	Referencia
<i>Lithobates dunni</i>	Lago de Pátzcuaro, Michoacán	Pulido-Flores (1994); Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	Lago de Zacapu, Michoacán	Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Lithobates magnaocularis</i>	Coquimatlán, Colima	Razo-Mendivil y Pérez-Ponce de León (2008)
	Sinaloa	Goldberg y Bursey (2002)
<i>Lithobates megapoda</i>	Lago de Cuitzeo, Michoacán	Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	Manantiales de Cointzio, Michoacán	Razo-Mendivil (1998); Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	Lago de Chapala, Jalisco	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)

Continuación Cuadro 5.

Hospedero	Localidad	Referencia
<i>Lithobates montezumae</i>	Ciénega de Lerma, Méx.	León-Règagnon (1992); Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Lithobates neovolcanica</i>	Manantiales de Cointzio, Michoacán	Razo-Mendivil <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Lithobates psilonota</i>	Zapopan, Jalisco Atenquique, Jalisco	Romero- Mayén (2011) Razo-Mendivil y Pérez-Ponce de León (2008)
<i>Lithobates sp.</i>	Coquimatlán, Colima	Razo-Mendivil (2004)
	Atenquique, Jalisco;	Razo-Mendivil (2004)
	Ticuizitán, Colima	Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2010)
<i>Lithobates spectabilis</i>	Coquimatlán, Colima	Razo-Mendivil <i>et al.</i> (2006)
	Huitzo, Oaxaca	Razo-Mendivil y Pérez-Ponce de León (2008)
	Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán	Pérez-Romero (2006)
<i>Lithobates tarahumarae</i>	Yecora, Sonora	Burse y Goldberg (2001)

Ciclo de vida:

Los adultos de *Glypthelmins quieta* habitan el intestino anterior de distintas especies de anuros, donde liberan los huevos embrionados que salen al medio junto con las heces. Los huevos son ingeridos por gasterópodos de la especie *Physa gyrina*. Dentro de los caracoles, se desarrollan las fases larvarias de miracidio, esporocistos madre e hijo y xifidiocercarias, las cuales tienen estiletes. Las xifidiocercarias, después de salir del caracol, penetran la piel de las ranas y posteriormente se enquistan, transformándose en metacercarias. Las ranas al mudar de piel, generalmente la ingieren y se infectan con metacercarias, las cuales al alojarse en el intestino maduran sexualmente (Rankin, 1944; Leigh, 1946; Schell, 1962; Razo-Mendivil, 2004).



Figura 5. Vista ventral de un ejemplar adulto de *Glythelmins quieta*. Escala: 0.35mm



Figura 6. Vista ventral de un ejemplar joven de *Glypthelmins quieta*. Escala: 0.03mm

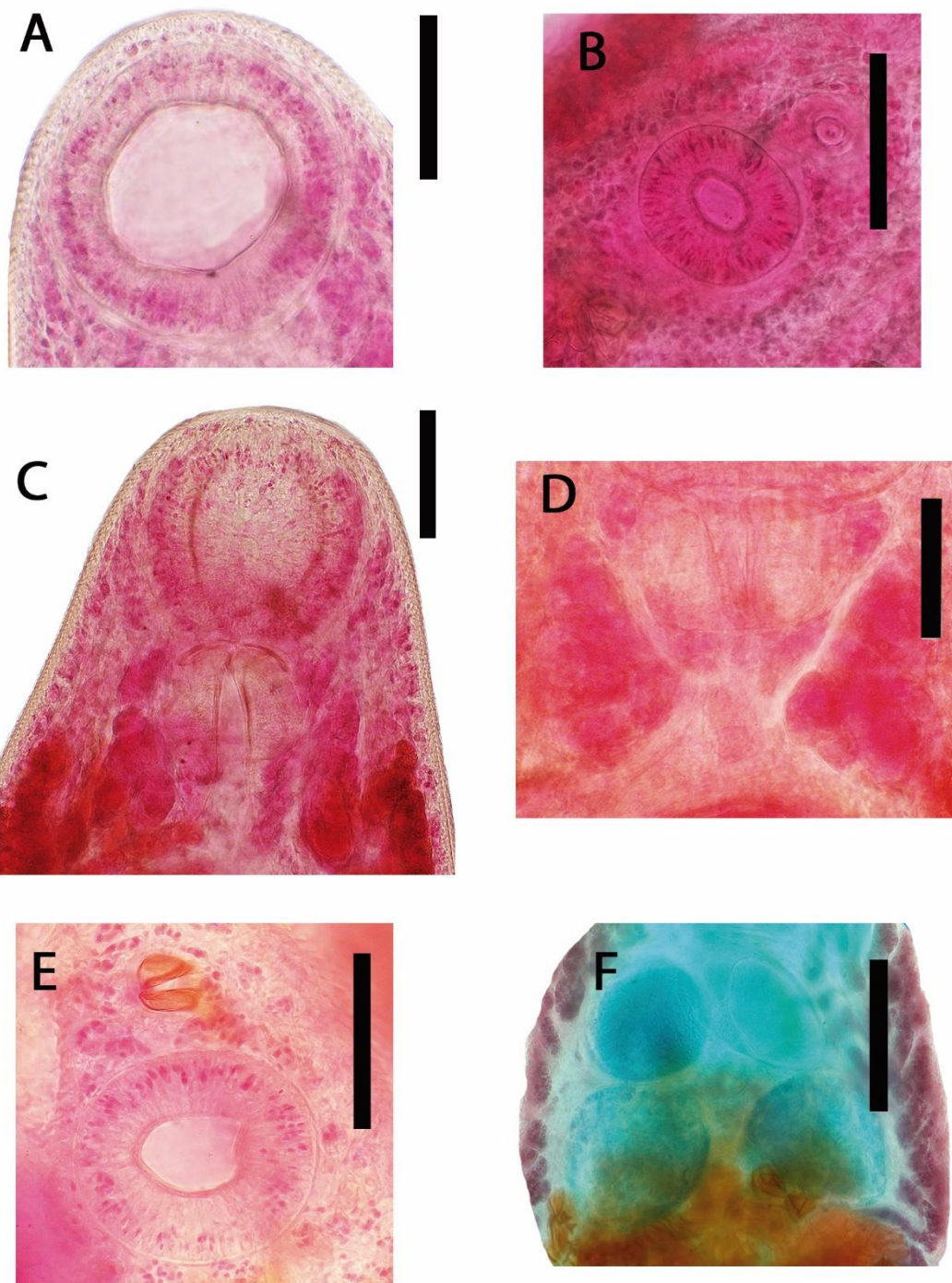


Figura 7. Microfotografías en microscopía óptica de *Glypthelmins quieta*. A) Ventosa oral de un ejemplar joven. B) Poro genital y acetábulo. C) Región anterior. D) Glándulas perifaríngeas. E) Acetábulo. F) Vista dorsal del útero y de los testículos. Escala: A-0.075mm, B y E-0.08mm, C-0.06mm, D-0.05mm, F-0.055mm.

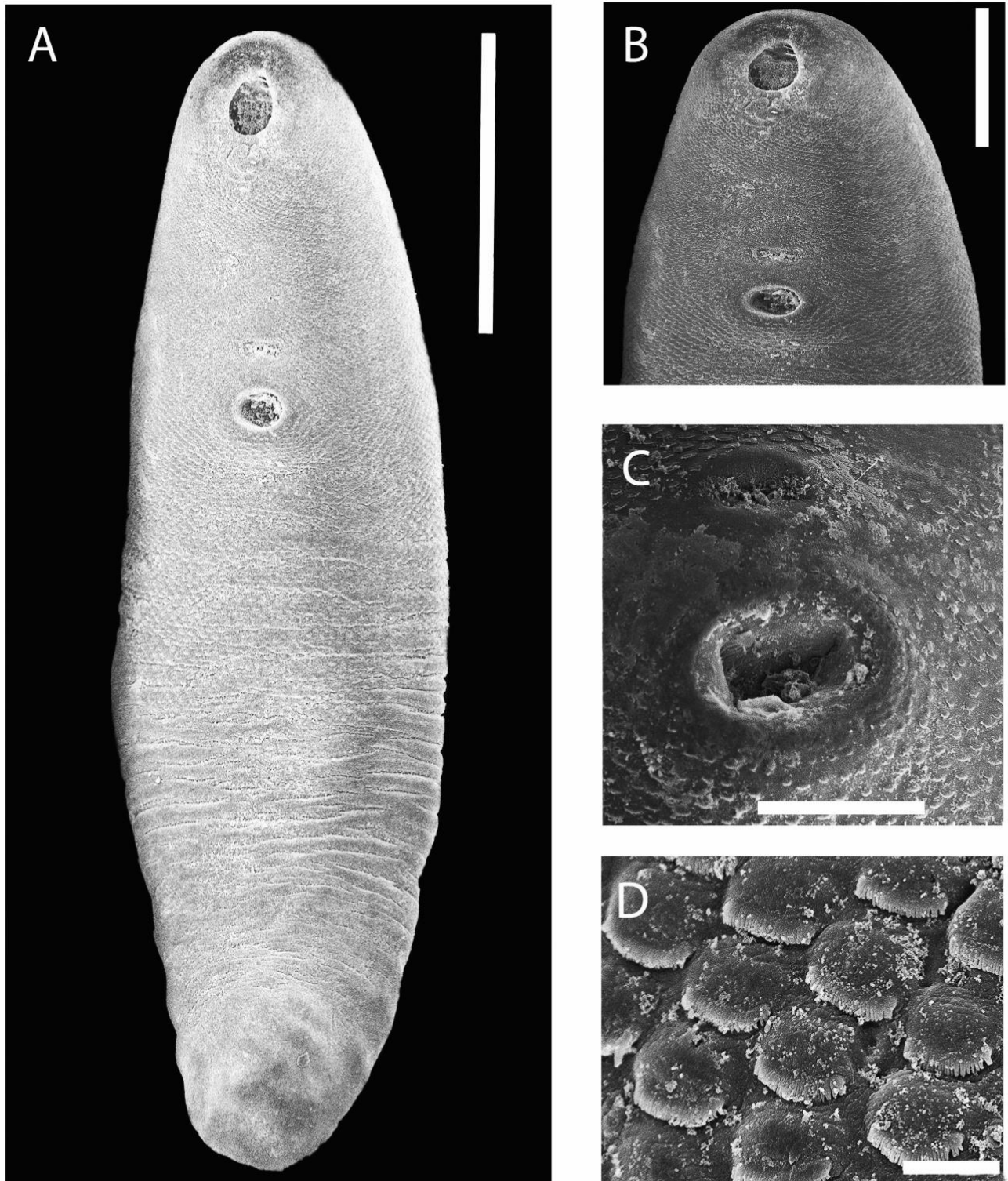


Figura 8. Microfotografías de microscopía electrónica de barrido de *Glythelmins quieta*. A) Vista ventral de un adulto. B) Ventosa oral y acetábulo. C) Poro genital y acetábulo. D) Morfología de las espinas en tegumento. Escala: A- 500 μm , B -300 μm , C- 100 μm , D- 10 μm .

Subclase **Digenea** Carus 1863

Orden **Plagiorchiida** La Rue 1957

Superfamilia **Plagiorchioidea** Lühe 1901

Familia **Reniferidae** Pratt 1902

Género **Renifer** Pratt 1902

Renifer sp.

Figuras 9 y 10

Microhábitat: Pared interior del intestino anterior

Caracterización

Los ejemplares examinados se caracterizaron por tener: esbozos testiculares en posición simétrica, bolsa del cirro en desarrollo, en posición ventral y oblicua al ciego intestinal izquierdo, ciegos intestinales cortos finalizando en el primer tercio del acetábulo, vesícula excretora en forma de Y, la cual contiene corpúsculos calcáreos (Fig. 9).

CHNE: 9812

Comentarios taxonómicos

Todos los ejemplares estudiados fueron metacercarias (Fig. 9 y 10) los cuales no se identificaron a nivel específico debido a que las características diagnósticas que distinguen a las especies se presentan en organismos adultos. Sin embargo presentan algunas características que concuerdan con *Renifer brevicaecum* (Jiménez-Ruiz, 1999). Estas características son la posición de los ciegos intestinales- hasta el primer tercio del acetábulo-, la posición postecuatorial de los testículos y la localización de la bolsa del cirro (Fig. 10). Así mismo esta especie ha sido registrada previamente en la localidad (Ciénega de Lerma) (Ver Cuadro 3).

En México se han registrado 7 especies de *Renifer* en reptiles en estado adulto: **R. aniarum** en *Nerodia erythrogaster* de la Presa Rodrigo Gómez de Nuevo León; **R. brevicaecum** en *Thamnophis eques* y *T. melanogaster* del Lago de Xochimilco, D.F., en *Thamnophis* sp., *T. eques* y *T. melanogaster* de la Ciénega de Lerma, estado de México, en *T. eques* de San Pedro Tultepec, estado de México; en *T. melanogaster* en el Lago de Chapala, Jalisco, y en *T. melanogaster*, *Thamnophis eques* del Lago de Páztcuaro, en *T. melanogaster* del Lago de Zacapu y del Lago de Zirahuén en Michoacán; **R. chauhani** en *Drymarchon corais* de Nuevo León; **R. crotali** en *Brothrops asper* de Boca del Río y de la Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz; **R.**

ellipticum en *Bothrops asper*, *Clelia clelia*, *Coniophanes bipunctatus*, *Coniophanes imperialis*, *Coniophanes quinquevittatus*, *Mastigodryas melanolomus*, *Drymarchon corais*, *Drymobius margaritiferus*, *Leptodeira septentrionalis*, *Leptophis mexicanus*, *Leptophis* sp., *Micrurus diastema*, *Pliocercus elapoides*, *Thamnophis* sp. de Río Teapa, Tabasco; **R. elongatum** en *Drymarchon corais* de Fábrica Borward, Presa Rodrigo Gómez y Río Santa Catarina, Nuevo León; **R. grandispinus** en *Drymarchon corais* de Tasquillo, Hidalgo (Paredes-León *et al.*, 2008). En el cuadro 6 se muestran los registros de metacercarias de *Renifer* en anfibios y peces para México.

Cuadro 6. Registros previos de *Renifer* sp. en México.

Hospedero	Localidad	Referencia
<i>Ambystoma dumerilii</i> (A)	Lago de Pátzcuaro, Michoacán	García-Altamirano <i>et al.</i> (1993)
<i>Neophorus diazi</i> (P)	Lago de Pátzcuaro, Michoacán	Peresbarbosa-Rojas <i>et al.</i> (1994)
<i>Lithobates montezumae</i> (A)	Ciénega de Lerma, estado de México	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Lithobates megapoda</i> (A)	Manantiales de Cointzio, Michoacán	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Lithobates neovolcanica</i> (A)	Lago de Pátzcuaro y Lago de Zacapu, Michoacán	Pulido-Flores (1994); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Ambystoma lermaensis</i> (A)	San Pedro Tlaltizapán, Lerma, estado de México	Mata-López <i>et al.</i> (2002)
<i>Goodea atripinnis</i> (P)	Lago de Pátzcuaro, Michoacán	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (1996)
<i>Neophorus diazi</i> (P)		

A: Anfibio; P: Pez

Ciclo de vida

De acuerdo a Byrd (1935), Walker (1939) y Yamaguti (1975), las especies del género *Renifer* parasitan serpientes, utilizando caracoles (*Physa halei*, *Pseudosuccinea columella* y *Physella anatina*) como hospederos intermedios. Cuando las cercarias salen de los caracoles, penetran la piel de anfibios enquistándose en la piel y el músculo como en el caso de *Ambystoma lermaensis*, reportado por Mata-López *et al.* (2002). Sin embargo, la penetración no es la única vía de transmisión para este trematodo, en algunos anfibios, al ingerir caracoles, las cercarias son liberadas en el estómago y posteriormente se enquistan en la pared del intestino anterior,

como ocurre en *Lithobates montezumae*, *Lithobates dunnii* y *Ambystoma dumerili* (García-Altamirano *et al.*, 1993; Pulido-Flores, 1994).



