



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO



INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

**Estudio helmintológico de *Rhinella horribilis* (Wiegmann, 1833) (Amphibia:
Bufonidae) en tres localidades del estado de Hidalgo**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

CRISTIAN RAÚL OLVERA OLVERA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JORGE FALCÓN ORDAZ



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
 Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
 Institute of Basic Sciences and Engineering
 Área Académica de Biología
 Biology Department

M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO
 DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR, UAEH.
 PRESENTE

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado al pasante de Licenciatura en Biología Cristian Raúl Olvera Olvera, quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado "Estudio helmintológico de *Rhinella horribilis* (Wiegmann, 1833) (Amphibia: Bufonidae) en tres localidades del estado de Hidalgo.", después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

- PRESIDENTE: Dra. Irene Goyenechea Mayer - Goyenechea
- SECRETARIO Dr. Willian Scott Monks Sheets
- PRIMER VOCAL: Dra. Griselda Pulido Flores
- SEGUNDO VOCAL: M. en C. Judith Berenice Alemán García
- TERCER VOCAL: Dr. Jorge Falcón Ordaz
- PRIMER SUPLENTE: M.en C. Leonardo Fernández Badillo
- SEGUNDO SUPLENTE: M. en C. Luis García Prieto

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi más atenta consideración.

ATENTAMENTE
 "AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
 Mineral de la Reforma, Hidalgo a 25 de Noviembre de 2016

BIOL. ULISES ITURBE ACOSTA
 COORDINADOR DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGIA



Ciudad del Conocimiento
 Carretera Pachuca - Tulancingo km. 4.5
 Colonia Carboneras
 Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184
 Tel. +52 771 7172000 exts 6640 y 6642, Fax 2112
 aab_ici@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por el financiamiento del proyecto “Biodiversidad de helmintos parásitos de anfibios como indicadores biológicos de dos provincias biogeográficas del estado de Hidalgo”. N° UAEH-PTC-649.

Al Dr. Jorge Falcón Ordaz, aceptarme como su alumno, compartir sus conocimientos conmigo, tener una infinita paciencia, por sus valiosos consejos, y encaminarme en el estudio de los parásitos de vertebrados.

A mis sinodales: Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea, Dr. Scott Monks, Dra. Griselda Pulido Flores, M. en C. Berenice Alemán García, M. en C. Leonardo Fernández, y M. en C. Luis García Prieto por sus valiosos comentarios que sin duda enriquecieron en gran medida este trabajo.

A Christian E. Bautista Hernández y Jose Carlos Iturbe por la ayuda con las revisiones de los hospederos.

A mis profesores de licenciatura por contribuir a formarme profesionalmente.

A mi familia y en especial a mi madre Alma Olvera por su invaluable apoyo y paciencia que me tuvieron durante mi desarrollo académico. A mi padre Félix Olvera por contagiarme con el entusiasmo de conocer la naturaleza y por las salidas al aire libre.

A mi segunda familia, Nalle y Leo, no tengo palabras para expresar mi gratitud; primero por aceptarme como su alumno y darme la oportunidad de acercarme aún más al mundo de la herpetología, mi gran pasión. Por abrir las puertas de su casa, darme de comer, por esas pláticas interminables, por incluirme en su vida, por soportar mi carácter con su gran paciencia y por su puesto ayudar a desarrollarme profesional y personalmente a niveles que nunca me habría imaginado; MIL GRACIAS, los quiero.

A Memo, por tu amistad, hospitalidad, entusiasmo interminable, y todo el apoyo brindado siempre que te visito. Y por su puesto por hacer de las salidas de campo las mejores experiencias.

A mis amigas y compañeras de laboratorio, Jessi y Mariby por hacer los momentos en el laboratorio tan divertidos y por darme su confianza y aprecio a pesar del poco tiempo de conocernos.

A mis amigos y compañeros de generación, Franky, Jose Carlos, Eduardo, Arturo y Aby, por esas salidas al campo tan divertidas, los trabajos en equipo, las peleas, las carcajadas y las fiestas que espero perduren mientras los años pasen.

A mi otra generación:

Sharon, por tu amistad, por ser tan paciente conmigo, por tolerar mi carácter y por permitirme acompañarte a las salidas de campo que tanto me sirvieron personal y profesionalmente. Marth, por escucharme en todo momento y tener esa capacidad de sacarle una sonrisa a quien sea. Y por su puesto a Mariani, por esas pláticas de horas, por acompañarme en el servicio, por tu confianza y gran amistad que espero perdure por mucho tiempo. Los quiero mucho.

DEDICATORIAS

Para Alma Olvera Villa y Felix Olvera Flores, este trabajo igualmente es el producto de su esfuerzo y dedicación para educar a la persona que soy actualmente.

Para Irene Villa Cordero y Gilberto Olvera Aguirre, que siempre han estado al pie del cañón y me han brindado su cariño y apoyo incondicional. Estoy seguro de que esto es el reflejo de su esfuerzo y la educación que me brindaron durante gran parte de mi vida, me llena de orgullo el poder compartir esto con ustedes.

Para todos mis amigos, que de alguna u otra forma me han ayudado en los tiempos buenos y malos, ustedes han enriquecido mi vida con experiencias que nunca olvidaré.

“Science -or the products of science like technology- is just a way of achieving something real, something that happens, something that works”

Richard Dawkins

Índice	
I Resumen.....	1
II Introducción.....	2
III Antecedentes.....	4
IV Justificación.....	9
V Objetivos.....	10
V.1 Objetivo general.....	10
V.2 Objetivos específicos.....	10
VI Biología del hospedero.....	10
VI.1 Descripción morfológica.....	10
VI.2 Distribución.....	12
VI.3 Historia natural.....	13
VI.3.1 Hábitat.....	13
VI.3.2 Hábitos.....	13
VI.3.3 Reproducción.....	13
VI.4 Estatus de la especie.....	13
VII Área de estudio.....	14
VII. 1 Municipio de Eloxochitlán.....	15
VII.1.1 Clima.....	16
VII.1.2 Fisiografía, topografía e hidrología.....	16
VII.1.3 Características de la localidad de colecta.....	16