Figura 9. Vista ventral de una metacercaria de *Renifer* sp. Escala: 0.07 mm.

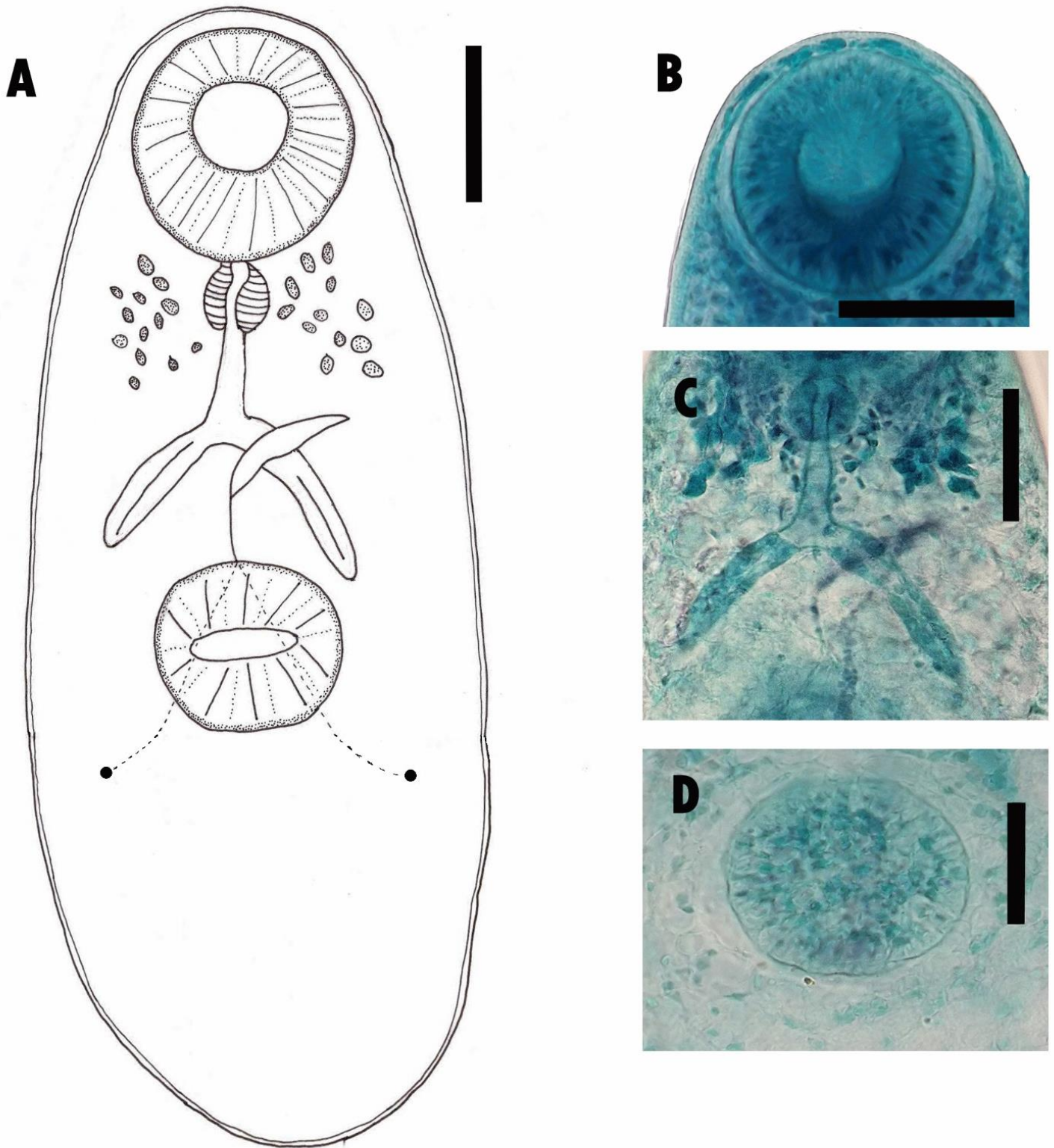


Figura 10. Microfotografías y dibujo de *Renifer* sp. A) Vista ventral de una metacercaria. B) Ventosa oral. C) Faringe y ciegos intestinales. D) Acetábulo. Escala: A-0.075mm, B-0.08mm, C-0.055mm y D-0.05mm.

Subclase **Digenea** Carus 1863

Orden **Plagiorchiida** La Rue 1957

Superfamilia **Plagiorchioidea** Lühe 1901

Familia **Haematoloechidae** Freitas y Lent 1939

Género **Haematoloechus** Looss 1889

Haematoloechus complexus (Seely 1906) Krull 1933

Figura 11

Microhábitat: Intestino

Caracterización

Los dos ejemplares de este trematodo obtenidos en el presente trabajo tienen el cuerpo alargado, con el extremo anterior más angosto que el posterior. La ventosa oral es redonda, subterminal y muscular. El acetábulo es circular y de menor tamaño que la ventosa oral y se localiza en la región preecuatorial del cuerpo. La bifurcación cecal se sitúa en la región anterior al acetábulo y el poro genital se localiza al nivel del esófago

(Fig. 11).

El aparato reproductor masculino está formado por un par de testículos ovales, localizados dorsalmente en tándem (uno posterior al otro). El aparato reproductor femenino está formado por un ovario ovoide localizado dorsalmente al acetábulo. El útero completamente grávido ocupa la región anterior. Las glándulas vitelógenas están dispuestas en racimos de folículos pequeños, circulares y compactos, que se distribuyen desde la región posterior de la faringe hasta el final de los ciegos intestinales; en el espacio comprendido entre la faringe y el acetábulo, se presentan glándulas vitelógenas dorsales inter, intra y extracecales; al nivel del acetábulo se observan folículos intra y extracecales; en los campos laterales hay grupos de folículos en número de 4 a 6 ; después del testículo posterior hay folículos separados extracecalmente.

CHNE: 9813 y 9819

Comentarios taxonómicos

Los ejemplares registrados en este estudio se asignaron a la especie *Haematoloechus complexus* por el tamaño de la ventosa oral, que es de mayor tamaño que el acetábulo, la posición en

tándem de los testículos, así como también por presentar asas uterinas transversales desde la región posterior de la faringe hasta la región posterior del cuerpo y por presentar folículos vitelinos en forma oval (Mata-López, 1999).

El género *Haematoloechus* incluye aproximadamente 50 especies descritas a nivel mundial, de las cuales, doce de ellas han sido registradas en México (Cuadro 7).

Ciclo de vida

Las especies del género *Haematoloechus* tienen ciclos de vida indirectos, que involucran dos hospederos intermediarios y un hospedero definitivo. El primer hospedero intermediario es un gasterópodo de las familias Lymneidae, Physidae o Planorbidae y el segundo hospedero intermediarios son náyades de libélulas (Odonata). Los hospederos definitivos son anfibios principalmente de los órdenes Anura y Caudata (Yamaguti, 1975; Bolek y Janovi, 2007). De acuerdo con Krull (1933) el primer hospedero intermediario de *Haematoloechus complexus* son caracoles de la especie *Pseudosuccinea columella* y el segundo hospedero intermediario son libélulas de las especies *Sympetrum vicinum*, *Pachydiplax longipennis* y *Holotania (Libellula) incesta*; sin embargo, Snyder y Janovi (1994) observaron experimentalmente que las metacercarias de *H. complexus* pueden enquistarse en otros artrópodos acuáticos como dípteros, efemerópteros, isópodos y anfípodos. En los caracoles (*Pseudosuccinea columella*) se desarrollan las primeras fases larvianas de estos trematodos (esporocistos, redias y cercarias). Las cercarias al salir de los caracoles entran a través del recto o del aparato respiratorio de las libélulas, donde se enquistan y se desarrollan las metacercarias. Generalmente, las metacercarias enquistadas se encuentran en diversas regiones del cuerpo, como en los músculos, el tórax, abdomen o tráquea. Finalmente, las ranas adquieren las metacercarias de *H. complexus* por medio de la ingestión de los segundos hospederos intermediarios.

Cuadro 7. Registros de especies del género *Haematoloechus* en México.

Especie	Hospedero	Localidad	Referencia
<i>H. breviflexus</i>	<i>Lithobates tarahumarar</i>	Yecora, Sonora	Burse y Goldberg (2001)
<i>H. coloradensis</i>	<i>L. montezumae</i>	Distrito Federal; Ciénega de Lerma, estado de México	Caballero y Sokoloff (1934) León-Règagnon <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	<i>L. cf. forreri</i>	San Pedro Las Playas, Guerrero	Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
	<i>L. dunni</i>	Lago de Pátzcuaro y Lago de Zacapu, Michoacan	Pulido-Flores (1994); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>H. complexus</i>	<i>Ambystoma lermaensis, L. montezumae</i>	Cienaga de Lerma, estado de México	León-Règagnon (1992); León-Règagnon <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000); Mata-López <i>et al.</i> (2002)
	<i>L. spectabilis</i>	Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo	Pérez-Romero (2006)
	<i>L. berlandieri</i>	La Laguna, Higuera, Nuevo León y Huachinango, Puebla	León-Règagnon (2003); León-Règagnon <i>et al.</i> (2005b)
	<i>L. montezumae</i>	Cienaga de Lerma, estado de México	León-Règagnon (1992); León-Règagnon (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000); Paredes- León <i>et al.</i> (2008)
		Lago de Xochimilco, Distrito Federal: Lago de Texcoco, estado de México	
	<i>L. megapoda, L. neovolcanica</i>	Manantiales de Coitzio, Michoacan	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	<i>L. magnaocularis</i>	Sinaloa	Goldberg y Bursey (2002)
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida, Veracruz	Paredes-Calderón <i>et al.</i> (2004)	
<i>Lithobates</i> sp.		Presa Rodrigo Gómez y Río Pesquería, Nuevo León	Martínez-Villareal (1969)

Continuación Cuadro 7.

Especie	Hospedero	Localidad	Referencia
<i>H. danbrosky</i>	<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida, Veracruz	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000); León-Règagnon y Paredes-Calderón (2002); Paredes Calderón <i>et al.</i> (2004)
	<i>L. vaillanti, L. berlandieri</i>	Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz	Guillén-Hernández <i>et al.</i> (2000)
<i>H. elongatus</i>	<i>L. montezumae</i>	Lago de Xochimilco, Distrito Federal: Lago de Texcoco, estado de México	Caballero y Sokoloff (1934); Paredes-Calderón <i>et al.</i> (2008)
	<i>L. spectabilis</i>	Santiago Tamazola, Oaxaca	León-Règagnon (2003)
	<i>L. zweifeli</i>	Chilpancingo, Guerrero	León-Règagnon (2003)
<i>Haematoloechus floedae</i>	<i>L. brownorum, L. vaillanti</i>	Santa Rosa, Yucatán	León-Règagnon (2005a)
	<i>L. brownorum</i>	Parque Estatal Lagunas de Yalahau, Yucatán	Yáñez-Arenas y Guillén-Hernández (2010)
<i>H. illimis</i>	<i>L. montezumae</i>	Cienaga de Lerma, estado de México	Caballero (1942a); Caballero (1942c); León-Règagnon <i>et al.</i> (1999); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida, Veracruz	Paredes-Calderón <i>et al.</i> (2004)
<i>Haematoloechus sp. 1</i>	<i>L. forreri</i>	Chamela, Jalisco	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>Haematoloechus sp. 2</i>	<i>L. psilonota</i>	Atenquique, Jalisco	Romero-Máyen (2011)
<i>Haematoloechus sp. 3</i>	<i>Lithobates sp.</i>	Colima	Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2010)
<i>H. longiplexus</i>	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Sonora	Goldberg y Bursey (2002)
<i>H. macrorchis</i>	<i>Lithobates sp., L. montezumae</i>	Lago de Xochimilco, Distrito Federal; Lago de Texcoco, estado de México	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)

Continuación Cuadro 7.

Especie	Hospedero	Localidad	Referencia
	<i>Lithobates</i> sp.	Ciénaga de Lerma, estado de México	Caballero (1941b);
	<i>L. montezumae</i>		Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>H. medioplexus</i>	<i>Lithobates montezumae</i>	Lago de Xochimilco, Distrito Federal	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
	<i>Lithobates</i> sp., <i>L. montezumae</i>	Ciénaga de Lerma, estado de México	Caballero (1941b)
	<i>Ollotis valliceps</i> ; <i>Dendropsophus microcephalus</i>	Laguna el Zacatal, Veracruz	Guillén-Hernández <i>et al.</i> (2000); Goldberg <i>et al.</i> (2002)
	<i>Rhinella marina</i>	Estación de Biología Los Tuxtlas	Guillén-Hernández <i>et al.</i> (2000)
<i>H. parvitegularis</i>	<i>L. montezumae</i>	Ciénaga de Lerma, estado de México	Caballero (1942b); Caballero (1942c);
<i>H. pulcher</i>	<i>Ambystoma lermaensis</i>	Ciénaga de Lerma, estado de México	Mata-López <i>et al.</i> (2002); Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
<i>H. varioplexus</i>	<i>L. montezumae</i>	Lago de Xochimilco, Distrito Federal	Caballero (1941b)
		Ciénaga de Lerma, estado de México	Caballero (1941c)
		Lago de Texcoco, estado de México	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)

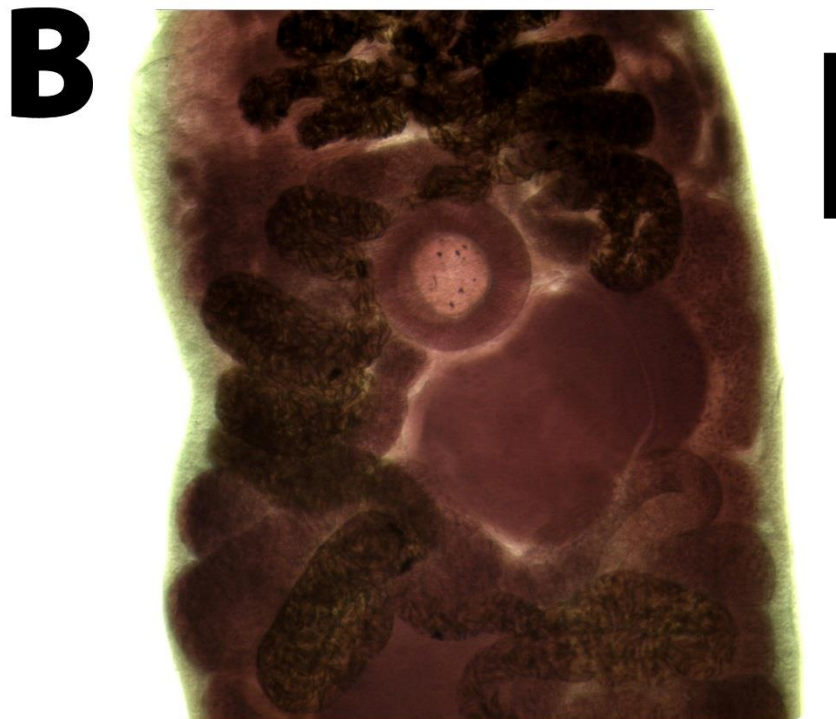
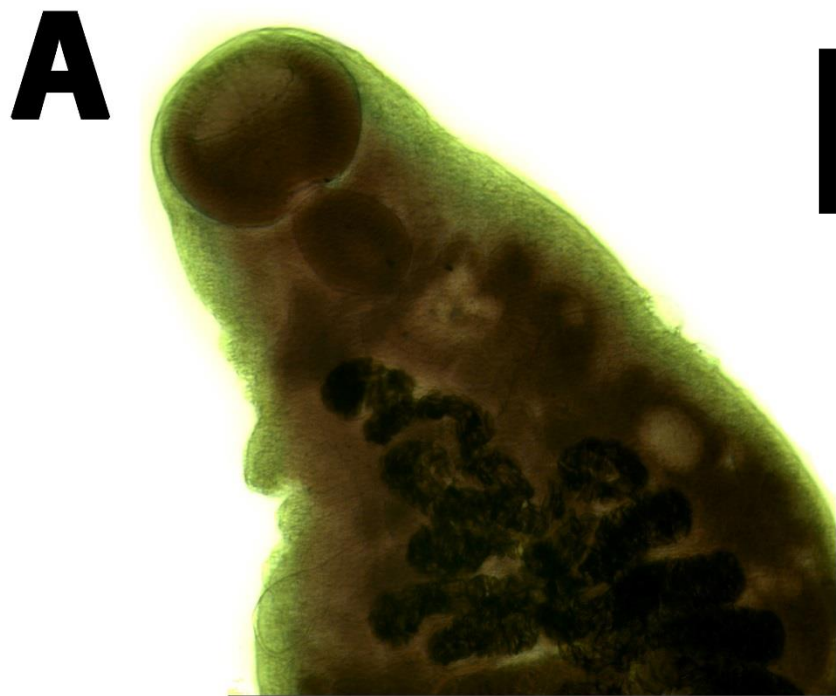


Figura 11. Microfotografías de microscopía óptica de *Haematoloechus complexus* A) Vista ventral de la región anterior. B) Acetabulo. Escala: A-y B- 0.07mm.

Phylum **Nematoda** Cobb 1932

Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Superfamilia **Cosmocercoidea** Skryabin y Shikhobalova 1951

Familia **Kathlaniidae** Lane 1914 (Travassos 1918)

Subfamilia **Kathaniinae** Lane 1914

Género **Falcaustra** Lane 1915

Falcaustra mexicana Chabaud y Golvan 1957

Figuras 12, 13 y 14.

Microhábitat: Intestino y estómago

Caracterización

Abertura oral triangular y rodeada por tres labios, dos ventrolaterales y uno dorsal, cada uno con dos papilas pedunculadas, las cuales rodean a tres papilas situadas en el ápice de los labios. Los labios ventrolaterales presentan un anfidio cada uno. Faringe muscular corta. Esófago en su porción terminal forma un prebulbo y un bulbo, el prebulbo es más largo que ancho y el bulbo es casi esférico.

Machos: Se caracterizan por presentar una pseudoventosa con 11 a 18 pares de músculos y musculatura precloacal que consta de 43-54 pares de músculos. Espículas simétricas, acanaladas con la base ancha y el extremo final en punta; por el patrón papilar, que consiste de 21 papilas que se distribuyen de la siguiente manera: 3 pares subventrales precloacales, una papila impar anterior a la cloaca, un par adcloacal subventral y seis pares postcloacales (dos pares subventrales proximales a la cloaca, dos pares subventrales distales, localizados en el extremo caudal y dos pares laterales, uno se encuentra a la altura de los dos pares proximales a la cloaca, y el otro se localiza en el extremo caudal a la altura del conjunto distal).

Hembras: Vulva en posición ecuatorial y con estructura compleja (dos par de células, un par extremo de forma alargada y un par interno de forma cuadrada).

CHNE: 9814 y 9815

Comentarios taxonómicos

Los ejemplares fueron asignados a *Falcaustra mexicana* debido a las siguientes características: por presentar una pseudoventosa y por el patrón papilar. Estas características coinciden con las

redescripciones realizadas por Jiménez-Ruiz (1999) y Mata-López (1999); sin embargo, los ejemplares colectados en el presente estudio difieren en algunas características, como el número de músculos laterales, de la pseudoventosa y el tamaño de las espículas (Cuadro 8).

Burseý *et al.* (2014), enlistaron un total de 79 especies del género *Falcaustra* en todas las regiones biogeográficas del mundo: 6 en la región australiana, 15 en la Etiópica, 16 en la Neártica, 13 en la Neotropical y 29 en la Oriental. Los caracteres que distinguen a las distintas especies de *Falcaustra* son la presencia o ausencia de una pseudoventosa, el patrón papilar y la longitud de las espículas.

Ciclo de vida

El ciclo de vida de las especies del género *Falcaustra* es desconocido, sin embargo existen registros de larvas de tercer estadio de *Falcaustra* en diversas especies de peces y registros de larvas de *Falcaustra wardi* en el caracol *Lymnae stagnalis* en Canadá (Anderson, 2000). En peces dulceacuícolas (*Echeostoma fonticola*, *E. lepidotum*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Lepomis auritus*, *Lepomis* sp. y *Gambusia affinis*) de Texas, Moravec *et al.* (1995) identificaron las larvas infectivas de *Falcaustra*. Particularmente en México, las larvas de *Falcaustra* spp. han sido registradas en 12 especies de 6 familias de peces dulceacuícolas que se distribuyen en 5 estados: Quintana Roo, Yucatán, Veracruz, Tabasco y estado de México (Salgado-Maldonado, 2006). Estos estudios sugieren que los peces y moluscos actúan como hospederos intermediarios o paraténicos, pero se desconoce la vía de transmisión (Anderson, 2000).

Cuadro 8. Comparación entre los machos de las especies del género *Falcaustra* registradas en México.

Espece	Hospedero	Pseudoventosa	Longitud total (mm)	Longitud de las espículas (mm)	Patrón papilar *	Musculatura precloacal	Referencia
<i>F. lowei</i> Bursey y Goldberg 2001	<i>Lithobates tarahumarae</i>	12-14 pares de músculos	8.5-10.5	0.51-0.56	21 papilas: 3 pares precloacales, 1 papila impar precloacal, 3 pares adcloacales, 4 pares poscloacales (2 ventrales y 2 laterales).	28-32 pares	Bursey y Goldberg (2001)
<i>F. mexicana</i> Chabaud y Golvan 1957	<i>Ambystoma lermaensis</i>	15-17 pares de músculos		0.5146-0.58	21 papilas: 3 pares precloacales, 1 papila impar precloacal, 1 par paracloacal, 6 pares postcloacales (2 subventrales, 2 laterales proximales a la cauda y 2 ventrales en el último tercio de la cauda).	42-47 pares	Mata-López (1999)
	<i>Lithobates durni</i>	17 pares	9.96- 11.91	0.37-0.53	21 papilas: 3 pares precloacales, 3 pares adcloacales ventrales y 4 pares postcloacales (2 ventrales y 2 laterales) y una papila media impar precloacal.	50 pares	Pulido-Flores (1992)
	<i>Thamnophis eques</i>	11 pares	11.742	0.554-0.544	21 papilas: 3 pares precloacales subventrales, 1 par adcloacal subventral, 1 papila media impar precloacal, 3 pares postcloacales (2 ventrales proximales a la cloaca, 2 laterales y dos subventrales hacia el extremo de la cola).	43 pares	Jiménez-Ruiz (1999)

Continuación Cuadro 8.

Especie	Hospedero	Pseudoventosa	Longitud total (mm)	Longitud de las espículas (mm)	Patrón papilar	Musculatura precloacal	Referencia
<i>F. mexicana</i> Chabaud y Golvan 1957	<i>Lithobates montezumae</i>	11-18	10.4- 17.63(14.59)	0.55* 0.46+	21 papilas: 3 pares precloacales, 1 papila impar meda, 1 par adcloacal, 6 pares poscloacales (2 ventrales proximales a la cloaca, 2 ventrales en el extremo caudal y 2 laterales: 1 par proximal a la cloaca y 1 par en el extremo caudal).	43-55 pares	Presente estudio
<i>F. caballeroi</i> Chabaud y Golvan 1957	<i>Lithobates montezumae</i>	Ausente	10.45	0.645-1.060	14 papilas: 3 precloacales, 1 par adcloacal y 3 pares poscloacales (1 par proximales a la cola y 2 pares en el extremo caudal).	Ausente	Caballero (1935)
<i>F. concinnae</i> Mackin 1936	<i>Tortuga</i>	Una con 21, 25 o 27 pares de músculos.	12.45-12.05	1.107-1.230* 1.066-1.189+	21 papilas: 6 precloacales, 2 adcloacales, 12 postcloacales y 1 papila impar**.	32,38 y 40 pares	Caballero (1939)
<i>F. intermedia</i> (Caballero 1939) Freitas y Lent 1941	<i>Kinosternon hirtipes</i>	Una con 12-14 pares de músculos.	10.042	1.072	19 papilas: 3 pares preanales, 1 papila impar precloacal, 3 pares adcloacales y 3 poscloacales (2 ventrales en el extremo caudal y 1 lateral).	38 pares	Caballero (1939)
<i>F. inglisi</i> (Anderson 1964) Baker 1980	<i>Rana</i>	Ausente	14.2-15.3	1.20-1.31	20 papilas: 8 precloacales, 2 adcloacales y 8 postcloacales.	-----	Bursey <i>et al.</i> (2014)

Continuación Cuadro 8.

Especie	Hospedero	Pseudoventosa	Longitud total (mm)	Longitud de las espículas (mm)	Patrón papilar	Musculatura precloacal	Referencia
<i>F. ranae</i> (Walton 1941) Chabaud y Golvan 1957	<i>Rana pipiens</i>	14 pares de músculos	8-12	0.536-0.555	21 papilas: 3 pares precloacales, 2 adcloacales, 5 pares postcloacales y 1 papila impar precloacal.	55 músculos	Caballero-Deloya (1960)
<i>F. wardi</i> (Walton 1941) Chabaud and Golvan 1957¶	Tortuga	presente	6.8-8.4	0.33-0.37	23 papilas: 6 precloacales, 6 adcloacales, 10 postcloacales y 1 papila impar.	-----	Bursey <i>et al.</i> (2014)

¶Esta especie fue registrada por Pérez- Ponce de León (2001) en el Lago de Zacapu en Michoacán.

*Espícula derecha; +Espícula izquierda; **Tomado de Bursey *et al.* (2014)

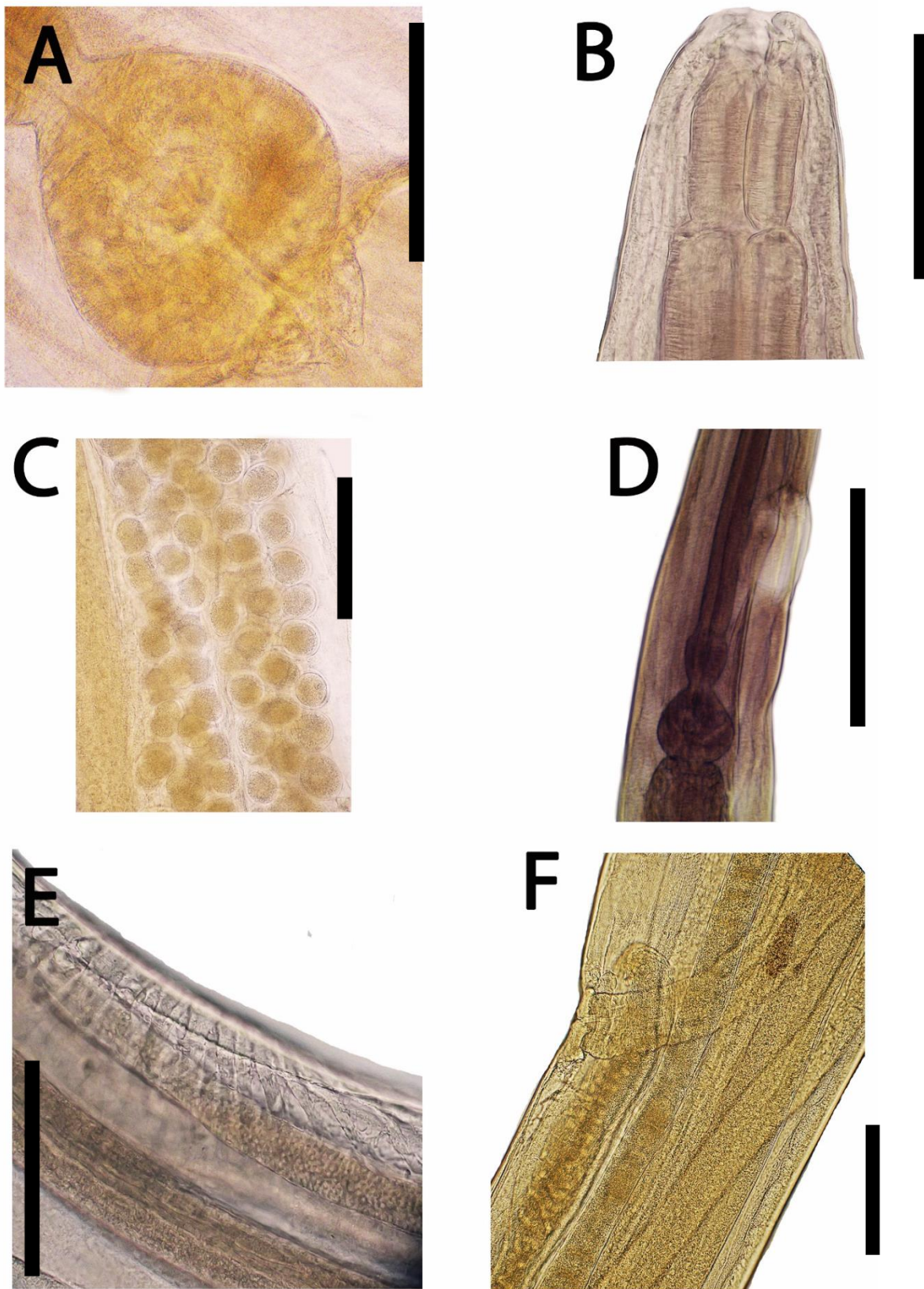


Figura 12. Microfotografías de *Falcaustra mexicana*. A) Bulbo esofágico. B) Faringe muscular. C) Huevos. D) Extremo anterior del esófago (prebulbo y bulbo). E) Pseudoventosa. F) Vulva. Escala: A y D-0.1mm, B-0.11mm, C-0.06mm, E- 0.09mm y F-. 0.07mm.