VII.1.4 Flora.....	16
VII.1.5 Fauna.....	17
VII.2 Municipio de Huehuetla.....	17
VII.2.1 Clima.....	19
VII.2.2 Fisiografía, topografía e hidrología.....	19
VII.2.3 Características de la localidad de colecta.....	19
VII.2.4 Flora.....	19
VII.2.5 Fauna.....	20
VII.3 Municipio de San Felipe Orizatlán.....	20
VII.3.1 Clima.....	22
VII.3.2 Fisiografía, topografía e hidrología.....	22
VII.3.3 Características de la localidad de colecta.....	22
VII.3.4 Flora.....	22
VII.3.5 Fauna.....	23
VIII Metodología.....	24
VIII.1 Trabajo de campo.....	24
VIII.2 Trabajo de laboratorio.....	24
VIII.2.1 Revisión de los hospederos.....	24
VIII.2.2 Fijación y conservación de helmintos.....	25
VIII.2.3 Identificación taxonómica.....	25
VIII.2.4 Caracterización de la infección.....	26

IX Resultados.....	27
IX.1 Registro helmintológico.....	27
IX.2 Caracterización de la infección.....	29
IX.3 Caracterizaciones morfológicas y comentarios taxonómicos.....	32
X Discusión.....	100
XI Conclusiones.....	110
XII Bibliografía.....	111

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplar adulto de <i>R. horribilis</i>	11
Figura 2. Distribución de <i>R. horribilis</i> en México.....	12
Figura 3. Mapa del estado de Hidalgo con provincias biogeográficas y puntos de recolecta.....	14
Figura 4. Mapa del municipio de Eloxochitlán y punto de recolecta.....	15
Figura 5. Sitio de recolecta de <i>R. horribilis</i> en el municipio de Eloxochitlán.....	17
Figura 6. Mapa del municipio de Huehuetla y punto de recolecta.....	18
Figura 7. Sitio de recolecta de <i>R. horribilis</i> en el municipio de Huehuetla.....	20
Figura 8. Mapa del municipio de San Felipe Orizatlán y punto de recolecta.....	21
Figura 9. Sitio de recolecta de <i>R. horribilis</i> en el municipio de San Felipe Orizatlán.....	23
Figura 10. Vista ventral de <i>L. macrocirra</i>	38
Figura 11. Ciclo vital de <i>L. brenesi</i>	39
Figura 12. Vista ventral de <i>M. danforthi</i>	47
Figura 13. Ciclo vital de <i>M. monodi</i>	48
Figura 14. Vista ventral de <i>Haematoloechus</i> cf. <i>complexus</i>	56
Figura 15. Ciclo vital de <i>H. complexus</i>	57
Figura 16. <i>Cosmocerca</i> sp. adulta, región anterior, de la vulva y posterior.....	64

Figura 17. <i>Cosmocerca</i> sp. juvenil, región anterior, de la vulva y posterior.....	65
Figura 18. Ciclo de vida de <i>Cosmocerca</i> spp.....	66
Figura 19. Región anterior y faringe de <i>C. morleyi</i>	72
Figura 20. Región posterior del macho de <i>C. morleyi</i>	73
Figura 21. Ciclo vital de <i>C. americana</i>	74
Figura 22. Región anterior femenina y posterior masculina de <i>O. digiticauda</i>	83
Figura 23. Ciclo vital de <i>O. digiticauda</i>	84
Figura 24. Región anterior, synlopho y región posterior de <i>O. subauricularis</i>	90
Figura 25. Ciclo vital de <i>O. pippiens</i>	91
Figura 26. Región anterior, posterior y vulva de <i>Rhabdias</i> sp.....	97
Figura 27. Ciclo vital de <i>Rhabdias</i> spp.....	98
Figura 28. Mapa de localidades de recolecta de este estudio, Espinoza-Jiménez, (2006) y Ruiz-Torres (2013).....	105
Gráfica 1. Riqueza de helmintos en las tres localidades de estudio	29
Gráfica 2. Número de individuos por especie de helminto en las tres localidades de estudio.....	27

Índice de tablas

Tabla 1. Registros helmintológicos de <i>R. horribilis</i> en México.....	5
Tabla 2. Helmintos registrados en tres localidades del estado de Hidalgo.....	28
Tabla 3. Caracterización de la infección de los helmintos recolectados en el presente estudio.....	31
Tabla 4. Morfometría de <i>Langeronia</i> spp. que parasitan anuros en México.....	36
Tabla 5. Registros de <i>L. macrocirra</i> en anuros de México.....	40
Tabla 6. Morfometría de <i>M. danforthi</i> registrados en <i>R. horribilis</i> de México.....	46
Tabla 7. Registros de <i>Mesocoelium</i> spp. que parasitan anuros en México.....	49
Tabla 8. Morfometría de <i>Haematoloechus</i> spp. que parasitan anuros en México.....	54
Tabla 9. Registros de <i>Haematoloechus</i> spp. que parasitan anuros en México.....	58
Tabla 10. Registros de <i>Cosmocerca</i> spp. que parasitan anuros en México.....	67
Tabla 11. Morfometría de <i>C. morleyi</i> que parasitan <i>R. horribilis</i> en México.....	71
Tabla 12. Registros de <i>C. morleyi</i> en México.....	75
Tabla 13a. Morfometría de <i>Ochoterenella</i> spp. que parasitan anuros en México.....	80

Tabla 13b. Morfometría de <i>Ochoterenella</i> spp. que parasitan anuros en México, continuación.....	81
Tabla 14. Registros de <i>O. digiticauda</i> que parasitan anuros en México.....	85
Tabla 15. Morfometría de <i>Oswaldocruzia</i> spp. que parasitan <i>R. horribilis</i> de México.....	89
Tabla 16. Registros de <i>O. subauricularis</i> que parasitan anuros en México.....	92
Tabla 17. Morfometría de <i>Rhabdias</i> spp. que parasitan <i>R. horribilis</i> en México.....	95
Tabla 18. Registros de <i>Rhabdias</i> spp. que parasitan especies de la familia Bufonidae en México.....	99