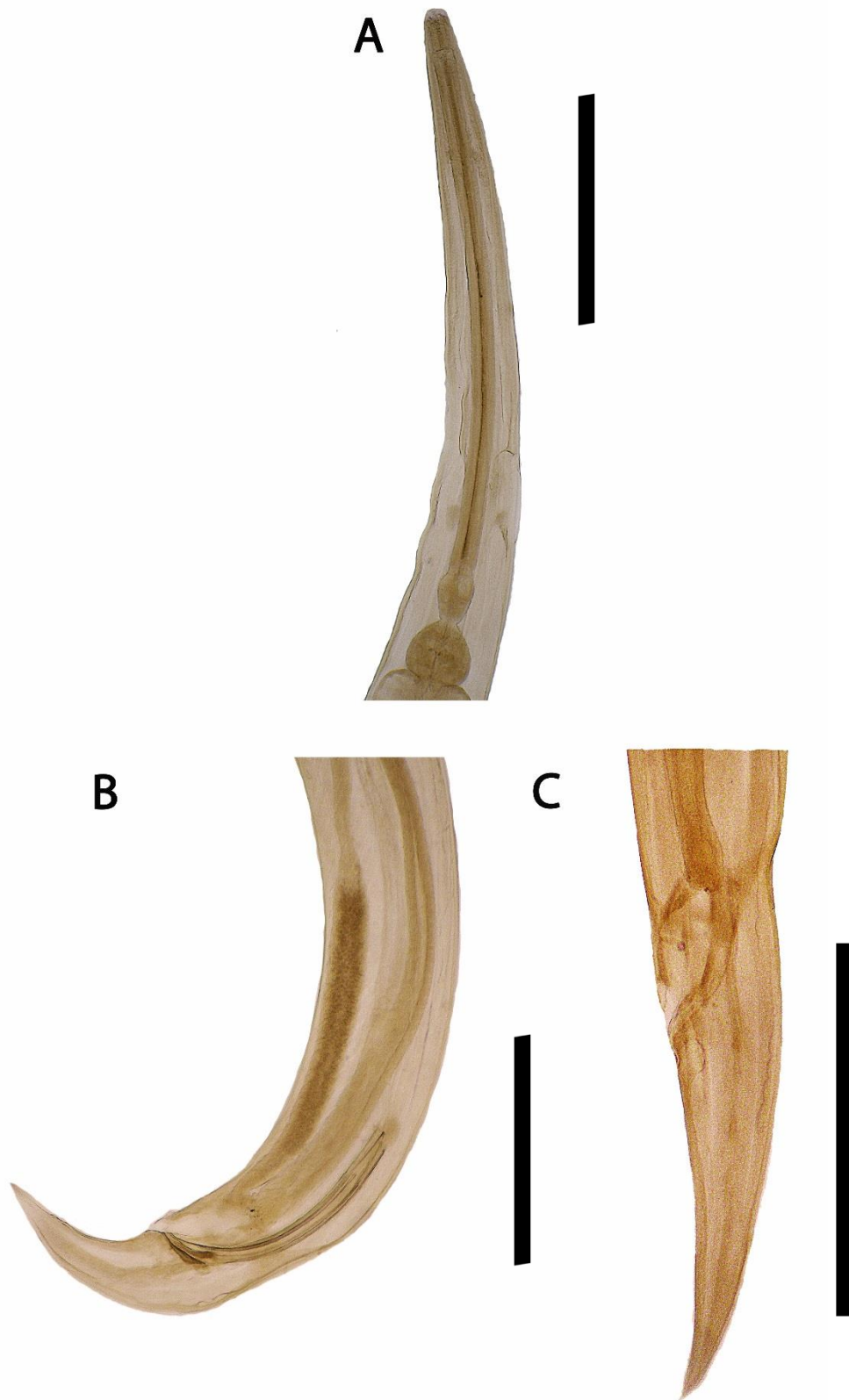


Figura 13. Microfotografías de *Falcaustra mexicana*. A) Extremo anterior. B) Extremo posterior de macho. C) Extremo posterior de la hembra. Escala: A-0.5mm, B-0.5mm, C-0.8mm.

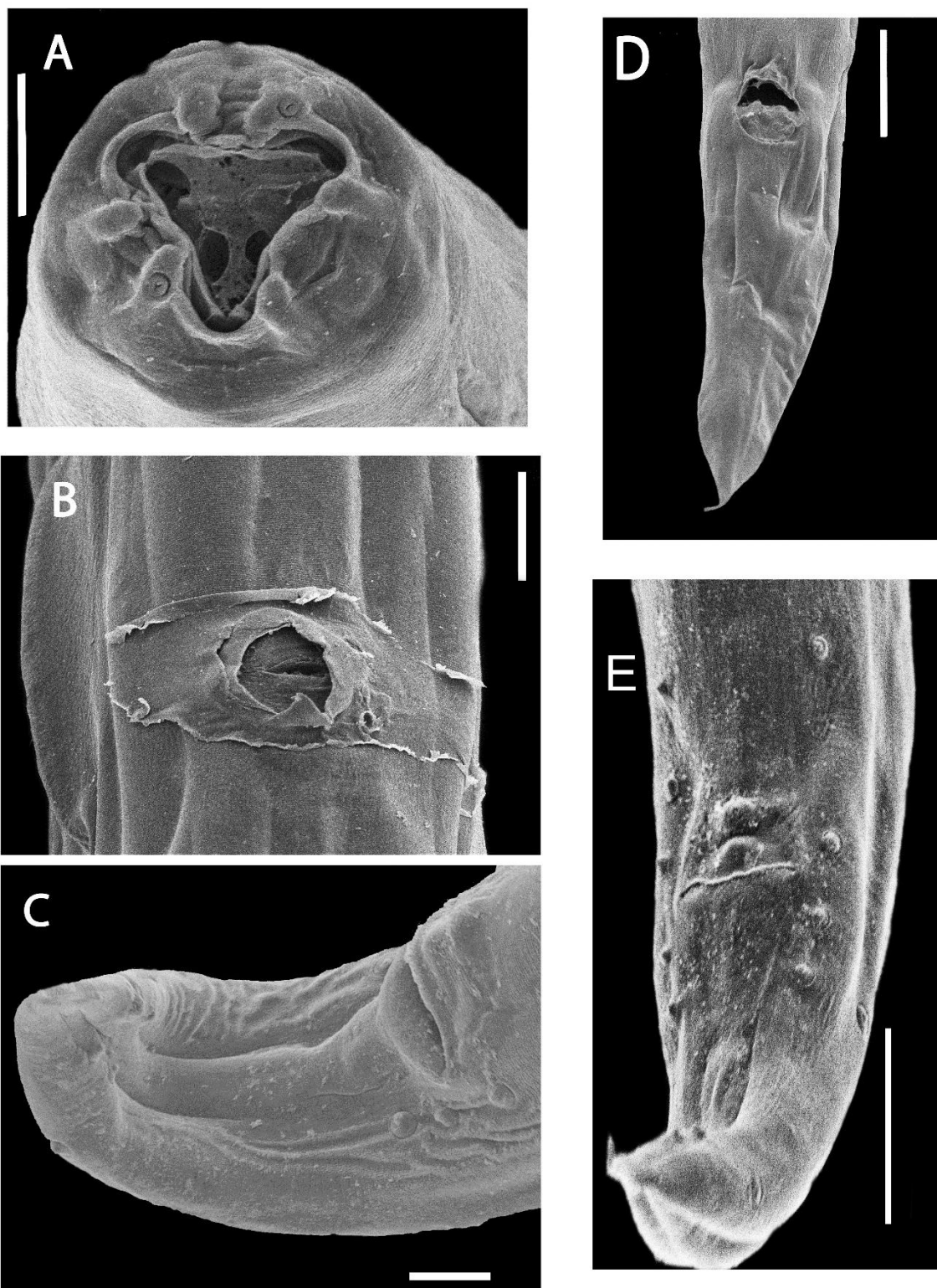


Figura 14. Microfotografías de microscopía electrónica de barrido de *Falcaustra mexicana*. A) C) Vista apical de los labios. B) Vulva. C) Cauda en vista lateral del macho. D) Cauda en vista ventral de la hembra. E) Patron papilar del macho. Escala: A-20 μ m, B-50 μ m, C-25 μ m, D y E-100 μ m.

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborden **Gnathostomatina** Skryabin e Ivaschkin 1973

Superfamilia **Gnathostomatoidae** Railliet 1895 (Ivaschkin 1960)

Familia **Gnathostomatidae** Railliet 1895

Sufamilia **Spiroxynae** Baylis y Lane 1920

Género **Spiroxys** Schneider 1866

***Spiroxys* sp.**

Figuras 15 y 16

Microhábitat: Intestino y estómago

Caracterización

La presente caracterización se realizó con base en dos adultos (una hembra y un macho) y tres larvas desenquistadas de estómago.

Dos labios laterales, cada uno con tres lóbulos, con una papila en cada uno de los lóbulos laterales. Poseen cuatro espinas en la base de los labios: un par en la región ventral y un par en la región dorsal (Fig 15). Esófago dividido en dos regiones: la primera región es muscular, la segunda región es glandular; la división entre estas regiones está marcada por el anillo nervioso. Hembras anfidelfas; vulva en posición ecuatorial. En los machos el extremo posterior está curvado ventralmente y provisto de alas caudales laterales, las cuales presentan tres pares de papilas pedunculadas subventrales postcloacales (Fig. 16).

CHNE: 9816 y 9817

Comentarios taxonómicos.

Los organismos estudiados corresponden a adultos jóvenes, los cuales fueron asignados al género *Spiroxys* por presentar dos labios laterales divididos en tres lóbulos, por el diente apical en el lóbulo medio y por la presencia de espinas en la base de los labios laterales (Anderson *et al.*, 1974;

Existen en el mundo 19 especies que pertenecen al género *Spiroxys*; 12 han sido registradas en tortugas dulceacuícolas de todas las regiones biogeográficas del mundo, especialmente en el continente americano; 2 en ranas del este de Asia y México; 3 en urodelos del Norte América y Japón y 2 en serpientes de Norte América. De estas 19 especies, se han registrado 5 especies en México (Cuadro 9).

Asímismo, se han registrados estadios larvarios de *Spiroxys* en mesenterio e intestino de *Allophorus robustus*, *Goodea atripinnis* y *Neophorus diazi* en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán (Peresbarbosa-Rojas *et al.*, 1994) y *Cichlasoma meeki* y *Cichlasoma passionis* en la Laguna de Chiribital, Tabasco (Osorio *et al.*, 1987); en el estómago de *Lithobates vaillanti* en Los Tuxtlas, Veracruz (Paredes-Calderón *et al.*, 2004); en mesenterio, estómago y peritoneo de *Leptodactylus melanonotus* en Sonora, en Los Tuxtlas, Veracruz, en Teapa, Tabasco y en Champayán, Tamaulipas (Baez-Vale, 2002; Goldberg y Bursey, 2002; Goldberg *et al.*, 2002; Mata-López *et al.*, 2013); en estómago, intestino y mesenterio de *Ambystoma lermaensis* en San Pedro Tlaltizapán, estado de México (Mata-López *et al.*, 2002) y en mesenterio, cavidad abdominal y pared del intestino en 47 especies de 13 familias de peces dulceacuícolas que se distribuyen en 14 estados de la República Mexicana: Veracruz, Michoacán, Guanajuato, Jalisco, Oaxaca, Tabasco, Quintana Roo, Yucatán, Querétaro, San Luis Potosí, Campeche, estado de México, Hidalgo y Durango (Salgado-Maldonado, 2006).

Cuadro 9. Registros de especies del género *Spiroxys* en México.

Especie	Hospedero	Localidad	Referencia
<i>S. susanae</i>	<i>Lithobates montezumae</i> ^A	Ciénega de Lerma, estado de México	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
	<i>Thamnophis marcianus</i> ^R		Cid del Prado (1971)
	<i>T. eques</i> ^R , <i>T. melanogaster</i> ^R , <i>T. marcianus</i> ^R , <i>T. eques</i> ^R	San Pedro Tultepec, estado de México	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2001); Jiménez-Ruiz <i>et al.</i> (2002)
			Caballero (1941c)
<i>S. corti</i>	<i>L. montezumae</i> ^A	Distrito Federal	Caballero (1935b)
	<i>Kinosternon hirtipes</i> ^R , <i>K. integrum</i> ^R	Izúcar de Matamoros, Puebla	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
<i>S. contortus</i>	<i>Ambystoma dumerilii</i> ^A , <i>L. dunnii</i> ^A	Lago de Pátzcuaro, Michoacán	García-Altamirano <i>et al.</i> (1993); Pulido- Flores (1994)
	<i>K. hirtipes</i> ^R	Lago de Cuitzeo, Lago de Pátzcuaro, Lago de Zirahuén, Lago de Zacapu, Manantiales de Cointzio, Michoacán	Pérez-Ponce de León <i>et al.</i> (2000)
	<i>Terrapene ornata</i> ^R	Michoacán	Caballero (1939)

Continuación Cuadro 9.

Especie	Hospedero	Localidad	Referencia
	<i>Trachemys scripta</i> ^R	Aguada Xpoc, Yucatán	Moravec y Vargas- Vázquez (1998)
<i>S. amydae</i>	<i>Apalone spinifera</i> ^R	Río Pesquería, Nuevo León	Peña-Rivera <i>et al.</i> (1994)
<i>S. tridetrodens</i>	<i>Chrysemys</i> sp. ^R	Acámbaro, Guanajuato	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
	<i>Kinosternon hirtipes</i> ^R	Río Lerdo y laguna de Yuriria, Guanajuato; Izúcar de Matamoros, Puebla	Caballero y Zerecero (1943); Cid del Prado (1971); Paredes-León <i>et al.</i> (2008)

A:Anfibio; R:Reptil

Ciclo de vida

Los adultos del genero *Spiroxys* parasitan el estómago de anfibios y reptiles. Los huevos de estos nematodos salen al exterior a través de las heces, donde se desarrollan las larvas de primer estadio. Estas larvas son ingeridas por un copépodo del género *Cyclops* y dentro del hemocele de estos invertebrados se desarrolla la larva de tercer estadio, la cual es infectiva para el hospedero definitivo (Hedrick, 1935). Sin embargo estas larvas han sido registradas en varios hospederos paraténicos como renacuajos, ranas y peces, como ocurre en *Lithobates montezumae* donde se registraron larvas enquistadas en estómago (Anderson, 2000). Las ranas pueden adquirir estos nematodos a través de la ingestión de copépodos y/o de hospederos paraténicos, ya que se registraron larvas y adultos en el estómago e intestino de *Lithobates montezumae*.

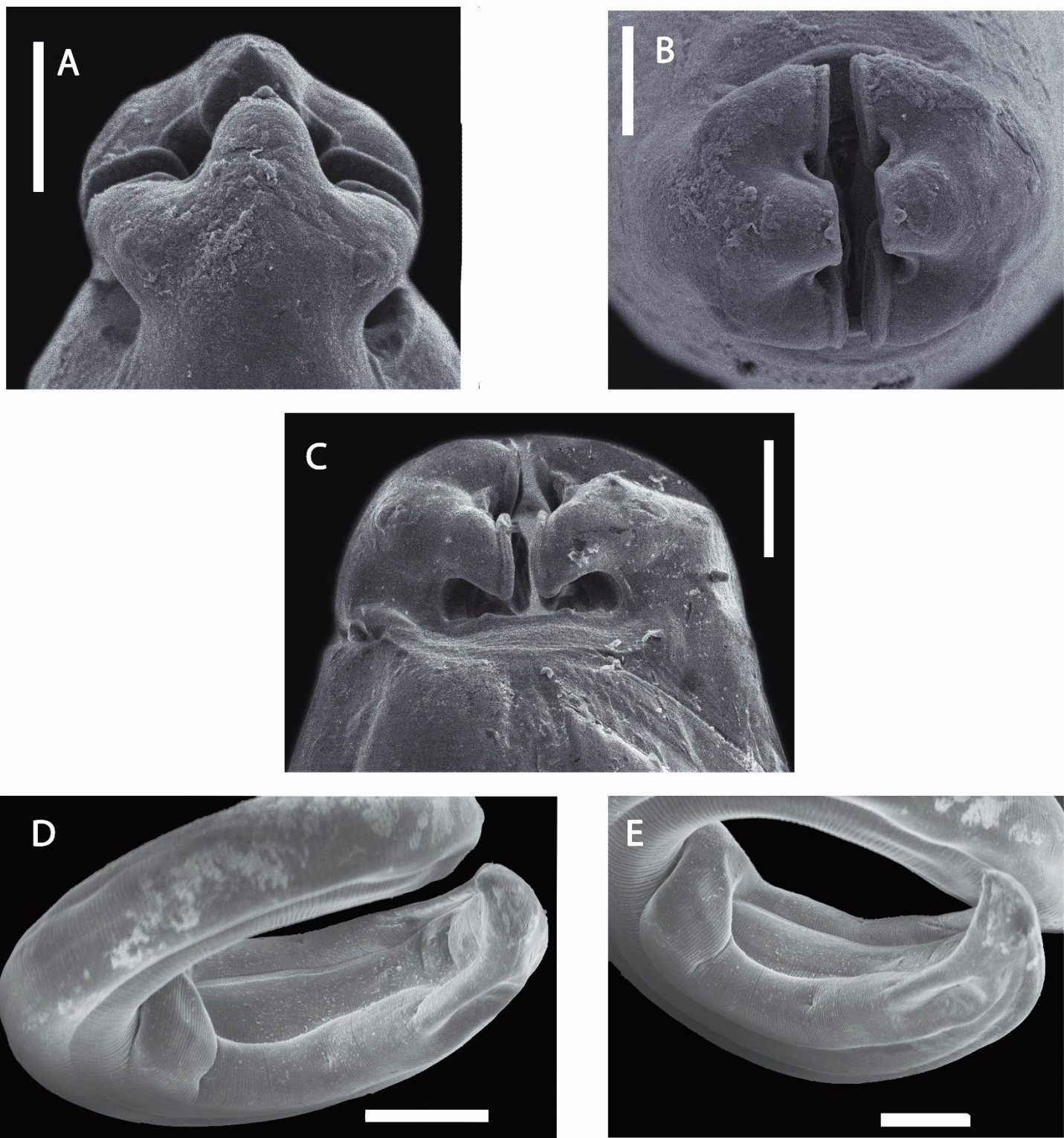


Figura 15 Microfotografías de microscopía electrónica de barrido de *Spiroxys* sp. A) Vista lateral de los labios. B) Vista apical de los labios. C) Vista ventral del extremo anterior. D) y E) Cauda en vista lateral del macho. Escala: A, B y C= 30 μ m, D=200 μ m y E=150 μ m.

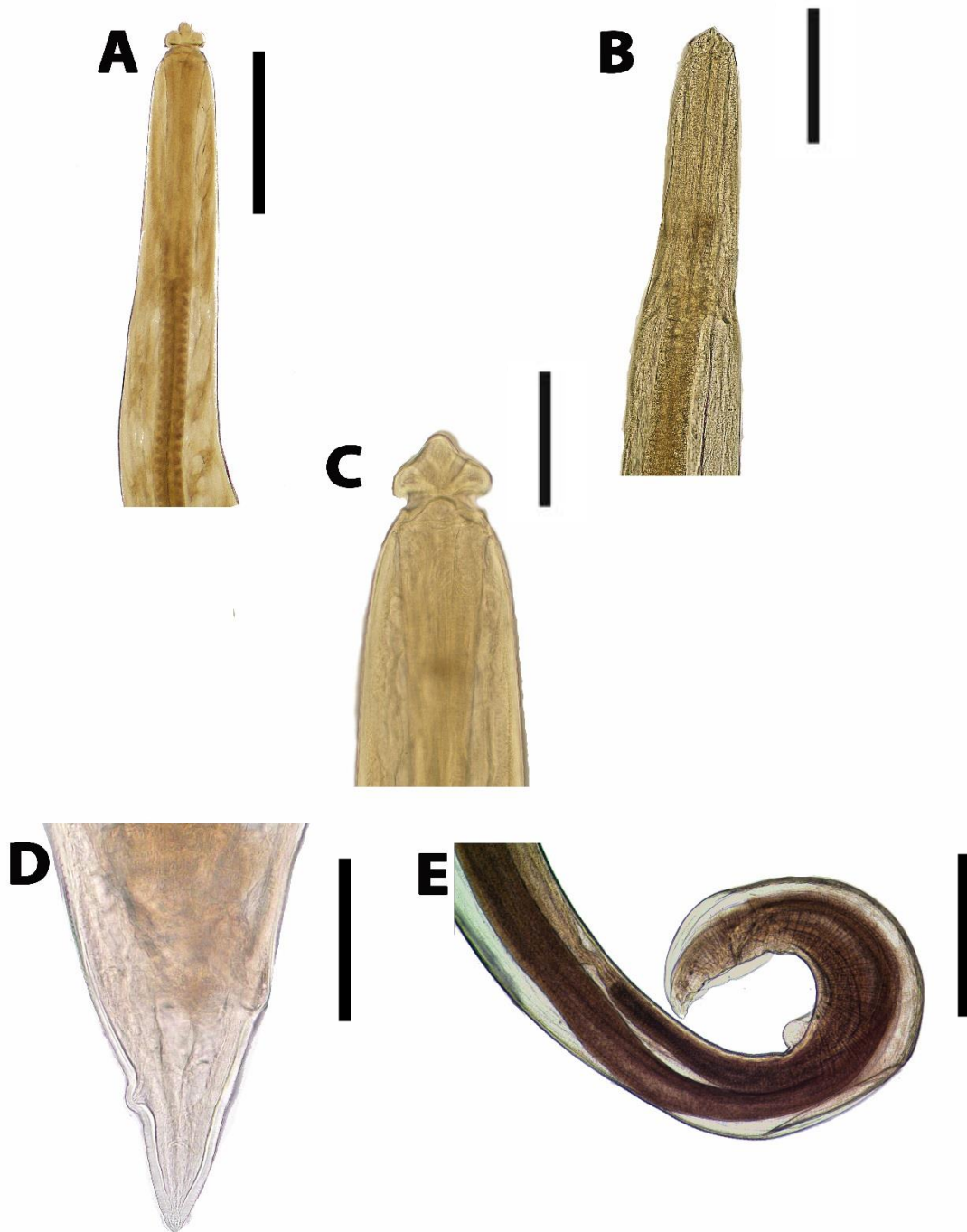


Figura 16. Microfotografías de microscopia óptica de *Spiroxys* sp. A) Extremo anterior de un adulto. B) Extremo anterior de una larva. C) Vista lateral de los labios. D) Extremo anterior de la hembra E) Cauda en vista lateral del macho. Escala: A, D y E= 0.06mm, B y C= 0.07mm.

Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborden **Spirurina** Railliet y Henry 1915

Superfamilia **Filarioidea** Weinland 1858 (Chabaud y Anderson 1959)

Familia **Onchocercidae** Leiper 1911 (Chabaud y Anderson 1959)

Subfamilia **Waltonellinae** Bain y Prod' hon 1974

Género **Foleyellides** Caballero 1935

Foleyellides striatus (Ochoterena y Caballero 1932) Caballero 1935

Figura 17

Microhábitat: Cavidad y mesenterio

Caracterización

Esófago dividido en dos regiones: una región muscular corta y una región glandular dos veces mayor en longitud a la región muscular. Longitud de los machos un tercio de la longitud de las hembras. Alas caudales sólo en machos, estrechas y delgadas; 4 pares de papilas caudales, un par precloacal ventral y tres postcloacales ventrales. Espículas desiguales en tamaño y forma, ambas con la base más ancha que la punta; espícula derecha corta, robusta y que finaliza en una punta roma; espícula izquierda larga, delgada que finaliza en punta aguda. En las hembras la vulva se localiza posterior a la unión esófago-intestino, la cual se halla al final del primer décimo de la longitud total corporal.

CHNE: 9818

Comentarios taxonómicos

Existen en el mundo 10 especies del género *Foleyellides* Caballero, 1935 que parasitan anuros: 5 de Estados Unidos, *F. brachyoptera* Wehr y Causey, 1939; *F. dolichoptera* Wehr y Causey, 1939; *F. americana* Walton, 1929, *F. flexicauda* Schacher y Crans, 1975 y *F. ranae* Walton, 1929; 2 de México, *F. striatus* Ochoterena y Caballero, 1932 y *F. rhinella* García-Prieto, Ruiz-Torres, Osorio-Sarabia y Merlo-Serna, 2014, 1 de Palestina *F. duboisi* Leiper, 1911; 1 de Filipinas, *F. confusa* Schmidt y Kuntz, 1969; y 1 de Malasia, *F. malayensis* Petit y Yen, 1979. De estas especies, únicamente *F. striatus* y *F. rhinella* se han registrado en México (Cuadro 10). Ambas especies son nematodos característicos de anuros; sin embargo, *F. striatus* parasita principalmente a especies de la familia Ranidae mientras que el único registro de *F. rhinella*, es el de su descripción, según el cual es parásita de una especie de la familia Bufonidae.

Los ejemplares del presente trabajo fueron asignados a *F. striatus* por presentar sólo cuatro pares de papilas en el patrón descrito para esta especie (Esslinger, 1986) ya que *F. rhinella* presenta cinco pares de papilas, cuatro de ellas postcloacales (García-Prieto *et al.*, 2014).

Cuadro 10. Registros de *Foleyellides* en México.

Hospedero	Localidad	Referencia
<i>Lithobates brownorum</i> †	Reserva de la Biosfera de Celestún, Parque Estatal Lagunas de Yalahau, Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, Yucatán	Yáñez-Arenas y Guillén-Hernández (2010)
<i>Lithobates dunni</i> †	Lago de Zacapu, Michoacán	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
<i>Lithobates forreri</i> † <i>Lithobates magnaocularis</i> †	Sinaloa; Sonora	Goldberg y Bursey (2002)
<i>Lithobates</i> cf. <i>forreri</i> †	Carretera Acapulco-Aeropuerto, San Pedro Las Playas	Cabrera-Guzmán <i>et al.</i> (2007)
<i>Lithobates megapoda</i> †	Lago de Cuitzeo, Michoacán	Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
<i>Lithobates montezumae</i> †	Lago de Xochimilco, D.F.; Ciénega de Lerma, estado de México	Ochoterena y Caballero (1932); Caballero (1935); Paredes-León <i>et al.</i> (2008)
<i>Lithobates</i> sp. †	ND	Ochoterena y Caballero (1932)
<i>Lithobates tarahumarae</i> †	Yecora, Sonora	Bursey y Goldberg (2001)
<i>Rhinella marina</i> *	Laguna Coyuca, Guerrero	García-Prieto <i>et al.</i> (2014)

† Registros de *Foleyellides striatus*; *Registros de *Foleyellides rhinella*

Ciclo de vida

Las especies del género *Foleyellides* tienen ciclo de vida indirecto y la vía de transmisión es por medio de un vector. Estos nematodos son parásitos de la cavidad corporal y mesenterio de ranas y sapos. A partir de una larva se desarrolla una microfilaria, la cual se encuentra en los vasos sanguíneos, cuando el mosquito se alimenta, la microfilaria es succionada por este. En el hemocele

de estos mosquitos se desarrolla el tercer estadio larvario. Finalmente cuando el mosquito pica a la rana, la larva infectiva pasa por la proboscis hasta llegar a la piel de la rana (Olsen, 1986; Anderson, 2000).

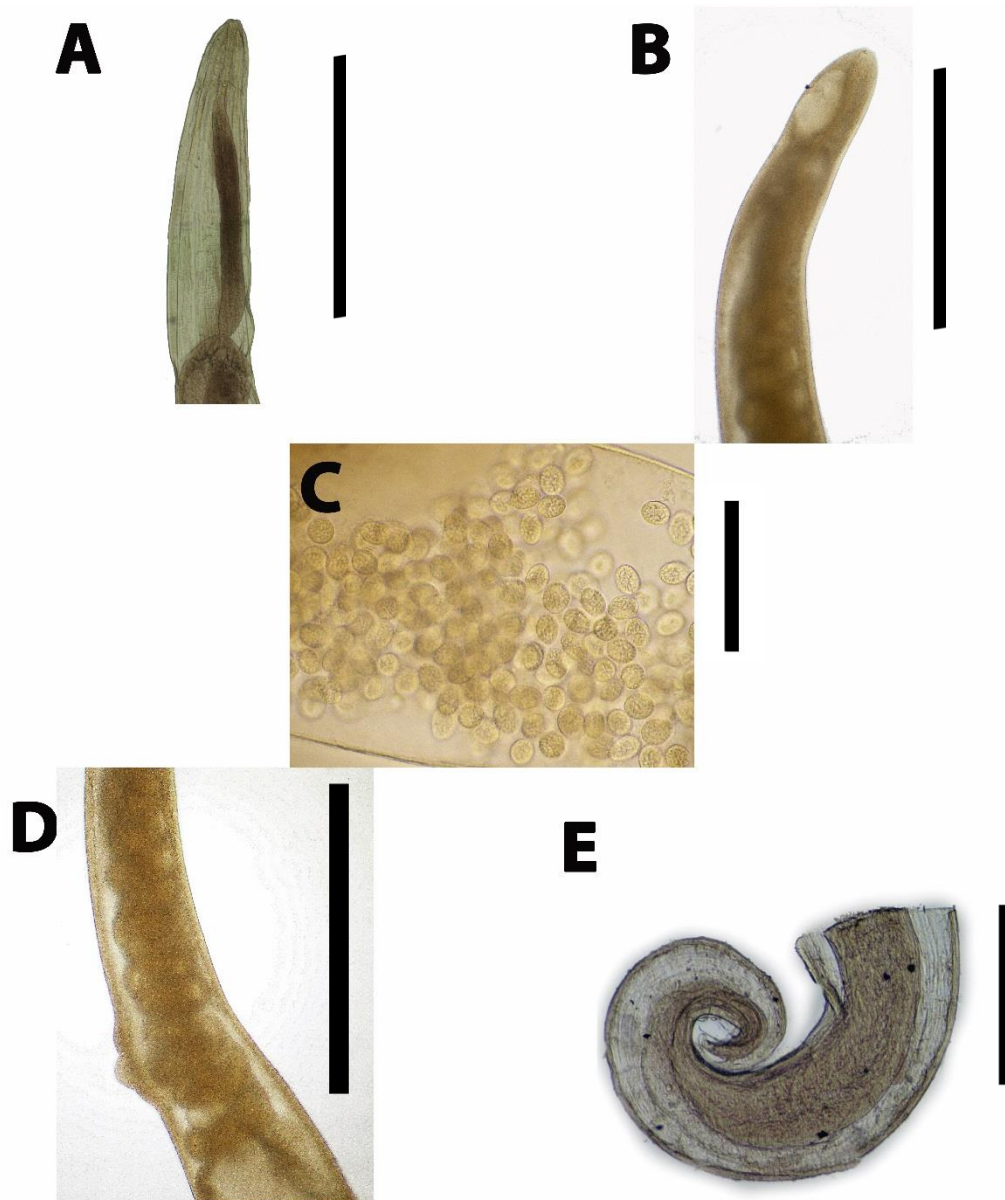


Figura 14. Microfotografías de microscopía óptica de *Foleyllides striatus*. A) Extremo anterior del macho. B) Extremo anterior de la hembra. C) Huevos. D) Vulva en vista lateral. E) Cuda del macho. Escala: A- y B-0.5mm, C- 0.05mm, D- 0.11mm y E-0.06mm.

ANÁLISIS ECOLÓGICO

Caracterización de las infecciones.

De los 30 ejemplares de *L. montezumae* revisados, se obtuvieron 6 taxa de helmintos, siendo el nematodo *Falcaustra mexicana* la especie que registró la mayor prevalencia (70%), infectando a 21 de los 30 hospederos. De las especies de helmintos restantes, los valores de prevalencia oscilan entre 13 y 50% (Cuadro 11).

Con respecto a la abundancia, la metacercaria de *Renifer* sp. fue el taxa de helminto que registró el valor promedio más alto, 148.73 individuos por hospedero analizado. De igual manera, las infecciones más intensas fueron para este mismo taxón, obteniéndose un promedio de 343.23 metacercarias por hospedero. En contraste, el trematodo pulmonar *Haematoloechus complexus* registró los valores más bajos de estos tres parámetros (prevalencia, 13.33%; abundancia 0.13; e intensidad 1), infectando únicamente a 4 hospederos.