RESUMEN

La importancia de los parásitos se ha asociado al daño que le causan a los hospederos y particularmente a los humanos; sin embargo, actualmente se sabe que pueden aportar información muy valiosa sobre diferentes aspectos biológicos de sus hospederos, biogeográficos, ecológicos y de su ambiente, por tanto, pueden ser utilizados como una herramienta complementaria en los esfuerzos de la conservación de la biodiversidad. Los anfibios particularmente, representan modelos ideales para el estudio de las interacciones parásito-hospedero; sin embargo, el conocimiento de la helmintofauna en este grupo de vertebrados se encuentra lejos de completarse y pese a su gran diversidad en México (375 especies), solo un 30 % poseen algún registro helmintofaunístico. El trabajo de campo del presente estudio se realizó en algunas localidades de tres municipios del estado de Hidalgo (Huehuetla, San Juan Amajac y San Felipe Orizatlán). Se colectaron 14 individuos de *Rhinella horribilis*. A partir de la disección de los hospederos se registraron 8 taxones de helmintos: tres digéneos, 9.44% (*Langeronia macrocirra*, *Haematoloechus* cf. *complexus*, *Mesocoelium danforthi*), y cinco nemátodos, 90.43% (*Cosmocerca* sp., *Cruzia morleyi*, *Ochoterenella digiticauda*, *Oswaldocruzia subauricularis* y *Rhabdias* sp.), la especie con el mayor número de individuos recolectados fue *Cosmocerca* sp. (172), posteriormente *Rhabdias* sp., (106), *O. digiticauda* (32), *M. danforthi* (23), *O. subauricularis* (18), *Haematoloechus* cf. *complexus* (11), *C. morleyi* (2) y *L. macrocirra* (1); tres taxones se comparten entre localidades, *Cosmocerca* sp., *O. digiticauda* y *Rhabdias* sp.; el sitio de infección más utilizado fue el intestino con dos especies de digéneos (*L. macrocirra* y *M. danforthi*) y tres nemátodos, seguido de los pulmones con un digéneo (*Haematoloechus* cf. *complexus*) y un nemátodo (*Rhabdias* sp.) y finalmente la cavidad corporal con una especie de nemátodo (*O. digiticauda*). En términos de prevalencia y abundancia, *Cosmocerca* sp., fue el taxon mejor representado, y *L. macrocirra* fue la especie con los parámetros de infección más bajos. Se lograron identificar seis taxones a nivel de especie y dos géneros.

II. INTRODUCCIÓN

En sentido estricto, la biodiversidad se refiere a todas las formas de vida que se manifiestan en la Tierra; sin embargo, no se limita al número de especies e incluye distintos niveles de organización: los genes, poblaciones, comunidades, ecosistemas y biomas (SEMARNAT, 2011; Martínez-Meyer *et al.*, 2014). A pesar del trabajo llevado a cabo por numerosos investigadores, el conocimiento de la biodiversidad del planeta está lejos de completarse (Martínez-Meyer *et al.*, 2014).

Actualmente se han registrado alrededor de 1 millón 740 mil especies en el mundo y las estimaciones sobre la riqueza total se calculan en 7 millones. México particularmente es considerado uno de los 17 países con mayor diversidad, esto incluye número de especies y una gran diversidad de ecosistemas terrestres, costeros y marinos (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). Resulta imprescindible en consecuencia, registrar y caracterizar el mayor número de especies posibles; observar sus patrones de distribución y dinámicas e interacciones ecológicas y realizar programas de conservación y uso de recursos responsable (CONABIO, 2013; Martínez-Meyer *et al.*, 2014). En este sentido, los estudios parasitológicos son de gran importancia, no solo porque los parásitos forman parte inherente de la biodiversidad, sino también porque las interacciones que llevan a cabo con sus hospedadores implican dinámicas evolutivas y ecológicas muy complejas (Merino, 2002).

La importancia de los parásitos usualmente se ha asociado al daño que le causan a los hospederos y particularmente a los humanos, sin embargo, actualmente se sabe que pueden aportar información muy valiosa sobre diferentes aspectos biológicos, biogeográficos y ecológicos de sus hospederos y de su ambiente (Falcón-Ordaz *et al.*, 2013; Monks *et al.*, 2013; Sarasquete *et al.*, 2013). El parasitismo como una interacción ecológica, comprende la participación de numerosos organismos pertenecientes a distintos grupos taxonómicos e influye sobre una gran variedad de características de las historias de vida de los organismos involucrados, como los ciclos reproductivos, patrones alimenticios, tasas de supervivencia, mortalidad y natalidad, entre otras. En consecuencia, los

parásitos pueden ser considerados una fuerza evolutiva, sin la cual los hospedadores podrían quedar vulnerables ante enfermedades, mutaciones, crecimiento poblacional descontrolado, entre otros (Rico-Hernández, 2011; Rodríguez, 2009).

Por otro lado, los parásitos brindan información sobre la calidad del hábitat de los hospederos mediante el conocimiento de sus ciclos biológicos, análisis de la diversidad local, estructura de las comunidades y etapas de desarrollo presente, (Monks *et al.*, 2013; Sarasquete *et al.*, 2013) además, con esta información, es posible inferir la riqueza de vertebrados e invertebrados en un hábitat particular y la presencia o ausencia de los parásitos puede ser un indicio de estrés del hospedero debido probablemente a factores ambientales (Pérez Ponce de León y García-Prieto, 2001b). Finalmente, se ha utilizado la capacidad de absorción de metales pesados de algunos helmintos, con el fin de observar el grado de contaminación del hábitat de sus hospederos (Falcón-Ordaz *et al.*, 2013).

Dentro de los parásitos se encuentra el grupo de los helmintos, que incluye cuatro Phyla: Acantocephala, Annelida, Nematoda y Platyhelminthes, su tipo de hospedadores es muy amplio e incluye a todos los vertebrados (Schmidt y Roberts, 2000; Bush *et al.*, 2001; Hickman *et al.*, 2001; Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001a; Brusca y Brusca, 2003). Es importante mencionar que las descripciones de helmintos parásitos de fauna silvestre son escasas, algunas estimaciones mencionan que falta por describir aproximadamente 8000 especies si se toma en cuenta únicamente los Phyla Nematoda y Platyhelminthes (Martínez-Meyer *et al.*, 2014).

Los vertebrados con fauna helmintológica mejor documentada en México son los peces, con 818 especies registradas; posteriormente los mamíferos con 249 y finalmente los reptiles y anfibios con 184 y 106 especies registradas respectivamente (García-Prieto *et al.*, 2014 a,b,c).

Particularmente, los anfibios son un grupo ideal para el estudio de las interacciones parásito-hospedero ya que ocupan una amplia variedad de hábitats,

exhiben patrones distintos en sus ciclos de vida, con diversas estrategias reproductivas y mantienen diferentes posiciones en las cadenas tróficas de los ecosistemas (Aho, 1990). En este contexto, a pesar de la diversidad de anfibios en México (365 especies) y su alto grado de endemismo (60%) (Parra-Olea *et al.*, 2014; AmphibiaWeb, 2016), el conocimiento de su parasitofauna es mínimo (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2002), por lo que en este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los helmintos parásitos de *Rhinella horribilis* en el estado de Hidalgo, México. Región del país en la que no se ha estudiado la helmintofauna de este hospedero.