Cuadro 11. Caracterización de las infecciones por helmintos en *Lithobates montezumae*.

P: dada en %; I-I: Intervalo de intensidad.

Helminto	Número de helmintos	Hospederos infectados	Prevalencia (%)	Abundancia	Intensidad	I-I
<i>Glyphelmins quieta</i>	712	16	53.33	23.73	44.5	1-244
<i>Haematoloechus complexus</i>	4	4	13.33	0.13	1	—
<i>Renifer</i> sp.	4462	13	43.33	148.73	343.23	69-971
<i>Falcaustra mexicana</i>	253	21	70	8.43	12.05	1-124
<i>Spiroxys</i> sp.	42	9	30	1.4	4.67	1-19
<i>Folellydes striatus</i>	20	9	30	0.67	2.22	1-4

Especies autogénicas y alogénicas

De acuerdo a lo propuesto por Esch *et al.* (1988). La totalidad de las especies (6) de helmintos registradas en el presente estudio son autogénicas, es decir que completan su ciclo de vida en hospederos con hábitos acuáticos (Cuadro 12).

Especies generalistas y especialistas

Cuatro de las especies de helmintos son generalistas y dos se clasificaron como especialistas. De las especies especialistas, *Glyphelmins quieta* y *Folellydes striatus*, son helmintos característicos de anuros de la Familia Ranidae, por lo que el componente de comunidad de helmintos de *Lithobates montezumae* (Cuadro 12) está dominado por helmintos generalistas.

Cuadro 12. Clasificación de las especies de helmintos.

Helminto	Autogénica	Alogénica	Especialista	Generalista
Trematoda				
<i>Glyphelmins quieta</i>	X		X	
<i>Haematoloechus complexus</i>	X			X
<i>Renifer</i> sp.	X			X
Nematoda				
<i>Falcaustra mexicana</i>	X			X
<i>Follellydes striatus</i>	X		X	
<i>Spiroxys</i> sp.	X			X

Análisis de las comunidades

Infracomunidad

De las 30 ranas recolectadas en San Pedro Tlaltizapán, estado de México, de las cuales 28 (93.33%) estuvieron infectadas con al menos uno de los 6 taxa de helmintos registrados en este estudio. De estas 28 ranas, 25 estuvieron infectadas con más de 2 especies de helmintos. A pesar de que la abundancia promedio de helmintos en cada rana fue moderado (183.1 ± 296.673), este valor es debido básicamente a la aportación por parte de la especie dominante, las metacercarias de *Renifer* sp., que registraron las infecciones más intensas, ocasionando con ello que el valor del índice de diversidad de Brillouin fuera bajo (Cuadro 13).

La riqueza promedio registrada es de 2.407 especies de helmintos por hospedero, con un máximo de 4 especies por infracomunidad.

Cuadro 13. Atributos de las infracomunidades de *Lithobates montezumae*.

Parámetros	
Hospederos revisados	30
Hospederos infectados	28
Riqueza	2.40 ± 1.102 (0-4)
Abundancia	183.1 ± 296.673 (0-1002)
Índice de Brillouin	0.289 ± 0.246 (0-0.6678)
Equidad	0.60 ± 0.331 (0-1)
Dominancia (Berguer-Parker)	0.768 ± 0.280 (0-1)

Continuación Cuadro 13

Parámetros	
Especie dominante	<i>Renifer</i> sp.
Hospederos con 0-1 especie	5
Hospederos con más de 2 especies	25
Índice de Sorensen	0.296
Índice de Jaccard	9.23%

Comunidad componente

A nivel de comunidad componente en *Lithobates montezumae* se registraron seis taxa de helmintos, recuperándose un total de 5493 individuos; sin embargo, el valor de dominancia cerano a 1, debido básicamente a la alta abundancia numérica de las metacercarias de *Renifer* sp., las cuales representan el 81.23% del total de helmintos obtenidos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de la comunidad componente de helmintos en *Lithobates montezumae*.

Parámetros	
Riqueza	6
Abundancia	5493
Índice de Brillouin	0.6358
Equidad	0.9061
Índice de Shanon	0.6384
Equidad de Shanon	0.3563
Dominancia (Berguer-Parker)	0.8123
Especie dominante	<i>Renifer</i> sp.

DISCUSIÓN GENERAL

El registro helmintológico de *Lithobates montezumae* en el presente estudio, comprende 6 taxa, de los cuales tres son digeneos y tres nematodos. Cinco de estos helmintos ya habían sido registrados anteriormente como parásitos de este hospedero (Ochoterena & Caballero, 1932; Caballero, 1935; León-Règagnon, 1992; León-Règagnon *et al.*, 1999; Razo-Mendivil *et al.*, 1999; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000 y Paredes-León *et al.*, 2008), siendo únicamente *Falcaustra mexicana* registro nuevo para *Lithobates montezumae*. Así mismo existen registros previos de estos

helminthos en otras especies de hospederos de San Pedro Tlaltizapán, estado de México como *Ambystoma lermaensis*, *Thamnophis melanogaster*, *Thamnophis marcianus* y *Thamnophis eques* (Cid del Prado, 1971; León-Règagnon *et al.*, 1999; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2001; Jiménez-Ruiz *et al.*, 2002; Mata-López *et al.*, 2002).

Particularmente para México se han registrado 2 géneros de la Familia Ranidae: *Rana* y *Lithobates* que incluyen a 27 especies, de las cuales 25 pertenecen al género *Lithobates*. Con respecto a las demás especies del género estudiadas (16), se puede observar que la composición taxonómica es similar, ya que los helmintos registrados en el presente estudio se han colectado en otras especies del género *Lithobates*. De los digeneos, *Glythelmins quieta* se ha registrado en otras ocho especies (ver Cuadro 5); *Haematoloechus complexus* en seis (ver Cuadro 7); *Renifer* sp. en tres (ver Cuadro 6). De los nematodos, *Foleyellides striatus*, se ha registrado en ocho especies (ver Cuadro 10); en estadio adulto, *Spiroxys* sp. no se había registrado en ninguna especie de *Lithobates*, sin embargo si existen registros de fases larvarias en una especie de este género: *L. vaillanti* (Paredes-Calderón *et al.*, 2004); y *Falcustra mexicana* únicamente se había registrado en *L. dunnii* (Pulido-Flores, 1994). Estos resultados sugieren que por lo menos cuatro de estos taxa de helmintos - al presentar un mayor número de registros dentro del género *Lithobates*-son componentes característicos de la helmintofauna de anuros de la familia Ranidae.

La familia Ranidae tiene 372 especies a nivel mundial (Frost, 2015) de las cuales 72 han sido estudiadas helmintológicamente, lo que representa menos del 20% de la diversidad total de ránidos. Hasta la fecha, a nivel mundial se han realizado 75 estudios helmintológicos de anuros de esta familia, de los cuales ocho son estudios taxonómicos y representan registros puntuales, 51 son registros helmintológicos completos, es decir analizan las helmintofaunas y en 16 la estructura de comunidades de helmintos. En estos últimos trabajos, se analizaron 11 especies de ránidos, ocho para el género *Lithobates*, de los cuales dos se realizaron en México, seis en Estados Unidos y Canadá; 2 en especies del género *Pelophylax*, en España y una del género *Rana* de Estados Unidos (ver Cuadro 1).

Entre los helmintos registrados en el presente estudio predomina el ciclo de vida indirecto, presente en cinco de los seis taxa. Este aspecto nos indica que los individuos de *Lithobates montezumae* son parasitados principalmente por dos vías de infección: ingestión y transmisión por vectores (penetración). En el caso de los digeneos, las ranas adquieren estas infecciones al ingerir principalmente caracoles y artrópodos acuáticos que actúan como hospederos intermediarios. *Haematoloechus complexus* es reclutado por medio de la ingestión de náyades de libélulas (Krull,

1933; Bolek y Janovi, 2007); *Renifer* sp., a través de la ingestión de caracoles (Byrd, 1935 y Walker, 1939) y *Glypthelmins quieta* el cual es adquirido por un mecanismo particular. Este trematodo utiliza a caracoles (*Physa gyrina*) como hospederos intermediarios, donde se desarrollan las xifidocercarias; éstas penetran la piel de las ranas y posteriormente se enquistan, transformándose en metacercarias y una vez que se lleva a cabo el proceso de metamorfosis, al mudar de piel, las ranas ingieren su propia piel, infectándose con metacercarias, que al alojarse en el intestino maduran sexualmente (Rankin, 1944; Leigh, 1946; Schell, 1962). Debido a que en este estudio se registraron adultos maduros y adultos jóvenes, se sugiere que existen hábitos que permiten el reclutamiento de estos helmintos a partir de la ingesta de otros individuos de la misma especie como el canibalismo (Pulido-Flores, 1994; Bolek y Coggins, 2001; Pérez-Romero, 2006). En el caso de los nematodos, las ranas adquieren estas infecciones por ingerir larvas infectivas y por medio de vectores (penetración). El nematodo *Spiroxys* sp. es adquirido a través de la ingestión de copépodos (hospederos intermediarios) y de hospederos paraténicos como peces y renacuajos ((Hedrick, 1935). De acuerdo con Anderson (2000), los nematodos de la familia Kathlaniidae tienen ciclo de vida directo; sin embargo, se conoce muy poco acerca de la vía de transmisión. Se piensa que las larvas de tercer estadio de *Falcaustra* spp. se desarrollan fuera del hospedero y utilizan a diversos invertebrados y vertebrados (moluscos y peces) como hospederos paratenicos (Moravec *et al.*, 1995). Entre los nematodos, se registraron tanto fases larvarias como adultos de *Spiroxys* sp. Esto sugiere que estos nematodos presentaron precocidad, es decir madurez sexual temprana como lo citado por Sprent (1982) en Anderson (1988), quien registró adultos de *Hexametra angusticaecoides* en camaleones que fungen como hospederos intermediarios, de igual manera registró adultos de *Orneoascaris chrysanthemoides* en ranas (hospederos intermediarios). Asimismo se considera que estos nematodos presentan precocidad porque los individuos recuperados de *Spiroxys* sp. corresponden a adultos jóvenes, los cuales en el momento de la disección de los hospederos, no presentaban madurez somática, lo anterior se observó en algunas de las características morfológicas, como el patrón papilar, el cual no se logró observar claramente y en que los hospederos definitivos son algunos reptiles como serpientes y tortugas (Cid del Prado, 1971; Jiménez-Ruiz *et al.*, 2002). Con respecto *Falcaustra mexicana*, se registraron en mayor número adultos y en menor número larvas. Los nematodos del género *Foleyellides* han desarrollado algunas adaptaciones en su ciclo de vida, la principal es la vía de transmisión. Estos nematodos utilizan un vector, que generalmente es un díptero. El díptero actúa como un hospedero paraténico, al

transportar las microfilarias de una rana infectada a otra a través de su picadura (Olsen, 1986; Anderson, 2000).

Caracterización de las infecciones

La especie de helminto con mayor prevalencia (70%) fue *Falcaustra mexicana*, este valor podría atribuirse a algunos rasgos de su ciclo de vida, como la utilización de una gran cantidad de hospederos paraténicos como algunos peces (Salgado-Maldonado, 2006) y a la posibilidad de que los huevos eclosionen dentro del hospedero. *Renifer* sp. fue el helminto con los valores más altos de abundancia (148.73) e intensidad (219.43). En este caso la dieta de *L. montezumae* facilita la infección de este helminto por medio de la ingestión de caracoles (hospederos intermediarios).

De las demás especies *Glyphelmis quieta* también registró valores altos de prevalencia y de intensidad, esto puede atribuirse a las modificaciones y adaptaciones que han sufrido en su ciclo de vida, que se discutieron previamente. Así mismo esta especie de digeneo ha sido registrado con altos valores de infección en otras especies de ranas como *Lithobates catesbeianus* en Estados Unidos (Muzzall, 1991) y *L. spectabilis* de Hidalgo, México (Pérez-Romero, 2006).

En contraste, las infecciones menos intensas fueron producidas por *Haematoloechus complexus*, este trematodo como se discutió previamente utiliza dos hospederos intermediarios: el primero son caracoles y el segundo hospedero intermediario son náyades de libelulas. Estos resultados se pueden explicar por una posible baja disponibilidad de hospederos intermediarios, principalmente de las náyades de libélulas, la cual a su vez puede atribuirse a las condiciones abióticas de la localidad, principalmente la época del año, ya que los hospederos se recolectaron durante época de secas, que es la época donde existe una menor reproducción y desarrollo de larvas de insectos acuáticos así como escasez de alimento que genera en las poblaciones de náyades una menor densidad y mayor mortalidad (Stoks, R. y Córdoba-Aguilar, 2012). Sin embargo es necesario analizar los niveles de infección de estos helmintos durante época de lluvias y durante época de secas, para identificar si la variación estacional influye en los niveles de infección.

Infracomunidades

Las infracomunidades de helmintos en *Lithobates montezumae* son pobres (2.407 ± 1.185) con respecto a lo registrado en otras especies de ranas (ver Cuadro 1), principalmente de México, *L. dunnii* y *L. vaillanti* (García-Altamirano *et al.*, 1993; Paredes-Calderón *et al.*, 2004); de España y Marruecos: *Pelophylax perezi* y *P. perezi* (Navarro y Lluch, 2006); de Canadá, *L. pipiens* (McAlpine,

1997; King *et al.*, 2008) y de Estados Unidos como *L. clamitans melanota* (Bolek y Coggins, 2001), *L. clamitans* (Muzzall, 1991; Muzzall *et al.*, 2001) y *L. catesbeianus* (Muzzall, 1991).

De la misma forma, en términos de abundancia, las infracomunidades de este anuro se sitúan en una posición intermedia (143 ± 278.523) en comparación con lo registrado para otras ranas, principalmente *L. dunnii* del Lago de Patzcuaro en Michoacán, cuya abundancia promedio fue de 878.4 ± 2010 (García-Altamirano *et al.*, 1993). Simultáneamente, el 16.66% de las infracomunidades estuvieron libres de infección o parasitadas por una sola especie. Factores que aunados a la reducción del nivel de equidad (0.60 ± 0.331) ocasionada por la dominancia de *Renifer* sp. en las infracomunidades, determinan los bajos valores de diversidad (0.289 ± 0.246) registrados en este sistema. Estos resultados coinciden con algunos estudios previos sobre infracomunidades de helmintos en ránidos (Aho, 1990; Muzzall, 1991; Muzzall y Peebles, 1991; García-Altamirano *et al.*, 1993; Yoder y Coggins, 1996; McAlpine, 1997; Gilliland y Muzzall, 1999; Bolek y Coggins, 2001; Navaro y Lluch, 2006;) al señalar que estas infracomunidades son pobres, altamente variables, aislacionistas y con valores bajos de diversidad y equidad (Cuadro3).

Las infracomunidades de *Lithobates montezumae* en términos de abundancia estuvieron dominadas por helmintos de ciclo de vida indirecto, principalmente por dos digeneos: *Renifer* sp. y *Glypthelmins quieta*. Al igual que en este estudio, en las infracomunidades de helmintos en otros ránidos del mundo, los helmintos con ciclo de vida indirecto, que en este caso son principalmente digeneos, dominaron este nivel (Muzzall, 1991; García-Altamirano *et al.*, 1993; Bolek y Coggins, 2001; Muzzall *et al.*, 2001; Paredes-Calderón *et al.*, 2004). Esto permite sugerir que la dieta y el hábitat del hospedero son factores que estructuran las comunidades de helmintos en anfibios. Estos factores son distintos a los propuestos por Aho (1990), quien identificó que la vagilidad y la ectotermia son los principales factores que influyen en la estructura de las comunidades de helmintos en este grupo de hospederos; así mismo, este autor sugiere que las tasas de alimentación son afectadas por estos factores, por lo que las relaciones presa-depredador no son un factor que determine la estructura de estas comunidades como ocurre en mamíferos y en aves.