III. ANTECEDENTES

Los estudios helmintológicos sobre anuros en México son escasos; el primer trabajo publicado con este enfoque fue el realizado por Baird (1858) quien describió *Chavaudgolvania elongata*, parásita de *Ambystoma tigrinum*. Posteriormente no se realizaron trabajos formales sobre temas relacionados hasta la década de los treinta donde destacan los trabajos de Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, quienes describen nemátodos parásitos de batracios y reptiles de México (Caballero y Caballero, 1933, 1935, 1938; Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1949; Bravo-Hollis y Brenes, 1959)

Paredes-León *et al.*, (2008) compilaron la información de los parásitos metazoarios de anfibios y reptiles en México; se registran 68 géneros de anfibios en los cuales se encontraron 173 especies de nemátodos y 137 de digéneos, lo cual corresponde aproximadamente al 72% de la fauna parasitaria de anfibios. Además fueron registradas otras especies de helmintos con menor frecuencia: céstodos (29), acantocéfalos (14), monogéneos (10) e hirudíneos (8).

Hasta la fecha, de manera particular, la helmintofauna de *Rhinella horribilis* comprende 48 taxones que se incluyen en seis grupos: Monogenea (1), Digenea (13), Cestoda (3), Acanthocephala (4), Nematoda (28) e Hirudinea (3) (Paredes-León *et al.*, 2008 Ruíz-Torres, 2013). Cabe destacar que la mayor parte de

registros se tratan de colectas puntuales más que un muestreo sistemático del hospedero, por lo la mayoría representa registros aislados (Tabla 1).

Tabla 1. Registros de helmintos parásitos de *R. horribilis* en México. Sitio de infección: CAV= Cavidad corporal; CBI= Conductos biliares; EST= Estomago; INT= Intestino; MES= Mesenterio; MUS= Musculo; N/d= Datos no disponibles; PL= Pulmones; SC= Superficie corporal; VU= Vejiga urinaria (Datos modificados de Paredes-León *et al.*, 2008; Ruiz-Torres *et al.*, 2013; López-García, 2016).

Clase	Especie	Localidad	Estado
Monogenea	<i>Riojatrema bravoae</i> (VU)	Cerro del Tepozteco (Tepoztlán)	Morelos
Digenea	<i>Mesocoelium monas</i> (INT)	Presa de Temascal	Oaxaca
		Lago de Catemaco	Veracruz
		Laguna el Zacatal	
		Estación Biológica Los Tuxtlas	
	<i>Cephalogonimus americanus</i> (INT)		
	<i>Clinostomum attenuatum</i> (N/D)	N/d	N/d
	<i>Gorgoderina festoni</i> (VU)	Paso Canoa	Oaxaca
	<i>Telorchis sp</i> (INT)	Lago de Catemaco	Veracruz
	<i>Gorgoderina megalorchis</i> (VU)	Tuxtepec	Oaxaca
	<i>Haematoloechus medioplexus</i> (PL)	Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
	<i>Langeronia macrocirra</i> (INT)	La Laguna (Higueras)	Nuevo León
		Lago de Catemaco	Veracruz
		Estación Biológica Los Tuxtlas	
	<i>Choledocystus hepaticus</i> (CBI)	Corozal	Chiapas
		Río Huixtla	
San Pedro las Playas (Laguna de Tres Palos)		Guerrero	
Paso Canoa		Oaxaca	
Presa Cerro de Oro			

Phylum	Especie	Localidad	Estado
Nematoda	<i>Contracaecum</i> sp. (N/d)	Presa Cerro de Oro	Oaxaca
	<i>Ascaridoidea</i> gen. sp (VU)	Lago de Catemaco	Veracruz
	<i>Aplectana incerta</i> (INT)	Río Huixtla	Chiapas
		Lago de Catemaco	Veracruz
	<i>Aplectana itzocanensis</i> (INT)	Presa Cerro de Oro	Oaxaca
		Izúcar de Matamoros	Puebla
		Lago de Catemaco	Veracruz
	<i>Aplectana</i> sp. (INT)	Estación Biológica Los Tuxtlas	
		Laguna Escondida	
	<i>Cosmocerca</i> sp. (INT)	Presa Cerro de Oro	Oaxaca
		Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
		Lago de Catemaco	
	<i>Cosmocercoides</i> sp. (INT)	La Laguna (Higueras), La Presita Villarreal (El Carmen), Río Pesquería	Nuevo León
	<i>Raillietnema</i> sp. (INT)	Presa Cerro de Oro	Oaxaca
	<i>Cruzia morleyi</i> (INT)	Presa Cerro de Oro, Presa Temascal	
Lago de Catemaco		Veracruz	
Cenote Xtoloc		Yucatán	
<i>Oswaldocruzia pipiens</i> (INT)	Río Pesquería	Nuevo León	

Phylum	Especies	Localidad	Estado		
Nematoda	<i>Oswaldocruzia</i> sp. (EST)	Presa Cerro de Oro	Oaxaca		
		Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz		
		Lago de Catemaco			
	<i>Oswaldocruzia subauricularis</i> (INT)	Río Huixtla	Chiapas		
	<i>Icosiella</i> sp. (VU)	Cenote Xtoloc	Yucatán		
	<i>Ochoterenella caballeroi</i> (MS)	Río Huixtla	Chiapas		
	<i>Ochoterenella chiapensis</i> (MS)				
	<i>Ochoterenella digiticauda</i> (MS/EST)			Emiliano Zapata	Jalisco
				Presa Cerro de Oro, Presa Temascal	Oaxaca
		Lago de Catemaco	Veracruz		
		Ejido Lázaro Cardenas			
	<i>Ochoterenella figueroai</i> (MES)	Río Huixtla	Chiapas		
	<i>Ochoterenella lamothei</i> (CAV)	Río Huixtla			
	<i>Ochoterenella nanolarvata</i> (MES)	Tuxtepec	Oaxaca		
	<i>Ochoterenella</i> sp. (CAV)	Laguna Escondida	Veracruz		
	<i>Physaloptera</i> sp. (EST)	Emiliano Zapata	Jalisco		
		Presa Cerro de Oro	Oaxaca		
		Lago de Catemaco	Veracruz		