Comunidad componente

El análisis de la comunidad componente de *Lithobates montezumae* en este estudio define a este nivel jerárquico como pobre, con una riqueza baja (6 especies: 3 digeneos y 3 nematodos), mucho menor a la registrada en otros estudios, por ejemplo, Bolek y Coggins (2003) analizaron la comunidad componente de *Lithobates pipiens*, la cual consiste de 8 especies: 4 trematodos, 1 larva

de cestodo y tres nematodos; Burseý *et al.* (2010), registraron 13 helmintos en la comunidad componente de *Rana boylei*: seis digeneos, un cestodo, cuatro nematodos y dos acantocefalos; la comunidad componente de *R. sphenocéphala* analizada por Vhora (2015) consiste de 11 especies de helmintos: 5 de digeneos, 2 de cestodos y cuatro de nematodos y Gustafson *et al.* (2013) registraron 15 helmintos en la comunidad componente de *L. pipiens*: 11 digeneos, 3 nematodos y un cestodo y en la comunidad componente de *L. sylvaticus* se encontraron 8 helmintos: 4 digeneos, 3 nematodos y un cestodo. De acuerdo con esta comparación, las comunidades componentes de helmintos en estas especies de ránidos están dominadas principalmente por digeneos, es decir por helmintos de ciclo de vida indirecto.

La comunidad componente de *Lithobates montezumae* en este estudio está compuesta principalmente por especies generalistas (ver Cuadro 12), ya que cuatro de los helmintos se han registrado en otras familias de hospederos. Las metacercarias de *Renifer* sp. completan su ciclo de vida en serpientes y utilizan a peces y/o ranas, como hospederos intermediarios. *Haematoloechus complexus* puede parasitar a caudados como *Ambystoma lermaensis* (Mata-López *et al.*, 2002) y a anuros como *Lithobates megapoda*, *L. neovolcanica*, *L. magnaocularis* (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Goldberg y Bursey, 2002). *Falcaustra mexicana* es un nematodo característico tanto de anfibios como de reptiles (Bursey *et al.*, 2004). *Spiroxys* sp. parasita principalmente a reptiles (Caballero y Zerecero, 1943; Cid del Prado, 1971; Paredes-León *et al.*, 2008). Con respecto a las especies especialistas: *Glyphelmins quieta* y *Foleyellides striatus* son helmintos que parasitan únicamente a especies del género *Lithobates*.

El factor que determina la riqueza específica de las comunidades de helmintos en *Lithobates montezumae* es la alimentación, ya que 5 de los 6 helmintos registrados en el presente estudio se reclutan a través de la ingestión de fases larvárias y de hospederos intermediarios o paratenicos; así mismo los niveles de infección más elevados obtenidos en este sistema se registraron en helmintos que son adquiridos a través de esta vía de infección (*Glyphelmins quieta*, *Haematoloechus complexus*, *Renifer* sp., *Spiroxys susanea* y *Falcaustra mexicana*). Este mismo patrón se ha descrito previamente en otras especies del género *Lithobates* que han sido estudiadas en México (García-Altamirano *et al.*, 1993; Pulido, 1994; Paredes-Calderón *et al.*, 2004; Romero-Mayén, 2011). Tales resultados se contraponen con la idea propuesta por Aho (1990), quien sugiere que la helmintofauna de anfibios está compuesta principalmente por nematodos de ciclo de vida directo cuya vía de transmisión es la penetración cutánea.

Los hábitos alimenticios y las diferencias en el hábitat de los hospederos son factores importantes que estructuran las comunidades de helmintos en anfibios. En las especies de ranas semiacuáticas: *L. vaillanti*, *L. dunni* y *L. psilonota*. Las comunidades de estos parásitos están dominadas por taxa de ciclo de vida indirecto, principalmente digeneos como *Haematoloechus*, *Glypthelmins* y *Langeronia*, que están asociados a hábitats acuáticos, siendo la vía de transmisión la ingestión de hospederos intermediarios. Y en anfibios con hábitos más terrestres, estos hospederos se infectan con helmintos de ciclo de vida directo, principalmente nematodos, como *Aplectana*, *Cosmocerca*, *Oswaldocruzia* y *Rhabdias* (Bolek y Coggins, 2003; Cabrera-Guzmán *et al.*, 2007; Yáñez-Arenas y Guillén-Hernández, 2010). En particular, *L. montezumae* se alimenta de invertebrados terrestres y acuáticos como insectos, arácnidos y crustáceos (Uribe *et al.*, 1999), los cuales pueden ser utilizados como hospederos intermediarios de los helmintos registrados en el presente estudio. De acuerdo con lo obtenido en *L. montezumae*, a nivel de comunidad componente los digeneos fueron el grupo mas abundante, ya que el 94.26% de los individuos corresponde a estos helmintos y solamente el 5.74% a nematodos; así mismo, los altos valores de prevalencia (43.33%) y de abundancia (148.73 metacercarias en promedio) para uno de los tres digeneos (*Renifer* sp.) indica que los caracoles (hospederos intermediarios) son un componente principal de la dieta de *L. montezumae*. Estos resultados sugieren que las ranas pasan la mayor parte de su vida alimentándose en un hábitat acuático o semiacuático donde se desarrollan los hospederos intermediarios y/o paratenicos de los 6 taxa de helmintos de *L. montezumae* en San Pedro Tlaltizapán, estado de México. De igual manera, estos resultados nos permiten clasificar a todos los helmintos como especies autogénicas.

CONCLUSIONES

-El registro helmintológico de *Lithobates montezumae* de San Pedro Tlaltizapán, estado de México, en el presente estudio está compuesto por seis taxa de helmintos: 3 trematodos, *Glythelmins quieta*, *Haematoloechus complexus*, *Renifer* sp. y 3 nematodos, *Falcaustra mexicana*, *Foleyellides striatus* y *Spiroxys* sp.

- Se registra por primera vez a *Falcaustra mexicana* como parásito de *Lithobates montezumae*.

- *Falcaustra mexicana* fue el helminto que registró los valores más altos de prevalencia (70%) en este estudio, al parasitar a 21 de los 30 hospederos revisados.

- Las metacercarias de *Renifer* sp. registraron los valores más altos de abundancia (148.73) e intensidad (219.46) en este estudio.

- Las infracomunidades de *Lithobates montezumae* se definen como pobres, con un valor intermedio de abundancia y un valor alto de dominancia ocasionado por las metacercarias de *Renifer* sp.

-La riqueza específica y la abundancia de las comunidades de helmintos en *Lithobates montezumae* está determinada por la dieta, ya que cinco de los seis helmintos registrados en este estudio son adquiridos por medio de la ingestión de hospederos intermediarios/paratenicos y de fases larvarias.

-La comunidad componente de helmintos en *L. montezumae* está dominada por especies generalistas y autógenas, ya que cuatro de los seis helmintos se clasificaron como helmintos generalistas y la totalidad de helmintos (6) registrados en este estudio se clasificaron como especies autógenas.

-El análisis de las comunidades de helmintos permite establecer a la dieta y los hábitos semiacuáticos de *L. montezumae* como los principales factores que estructuran estas comunidades.

LITERATURA CITADA

- Aho, J. M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles comparative approaches to understanding patterns and processes. *En: Esch, G.W., A.O. Bush and J.M. Aho (eds). Parasite communities: patterns and processes.* Chapman and Hall. London, pp. 157-195.
- AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. 2013. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Disponible en <http://amphibiaweb.org/> Consultado febrero 2015.
- Anderson. R. C., Chabaud, A. G. y S. Willmott (eds.). 1974. CIH Keys to the Nematoda parasites of vertebrates. CAB, England.
- Anderson, R.C. 1988. Nematode Transmission Patterns. *Journal of Parasitology*, 74(1): 30-45.
- Anderson, R.C. 2000. Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmisión. CABI Publishing, Wallingford, Inglaterra. 672pp.
- Baez-Vale, R. 2001. Analisis de la estructura de las comunidades de helmintos de cuatro especies de anuros de la region de los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 101 pp.
- Bolek, M.G. y J., Coggins 2001. Seasonal occurrence and community structure of helminth parasites in green frogs, *Rana clamitans melanota*, from Southeastern Wisconsin, U.S.A. *Comparative Parasitology*, 68(2):164-174.
- Bolek, M.G. y J., Coggins 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. *Journal of Parasitology*, 89(4):673-680.
- Bolek, M.G. y J. Janovy Jr. 2007. Evolutionary avenues for, and constraints on, the transmission of frog lung flukes (*Haematoloechus* spp.) In dragonfly second intermediate hosts. *Journal of Parasitology*, 93(3): 593–607.
- Bravo-Hollis, M. 1941. Revisión de los géneros *Diplodiscus* Diesing, 1836 y *Megalodiscus* Chandler, 1923 (Trematoda: Paramphistomoidea). II. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 12:643–661.
- Bravo-Hollis, M. 1943a. Estudio sistemático de los trematodos parásitos de los “ajolotes” de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 14:141–159.
- Bravo-Hollis, M. 1943b. Trematodos parásitos de las culebras *Thamnophis angustirostris melanogaster* de agua dulce. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 14:491–497.

- Bray, R. A., Gibson, D. I. y A. Jones. 2008. Keys to the trematode. Volume 3. Cabi y Museo de Historia Natural, Londres, Reino Unido. 799 pp.
- Burse, Ch. y S. Goldberg. 2001. *Falcaustra lowei* n. sp. and other helminths from the tarahumara frog, *Rana tarahumarae* (Anura: Ranidae), from Sonora, México. . *Journal of parasitology*, 87(2): 340-344.
- Burse, Ch., Goldberg, S. y J. B. Bettaso. 2010. Persistence and Stability of the Component Helminth Community of the Foothill Yellow-Legged Frog, *Rana boylei* (Ranidae), from Humboldt County, California, 1964-1965, Versus 2004-2007. *American Midland Naturalist*, 163(2):476-482.
- Burse, Ch., Goldberg, S. y L. Lee Grismer. 2014. New species of *Bakeria* (Nematoda; Strongylida; Molineidae), new species of *Falcaustra* (Nematoda; Ascaridida; Kathlaniidae) and other helminths in *Cnemaspis mcguirei* (Sauria; Gekkonidae) from Peninsular Malaysia. *Acta Parasitologica*, 59(4): 643–652.
- Bush, A.O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. y Allen W. S. 1997. Parasitology meets Ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology*, 83(4):575-583.
- Byrd, E.E. 1935. Life History Studies of Reniferinae (Trematoda: Digenea) Parasitic in Reptilia of the New Orleans Area. *Transactions of the American Microscopical Society*, 54(3):196-225
- Caballero, C.E. 1935. Nemátodos parásitos de los batracios de México III. Cuarta contribución al conocimiento de la Parasitología de *Rana montezumae*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 6: 103–117.
- Caballero, C.E. 1939. Nemátodos de los reptiles de México V. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 10: 275–282.
- Caballero, C.E. 1941a. Trematodos de las culebras de agua dulce de México I. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 12: 111–121.
- Caballero, C.E. 1941b. Trematodos de las ranas de la Ciénega de Lerma, Méx. 1. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 12: 623–641.
- Caballero, C.E. 1941c. Nemátodos de los reptiles de México VI. Descripción de dos nuevas especies. *Revista de Medicina Tropical, Parasitología, Bacteriología Clínica y Laboratorio*, 7: 31–35.
- Caballero, C.E. 1942a. Trematodos de las ranas de la Ciénega de Lerma, Estado de México. II. Descripción de una nueva especie de *Heamatoloechus*. *Revista Brasileira de Biología*, 2:155–158.

- Caballero, C.E. 1942b. Trematodos 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). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 13: 71–79.
- Caballero, C.E. 1942c. Trematodos de las ranas de la Ciénega de Lerma, Estado de México IV. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 13: 635–640.
- Caballero, C.E. y Sokoloff, D. 1934. Segunda contribución al conocimiento de la parasitología de *Rana montezumae*, con un resumen, descripción de una nueva especie, clave del género *Haematoloechus*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 5:5–40.
- Caballero, C.E. y Zerecero, C. 1943. Nemátodos de los reptiles de México VIII. Descripción de tres nuevas especies. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 14:527–539.
- Caballero-Deloya, J. 1960. Estudio monográfico de algunos nemátodos parásitos de vertebrados de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 106 pp.
- Cabrera-Guzmán, E., León-Règagnon, V. y García-Prieto, L. 2007. Helminth parasites of the Leopard frog *Rana cf. forreri* (Amphibia: Ranidae) in Acapulco, Guerrero, Mexico. *Comparative Parasitology*, 74: 96–107.
- Cabrera-Guzmán, E., Garrido-Olvera, L. y V., León- Règagnon. 2010. Helminth parasites of the Leopard frog *Lithobates* sp. Colima (Amphibia: Ranidae) from Colima, Mexico. *Journal of Parasitology*, 94(4): 736-739.
- Cañeda-Guzmán, C. 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, 62 pp.
- Ceballos, G. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, Ciénegas de Lerma. Ramsar, Conanp. Disponible en:
[http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR RAMSAR/Estado de Mexico/Cienegas de Lerma/Ci%C3%A9negas%20de%20Lerma.pdf](http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Estado_de_Mexico/Cienegas_de_Lerma/Ci%C3%A9negas%20de%20Lerma.pdf)
- Cruz-Reyes, A. 1974. Primer registro y redescrición de *Ophiotaenia racemosa* (Rudolphi, 1819) La Rue, 191, recolectada en dos especies de colúbridos de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 45:51-64.

- Cid del Prado, V.I., 1971. Estudio taxonómico de algunos nematodos parásitos de reptiles de México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Esch, G. W., Kennedy, C. R., Bush, A. O. y J. M. Aho. 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, 96:519-532.
- Esslinger J.H. 1986. Redescription of *Foleyellides striatus* (Ochoterena and Caballero, 1932) (Nematoda: Filarioidea) from a Mexican frog, *Rana montezuamae*, with reinstatement of the genus *Foleyellides* Caballero, 1935. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 53: 218–223.
- Frost, D R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 Disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Consultado mayo de 2015.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p.
- García-Prieto, L., Ruiz-Torres, N., Osorio-Sarabia, D. y A. Merlo-Serna. 2014. *Foleyellides rhinellae* sp. nov. (Nematoda, Onchocercidae) a new filaria parasitizing *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae) in Mexico. *Acta parasitológica*, 59(3):478-484.
- García-Altamirano, I., Pérez- Ponce de León y L. García-Prieto. 1993. Contribución al conocimiento de la comunidad de helmintos de dos especies de anfibios endémicos del lago de Pátzcuaro, Michoacán: *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii*. *Cuadernos Mexicanos de Zoología*, 1(2): 73-80.
- Goldberg, S. y Ch. Bursey. 2002. Helminth parasites of seven anuran species from northwestern Mexico. *Western North American Naturalist*, 62(2):160-169.
- Goldberg, S., Bursey, Ch., Salgado-Maldonado, G., Báez, R. y C. Cañeda. 2002. Helminth parasites of Anurans from Los Tuxtlas and Catemaco Lake, Veracruz, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 47(2):293-299.
- Gibbons, L. M. 2010. Key to the Nematoda Supplementary Volume, CABI. Cambridge, UK. 422pp.
- Guillén-Hernández, S., Salgado-Maldonado, G. & Lamothe-Argumedo, R. 2000. Digenean (Plathelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 35: 10–13.

- Guilliland, M.G., III, y P. M. Muzzall. 1999. Helminths infecting froglets of northern leopard frog (*Rana pipiens*) from Froggy Bot Bot-tom Marsh, Michigan. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 66: 73-77.
- Gustafson, K. D., Newman, R. A. y V. V. Tkach. 2013. Effects of host species and life stage on the Helminth Communities of sympatric northern leopard frogs (*Lithobates Pipiens*) and wood frogs (*Lithobates Sylvaticus*) in the sheyenne national grasslands, North Dakota. *Journal of Parasitology*, 99(4): 587–594
- Hedrick, L. R. 1935. The life history and morphology of Spiroxys contortus (Rudolphi); Nematoda: Spiruridae. *Transactions of the American Microscopical Society*, 54(4):307-335.
- Holmes, J. C., y P. W. Price. 1986. Communities of parasites. En *Community ecology: Pattern and process*, D. J. Anderson and J. Kikkawa (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K., p. 187-213.
- IUCN. 2004. *Lithobates montezumae*. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2014.3 Disponible en < <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=58671>>.
- Jacinto-Maldonado, M. 2013. Comunidades de parásitos de tres especies de anfibios del orden Anura de Chamela Cuxmala, Jalisco. Tesis de maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 65pp.
- Janovi, J., Clopton, R.E. y T.J. Percival. 1992. The roles of ecological and evolutionary influences in providing structure to parasites species assemblages. *Journal of Parasitology*, 78:630-640.
- Jiménez-Ruiz, A., 1999. Fauna Helmintologica de culebras de habitos acuaticos del genero *Thamnophis* (Colubridae: Natricinae) en la mesa central de Mexico. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 84 pp.
- Jiménez-Ruiz, A., García-Prieto, L. y G. Pérez-Ponce de León. 2002. Helminth infracommunity structure of the sympatric garter snakes *Thamnophis eques* and *Thamnophis melanogaster* from the Mesa Central of México. *Journal of Parasitology*, 88:454-460.
- Kennedy, C. R., Bush, A. y Aho J.M. 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology*, 93:205-215.
- Krebs, C.J. 2014. *Ecological Methodology*. 3ra. Edición. (En prensa). Disponible en <http://www.zoology.ubc.ca/~krebs/books.html>. Consultado octubre de 2014.
- King, K.C., Gendron, A.D., McLaughlin, J. D., Giroux, I. Brousseau, P., Cyr, D., Ruby, S., Fournier, M. y D. J. Marcogliese. 2008. Short-term seasonal changes in parasite community structure in

- northern leopard froglets (*Rana Pipiens*) inhabiting agricultural wetlands. *Journal of Parasitology*, 94(1):13-22.
- Krull, W. H. 1933. Studies on the life history of a frog lung fluke, *Haematoloechus complexus* (Seely, 1906) Krull, n. comb. *Zeitschrift für Parasitenkunde* 6: 193-206.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT, México, D.F., 43p.
- Lamothe-Argumedo, R., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia. D. y G., Pérez-Ponce de León, 1997. Catálogo de la colección Nacional de Helmintos del IBUNAM. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-CONABIO.
- Leigh, W. 1946. Experimental studies on the life cycle of *Glypthelmins quieta* (Stafford, 1900), a trematode of frogs. *American Midland Naturalists*, 35(2): 460-483.
- 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 México*, 63(1):151-153.
- León-Règagnon, V., Brooks, D.R. y G. Pérez-Ponce de León. 1999. Differentiation of Mexican species of *Haematoloechus* Loss, 1899 (Digenea: Plagiorchioidea): Molecular and Morphological evidence. *Journal of Parasitology*, 85:935-946.
- León-Règagnon, V. & Paredes-Calderón, L. 2002. *Haematoloechus danbrooksi* n. sp. (Digenea: Plagiorchioidea) from *Rana vaillanti* from Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Journal of Parasitology*, 88: 1215–1221.
- León-Règagnon, V. 2003. Incorporating morphological and molecular data in biodiversity inventories: Parasites of Leopard frogs. *Journal of Parasitology*, 89: S141–S148.
- León-Règagnon, V., Guillén-Hernández, S. & Arizmendi-Espinosa, M.A. 2005a. Intraspecific variation of *Haematoloechus floedae* Harwood, 1932 (Digenea: Plagiorchiidae), from *Rana* spp. in North and Central America. *Journal of Parasitology*, 91:915–921.
- León-Règagnon, V., Martínez-Salazar, E., Lazcano-Villareal, D. y R., Rosas-Valdez. 2005b. Helminth parasites of four species of anurans from Nuevo León, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 50(2): 251-258.
- Macías-Palacios, N. y L. Flores-Barroeta. 1967. Céstodos de vertebrados XI. *Revista Ibérica de Parasitología*, 27:43-62.

- McAlpine F.D. 1997. Helminth communities in bullfrogs (*Rana catesbeiana*), green frogs (*Rana clamitans*), and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 75:1883-1890.
- Martínez-Villarreal, J.M. 1969. Parásitos de algunos anfibios colectados en diferentes áreas de los municipios de Escobedo, Pesquería y Santiago, Nuevo León, México. B.S. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, Mexico, 53 pp.
- Mata-López, R., 1999, Helminths of the sordid *Ambystoma lermanesis* Taylor y Smith, 1939 (Amphibia: Ambystomatidae) de San Pedro Tlaltizapán, Estado de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mata-López, R., García-Prieto, L. y V. León-Régagnon. 2002. Infracomunidades de helmintos parásitos de *Ambystoma lermaensis* (Caudata: Ambystomatidae) en Lerma, México. *Rev. Biol. Trop*, 50(1):303-307.
- Mata-López, R., León-Régagnon, V. y L. García-Prieto. 2013. Helminth Infracommunity structure of *Leptodactylus melanonotus* (Anura) in Tres Palos, Guerrero, and other records for this host species in Mexico. *Journal of Parasitology*, 99(3):564-569.
- Moravec, F., Huffman, D. y D. J. Swim. 1995. The first record of fish as paratenic hosts of *Falcaustra* spp. (Nematoda: Kathliniidae). *Journal of parasitology*. 82(5):809-812.
- Moravec, F. & Vargas-Vázquez, J. 1998. Some endohelminths from the freshwater turtle *Trachemys scripta* from Yucatan, Mexico. *Journal of Natural History*, 32: 455-468.
- Muzzall, P.M. 1991. Helminth Infracommunities of the frogs *Rana catesbeiana* and *Rana clamitans* from Turkey Marsh, Michigan. *Journal of Parasitology*, 77 (3):366-371.
- Muzzall, P. M. y C. R. Peebles. 1991. Helminths of the wood frog, *Rana sylvatica*, and spring peeper, *Pseudacris c. crucifer*, from southern Michigan. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 58: 263-265.
- Muzzall, P.M., Gilliland, M. G., Summer, C. S. y C.J. Mehne. 2001. Helminth Infracommunities of the green frogs *Rana clamitans* Latreille, from southwestern Michigan. *Journal of Parasitology*, 87:962-968.
- Navarro, P. y J. Lluch. 2006. Helminth communities of two green frogs (*Rana perezi* y *Rana saharica*) from both shores of the Alboran Sea. *Parasite*, 13:291-297.
- Ochoterena, I. y Caballero, E. 1932. Una nueva filaria parásita de las ranas. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 3:29-32.

- Olsen, O. W. 1986. Animal parasites. Their Life Cycles and Ecology. University Park Press. 562 pp.
- Osorio, S. D., Pineda, L. P. y Salgado, M. G. 1987. Fauna helmintológica de peces dulceacuicolas de Tabasco. Estudio preliminary. *Univ. Ciencia*, 4(7):5-31.
- Paredes-Calderón, L., León-Règagnon, V. y L., García-Prieto. 2004. Helminth Infracommunities of *Rana vaillanti* Brocchi (Anura: Ranidae) in Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Journal of Parasitology*, 90:692-696.
- Paredes-León, R., García-Prieto, L., Guzmán-Cornejo, C., León-Régagnon y T. M., Pérez. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa* 1904, 1-166.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y C., Mendoza- Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:460-466.
- Parra-Rojas, L.G. 1983. Estudio de algunos monogéneos y tremátodos parásitos de reptiles de México. B.S. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 141 pp.
- Peresbarbosa-Rojas, E., Pérez-Ponce de León, G. y L. García-Prieto. 1994. Helmintos parásitos de tres especies (Goodeidae) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autonoma de México*, 65(1):201-204.
- Pérez-Ponce de León. G., León-Règagnon, GV., García-Prieto, L., Razo-Mendivil, U. y Sánchez-Alvarez A. 2000. Digenean fauna of Amphibians from Central Mexico: Neartic and Neotropical influences. *Comparative Parasitology*, 67:92-106.
- Pérez-Ponce de León. G., Jiménez-Ruiz, A., Mendoza-Garfías, B. y L. García-Prieto. 2001. Helminth parasites of garter snakes and mud turtles from several localities of the Mesa Central of México. *Comparative Parasitology*, 68(1):9-20.
- Pérez-Ponce de León. G. y L. García-Prieto. 2001. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas*, 37:7-11.
- Pérez-Ponce de León. G., García-Prieto, L. y U. Razo-Mendivil. 2002. Species richness of helminth parasites in Mexican amphibians and reptiles. *Diversity and Distributions*, 8:211-218.
- Pérez-Ponce de León, G., García-Prieto, Luis y B. Mendoza-Garfías. 2011. Describing Parasite Biodiversity: The Case of the Helminth Fauna of Wildlife Vertebrates in Mexico. *En: Grillo, Oscar y Gianfranco Venora (eds.). Changing Diversity in Changing Environment. Intech*, pp. 33-54.
- Pérez-Romero, G. 2006. Helmintos parásitos de *Rana spectabilis* Hillis y Frost, 1985, en una localidad de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura,

- Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 105 pp.
- Poulin, R. 2007. Evolutionary ecology of parasites, 2nd ed. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 332 p.
- Pulido-Flores, G. 1992. Helminths of *Rana dunni* Zweifel 1957, endemic species of Lago de Patzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 107 pp.
- Pulido-Flores, G. 1994. Helminths of *Rana dunni*, endemic species of Lago de Patzcuaro, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 65: 205-207.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, O., Leyte-Manrique, A. y L., Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y Conservación. Universidad Nacional del Estado de Hidalgo, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 213p.
- Rankin, J. 1944. A review of the Trematoda Genus *Glythelmins* Stafford, 1905, with an Account of the Life Cycle of *G. quieta* (Stafford, 1900) Stafford, 1905. *Transactions of the American Microscopical Society*, 63(1):30-43.
- Razo-Mendivil, U. 1998. Utilización de caracteres morfológicos y moleculares para la diferenciación de tres especies de *Glythelmins* (Digenea), parásitos de anuros de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 85 pp.
- Razo-Mendivil, U., Lacleste, J.P. y G., Pérez-Ponce de León. 1999. New host and locality records for three species of *Glythelmins* (Digenea: Macroderoididae) in Anurans of Mexico. *J. Helminthol. Soc. Wash.*, 66(2):197-201.
- Razo-Mendivil, U. 2004. Sistemática del Género *Glythelmins* Stafford, 1905 (Platyhelminthes: Digenea). Tesis de doctorado. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 343 pp.
- Razo-Mendivil, U., León-Règagnon, V. y G., Pérez-Ponce de León. 2006. Monophyly and systematic position *Glythelmins* (Digenea), based on partial 18S rDNA sequences and morphological evidence. *Organisms, Diversity & Evolution*, 6:308-320.
- Razo-Mendivil, U. y G., Pérez-Ponce de León. 2008. Taxonomic revision of the genus *Glythelmins* Stafford, 1905 (Platyhelminthes: Digenea: Plagiorchiida), parasites of anurans in the Americas. *Zootaxa* 1882: 1-45.

- Rhoden, H. y M. G. Bolek. 2012. Helminth and leech community structure in tadpoles and caudatan larvae of two amphibian species from western Nebraska. *Journal of parasitology*. 98(2):236-244.
- Romero-Mayén, A. 2011. Fauna helmintológica de la rana *Lithobates psilonota* (Webb, 2011) en dos localidades del Occidente de México. Tesis profesional de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruiz-Torres, N. 2013. Fauna helmintológica asociada a *Rhinella marina* en la Laguna de Coyuca, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, 69 pp.
- Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes of Mexico. *Zootaxa*. 1324:1-357.
- Santos-Barrera, G., y O., Flores-Villela. 2004. *Lithobates montezumae*. En: IUCN Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2013.2. <www.iucnredlist.org>. Consultado el 16 de mayo 2014.
- Schell, S. 1962. Development of the Sporocyst Generations of *Glythelmins quieta* (Stafford, 1900) (Trematoda:Plagiorchioidea), a Parasite of Frogs. *The Journal of Parasitology*, 48(1):387-394
- Schell, S. 1965. The Life History of *Haematoloechus breviplexus* Stafford, 1902 (Trematoda: Haplometridae McMullen, 1937), with Emphasis on the Development of the Sporocysts. *The Journal of Parasitology* 51(4): 587-593.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental- Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Disponible en: <http://www.Mexiconservacion.org/Documentos/NOM-ECOL-059-2010A.pdf>.
- Snyder, S. D., and J. Janovy Jr. 1994. Second intermediate host-specificity of *Haematoloechus complexus* and *Haematoloechus medioplexus* (Digenea: Haematoloechidae). *Journal of Parasitology* 80: 1052-1055.
- Sokoloff, D. & Caballero-Caballero, E. 1933. Primera contribución al conocimiento de los parásitos de *Rana montezumae*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 4: 15–21.
- Stoks, R. y A. Córdoba- Aguilar. 2012. Evolutionary Ecology of Odonata: A Complex Life Cycle Perspective. *Annu. Rev. Entomol*, 57:249–65.

- Uribe, P.Z., Ramírez, B.A. y A.G., Casas. 1999. Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México. Cuadernos 32. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 119 pp.
- Vázquez-Díaz, J. y G. E., Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y reptiles de Aguascalientes, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp.92-95.
- Velarde-Aguilar, M., Romero-Mayén, A. y V.León-Règagnon. 2014. First report of the genus *Physaloptera* (Nematoda: Physalopteridae) in *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) from Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:304-307.
- Vhora, M.S. y M. G., Bolek. 2015. Temporal occurrence and community structure of helminth parasites in southern leopard frogs, *Rana sphenocephala*, from north central Oklahoma. *Parasitol Res*, 114:1197–1206.
- Walker, J.H. 1939. Experimental Studies on Trematodes Belonging to the Subfamily Reniferinae. *Transactions of the American Microscopical Society*, 58(4):404-430.
- Yamaguti, S. 1975. A synoptical review of life histories of Digenetic Trematodes of Vertebrates. Keigaku Pub. Co. Tokyo.
- Yáñez-Arenas, C. y S., Guillén-Hernández. 2010. Helminth fauna of *Lithobates brownorum* (Anura: Ranidae) en tres localidades del estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81:191-195.
- Yoder, R. H., y J. R. Coggins. 1996. Helminth communities in the Northern spring peeper, *Pseudacris c. crucifer* Wied, and the wood frog, *Rana sylvatica* Le Conte, from Southeastern Wisconsin. *Journal of the Helminthological Society of Washington* 63: 211-214.
- Zepeda-Gómez, C., Lot-Helgueras, A., Nemiga, A. A. y Madrigal-Uribe, D. 2012. Florística y diversidad de las Ciénegas del Río Lerma, estado de México, México. *Acta Botanica Mexicana*, 98:23-49.