Phylum	Especies	Localidad	Estado
Nematoda	<i>Rhabdias americanus</i> (PL)	Presa Cerro de Oro, Presa Temascal	Oaxaca
	<i>Rhabdias füelleborni</i> (PL)	Emiliano Zapata	Jalisco
		La Laguna (Higueras)	Nuevo León
		La Presita Villarreal (El Carmen), Río Pesquería (Zuazua)	
		Presa Cerro de Oro, Presa Temascal	Oaxaca
		Lago de Catemaco	Veracruz
	<i>Rhabdias</i> sp. (PL)	Laguna Escondida	
		Estacion Biológica Los Tuxtlas	
	<i>Rhabdias sphaerocephala</i> (PL)	Río Huixtla	Chiapas
		Presa Rodrigo Gómez	Nuevo León
		Río Pesquería	
		Lago de Catemaco	Veracruz
		Puerto de Veracruz	
	<i>Physocephalus sexalatus</i> (INT)	Presa Cerro de Oro, Presa Temascal	Oaxaca
<i>Physocephalus</i> sp. (EST)	Lago de Catemaco	Veracruz	
Annelida / Hirudinea	<i>Haementeria lopezi</i> (SC)	Las Palmas	Jalisco

IV. JUSTIFICACIÓN

A pesar de la gran riqueza de especies de anfibios en México (377) y su alto grado de endemismos (60%) (Parra-Olea *et al.*, 2014; AmphibiaWeb, 2016; Frost, 2016), el conocimiento de la helmintofauna que los infecta se encuentra lejos de completarse (Paredes-León *et al.*, 2008; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2002). Para el estado de Hidalgo, particularmente, solo existen dos trabajos con relación a los helmintos parásitos de *Lithobates spectabilis* y *Ambystoma velasci* (Pulido-Flores *et al.*, 2009; Alemán-Muñoz *et al.*, 2013; Falcón-Ordaz *et al.*, 2014); sin embargo, no existen registros helmintológicos de la familia Bufonidae, por lo que resulta importante contribuir al registro de la mayor cantidad de especies parásitas posibles en este grupo de vertebrados ya que aportan información valiosa como indicadores de contaminación y la calidad ambiental, así como de la salud de los ecosistemas: tienen un papel importante en la historia evolutiva de sus hospederos y forman parte de interacciones ecológicas muy complejas que no solo tienen efectos perjudiciales hacia los organismos que infectan (Rodríguez, 2009; Rico-Hernández, 2011; Falcón-Ordaz *et al.*, 2013; Monks *et al.*, 2013; Sarasquete *et al.*, 2013). En este contexto, en consecuencia de la crisis de la biodiversidad que actualmente ocurre, resulta imprescindible registrar la mayor cantidad de especies parásitas con el objetivo de comprender los procesos ecológicos y evolutivos en los que se involucran y así generar herramientas complementarias con el fin de conservarlos a ellos y sus hospederos (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001b).

V. OBJETIVOS

V.1 Objetivo general

Contribuir al conocimiento de la biodiversidad de helmintos parásitos de *Rhinella horribilis*.

V.2 Objetivos específicos

Obtener el registro helmintológico de *R. horribilis* en tres localidades del estado de Hidalgo.

Caracterizar los niveles de infección de los helmintos en *R. horribilis* con base en los parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia e intensidad promedio propuestos por Bush *et al.*, (1997).

Identificar taxonómicamente los helmintos parásitos de *R. horribilis* provenientes de los municipios de Eloxochitlán, Huehuetla y San Felipe Orizatlán en el estado de Hidalgo.

VI. BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO

VI.1 Descripción morfológica

Rhinella horribilis es un sapo de talla grande, la longitud hocico cloaca (LHC) promedio es de 150 mm aunque puede superar 230 mm (Figura 1); los machos son más pequeños que las hembras (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2009). Una vez que los individuos superan los 50 mm de LHC se pueden reconocer por las siguientes características: Cuerpo de aspecto pesado, con una anchura máxima cercana a tres cuartas partes de su longitud total; la cabeza es ancha y su hocico romo; las crestas craneales están fuertemente desarrolladas, principalmente las cantales, preoculares, supraoculares y postoculares; las crestas parietales ausentes o indistinguibles (López *et al.*, 2009).

Las glándulas parotoides son grandes, ovaladas o triangulares, se extienden desde la región parietal, justo detrás del tímpano hasta la mitad del cuerpo;

pueden ser de un color más vistoso que el dorsal. El tímpano es visible y mide aproximadamente la mitad del diámetro ocular (López *et al.*, 2009; Dixon y Lemos-Espinal, 2010). Los dedos de las manos son cortos y robustos y carecen de membranas interdigitales, mientras que los de los pies presentan una membrana interdigital poco desarrollada (1/3 de la longitud del dedo) (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2009; López *et al.*, 2009; Dixon y Lemos-Espinal, 2010).

El patrón de coloración suele variar; por lo general es marrón dorsalmente en los machos con manchas claras esparcidas, mientras que las hembras tienen un patrón moteado oscuro en el dorso y en los costados. La coloración ventral es más homogénea y suele ser blanca con algunas manchas más oscuras; tiene un aspecto granular (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2009).

Clase: Amphibia Linnaeus, 1758

Orden: Anura Fischer Von Waldheim, 1813

Familia: Bufonidae Gray, 1825

Género: *Rhinella* Fitzinger, 1826

Especie: *Rhinella horribilis* Wiegmann, 1833



Figura 1: Ejemplar adulto de *R. horribilis* (© S. Fraser-Smith; CONABIO, NaturaLista.mx)

VI.2 Distribución

Rhinella horribilis se distribuye naturalmente desde el sur de Texas hasta Perú (Acevedo *et al.*, 2016). En México, se registra en la vertiente del Atlántico desde Tamaulipas hasta Yucatán y en la Vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora hacia Chiapas (Figura 2). Ha sido introducida en otros países como Puerto Rico, Jamaica y en algunas islas de las Indias Occidentales así como en Palaos, Micronesia y Australia (López *et al.*, 2009).

En el estado de Hidalgo los municipios donde se ha registrado esta especie son Calnali, Eloxochitlán, Huazalingo, Huejutla, Metztitlán, Molango, Pisaflores, Tenango de Doria, San Bartolo Tutotepec, San Felipe Orizatlán, Tepehuacán de Guerrero, Xochicoatlán y Yahualica (Ramírez-Bautista *et al.*, 2010, 2014).



Figura 2: Distribución de *R. horribilis* en México. Imagen tomada y modificada de AmphibiaWeb, 2016.

VI.3 Historia natural

VI.3.1 Hábitat

En México se restringe a un intervalo altitudinal de 0-900 m. Se les puede encontrar en una gran variedad de ambientes como playas arenosas, palmares, selvas, pastizales, vegetación riparia y zonas urbanizadas (López *et al.*, 2009).

VI.3.2 Hábitos

Son animales terrestres y de hábitos nocturnos y realizan la mayor parte de sus actividades en este periodo (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2009). La temperatura, así como las variaciones climáticas estacionales y la humedad parecen definir sus patrones de actividad. Como depredadores oportunistas, su dieta es por lo general a base de artrópodos, sin embargo se ha registrado la ingestión de pequeños vertebrados y gasterópodos, además de comida para mascotas en los sitios urbanizados (López *et al.*, 2009).

VI.3.3 Reproducción

La reproducción depende de la temporada de lluvias; puede ocurrir desde la primavera hasta el otoño. En los lugares donde las lluvias son muy abundantes, la temporada de reproducción puede ocurrir en la estación seca y en los lugares más áridos se restringe en las estaciones lluviosas. Es importante mencionar que incluso entre poblaciones adyacentes pueden mostrar patrones reproductivos distintos (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen, 2009; López *et al.*, 2009; Dixon y Lemos-Espinal, 2010).

Las hembras alcanzan su madurez sexual a una LHC de 100 mm, mientras que en los machos no está bien definida (López *et al.*, 2009).

VI.4 Estatus de la especie

Esta especie no se considera bajo ninguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VII. ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Hidalgo se ubica en la región centro-oriental de la República Mexicana en las coordenadas 21.4° y 19.6° N; 97.96° y 99.88° O, colinda al norte con los estados de San Luis Potosí y Veracruz, al este con el estado de Puebla, al sur con los estados de Tlaxcala y México y al oeste con el estado de Querétaro (INEGI, 1992, 2014). Se encuentra inmerso en cuatro provincias biogeográficas: el Altiplano Mexicano, el Faja Volcánica Transmexicana, el Golfo de México y la Sierra Madre Oriental (Espinosa-Organista *et al.*, 2000; Ramírez-Bautista *et al.*, 2010). Está conformado por 84 municipios. El presente trabajo se realizó en tres localidades dentro de los municipios de Eloxochitlán (San Juan Amajac), Huehuetla (Rio Blanco) y San Felipe Orizatlán (El Naranjal) (Figura 3). El primero se ubica en el Altiplano Mexicano y los dos restantes en la provincia del Golfo de México; sin embargo, dependiendo del autor, se puede considerar a la localidad de Huehuetla en la Sierra Madre Oriental (Espinosa-Organista *et al.*, 2000).

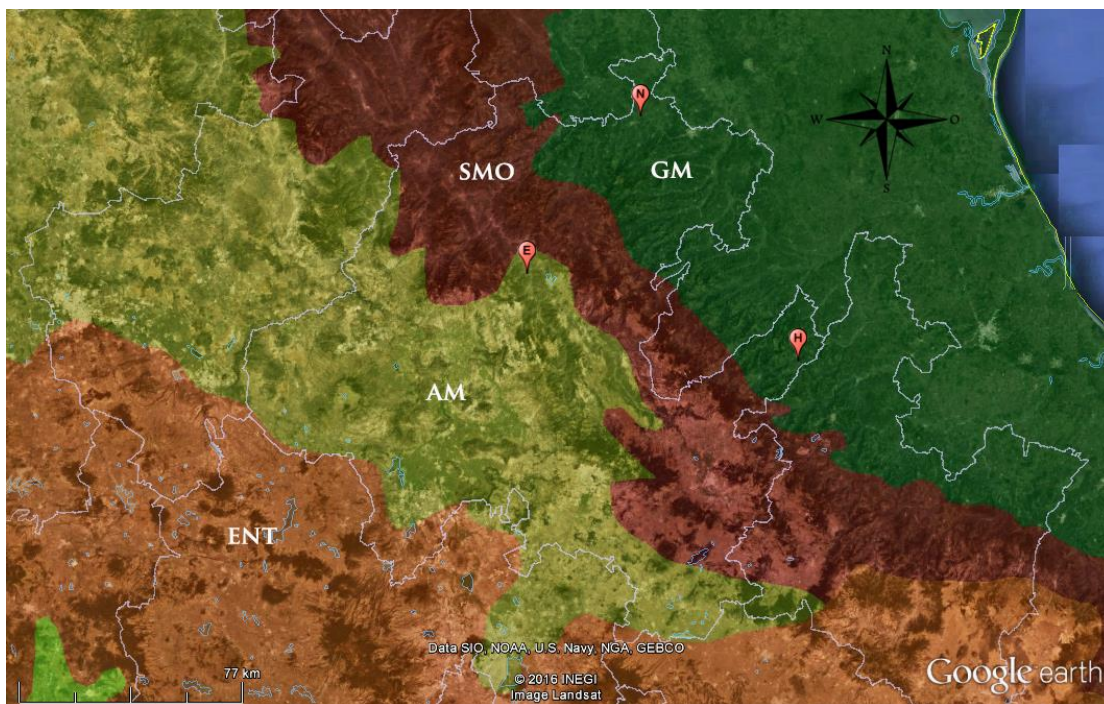


Figura 3: Mapa del estado de Hidalgo que muestra las provincias biogeográficas que lo conforman, así como las localidades de recolecta. E= San Juan Amajac, Eloxochitlán; H= Río Blanco, Huehuetla; N= El Naranjal, San Felipe Orizatlán. Las letras blancas indican los nombres de cada provincia biogeográfica; ENT= Eje Neovolcánico; SMO= Sierra Madre Oriental; GM= Golfo de México (Imagen tomada y modificada de Google Earth, 2016).

VII.1 Municipio de Eloxochitlán

Se localiza entre los paralelos 20.63° y 20.85° N; y los meridianos 98.75° y 99.00° O; con un intervalo de altitud de 800 y 2700 m. Colinda al norte con los municipios de Tlahuiltepa y Juárez; al este con Molango de Escamilla y Metztitlán; al sur con Metztitlán y El Cardonal y al Oeste con Tlahuiltepa. Ocupa una superficie de 239 km² y representa el 1.15% de la superficie del estado (Figura 4) (INEGI, 2009a, 2014; Gobierno del estado de Hidalgo, 2011a).

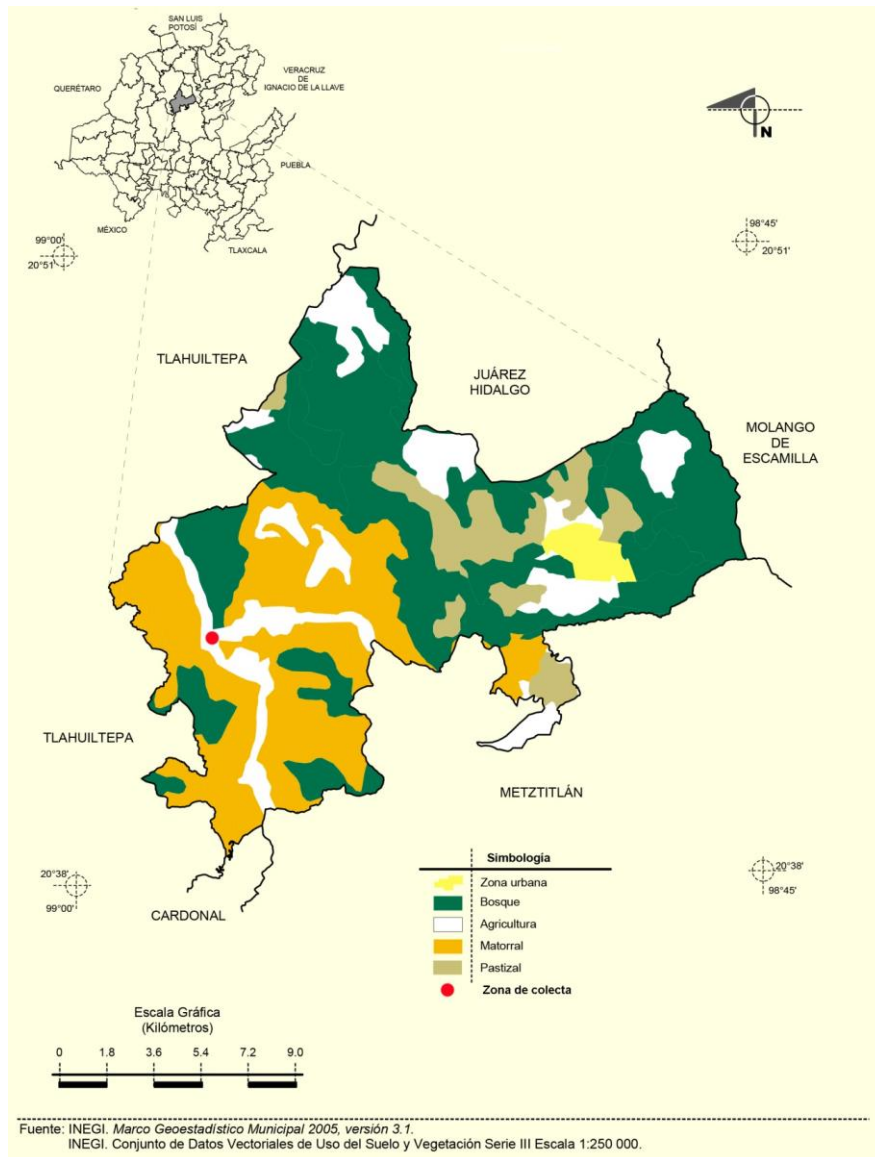


Figura 4: Municipio de Eloxochitlán, tipos de vegetación que lo conforman así como la localidad de recolecta (Tomado y modificado de INEGI, 2009a).

VII.1.1 Clima

La región capta humedad proveniente de los vientos y efectos de ciclones tropicales del Golfo de México que provoca un régimen de temperatura alta y constante todo el año (CONANP, 2003). Los principales climas son seco semicálido, semiseco semicálido, templado subhúmedo con lluvias en verano y semiseco templado. El promedio de temperatura no suele bajar de 20° C y la precipitación media anual va de 800-1200 mm (Challenger y Soberon, 2008; INEGI, 2009).

VII.1.2 Fisiografía, topografía e hidrología

El municipio se incluye en la provincia biogeográfica del Altiplano Mexicano. Las principales topoformas son mesetas y barrancos (CONANP, 2003; INEGI, 2009a).

El municipio está conformado por la cuenca hidrológica del Río Moctezuma y las subcuencas del Río Amajac y Río Metztlán. Existen numerosas corrientes perennes como Almolón, Xilitla, Ocotenango y Amajac (INEGI, 2009a; Gobierno del estado de Hidalgo, 2011a).

VII.1.3 Características de localidad de colecta

San Juan Amajac se encuentra en la zona oeste del municipio. (20.7151259° N; --98.9480837° O; WGS* 84; 900 m). Su geografía es accidentada; constituida por barrancos profundos y cañadas; el Río Amajac y el Río Almolón son los principales cuerpos de agua perennes de la zona (Figura 5).

VII.1.4 Flora

La vegetación predominante es bosque tropical caducifolio; se caracteriza por la presencia de árboles de la especie *Bursera morelensis*, así como las cactáceas columnares *Neobuxbaumia polylopha*, plantas epifitas y trepadoras (Rzedowsky, 1978; CONANP, 2003). En la zona ribereña, la vegetación se compone principalmente por sembradíos de árboles frutales y vegetación riparia (CONANP, 2003; INEGI, 2009a). Los árboles predominantes en esta zona son *Salix*

humboldtiana que se encuentran cerca del margen de los ríos y plantas acuáticas como *Cyperus hermaphroditus*, *Helenium elegans*, *Alternanthera repens*, *Datura stramonium*, entre otras (Figura 5) (CONANP, 2003).



Figura 5: Sitio de recolecta de *R. horibilis* en Eloxochitlán (Foto tomada de Google Earth, 2016).

VII.1.5 Fauna

Existen mamíferos medianos (Procyonidae, Felidae, Canidae) y una gran diversidad de aves (CONANP, 2003; Mejenes-López *et al.*, 2010). Los anfibios incluyen especies de las familias Bufonidae, Eleutherodactylidae, Hylidae y Ranidae. Los reptiles incluyen las familias Phrynosomatidae, Teiidae, Scincidae y Xantusidae, Colubridae, Elapidae, Typhlopidae y Viperidae (Ramirez-Bautista *et al.*, 2014).

VII.2 Municipio de Huehuetla

Se localiza entre los paralelos 20.38° y 20.68° N y los meridianos 97.98° y 98.18° O, presenta un intervalo altitudinal de 100-1700 m (INEGI, 2009 b). Colinda al norte con Veracruz; al este con Veracruz y Puebla; al sur con Puebla y el

municipio de Tenango de Doria y al oeste con los municipios de Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec (Figura 6). Ocupa una superficie de 214.72 km² y cubre un porcentaje de 1.03% del territorio del estado de Hidalgo (Alcántara-Alaya y Luna-Vega, 1997; Gobierno del Estado de Hidalgo, 2011b).

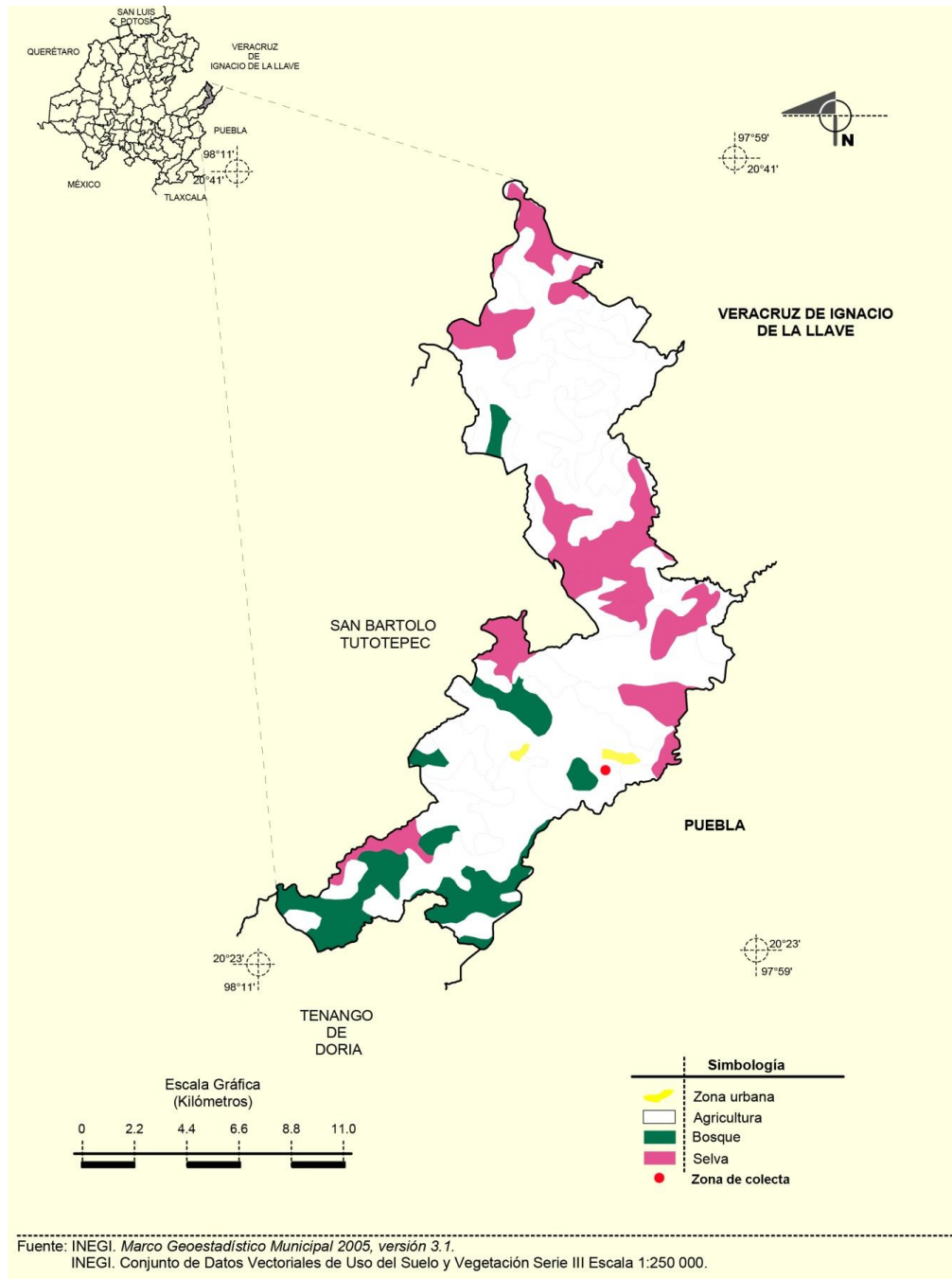


Figura 6: Municipio de Huehuetla, tipos de vegetación que lo conforman, así como la localidad de recolecta (Imagen tomada y modificada de INEGI, 2009).

VII.2.1 Clima

La región capta la humedad de los vientos y ciclones proveniente del Golfo de México; esto permite un régimen de temperaturas altas y constantes. Los climas que predominan son cálido-húmedo y semicálido con abundantes lluvias que ocurren de mayo a noviembre (INEGI, 1992, 2009b). La precipitación media anual es de 2558 mm y la temperatura promedio de 23.7° C (Gobierno del estado de Hidalgo, 2011a; INEGI, 2009b).

VII.2.2 Fisiografía y topografía e hidrología

La región se ubica dentro de dos provincias biogeográficas, el Golfo de México y la Sierra Madre Oriental (Espinosa-Organista *et al.*, 2000; INEGI, 2014), la recolecta se llevó a cabo del lado de la Sierra Madre Oriental. La región presenta topofomas de laderas accidentadas y pendientes (INEGI, 2009b).

Existen importantes cuencas hidrológicas que forman parte del municipio; la región Tuxpan-Nautla que incluyen el Río Tuxpan y las subcuencas de Vinazco y Pantepec, que se dividen en pequeñas corrientes: Chiflón, Borbollón, Junado, Beltrán, San Esteban, San Gregorio, San Francisco, La Ardilla, Río Blanco, Templado, Grande, la Pimienta y Pozo Grande (Figura 8) (INEGI, 2009b).

VII.2.3 Características del sitio de colecta

Río Blanco se encuentra en la zona centro-sur del municipio. (20.453329° N, -98.076322° O 654m; WGS 84. Es característico el paisaje compuesto por laderas abruptas propias de la Sierra Madre Oriental, con elementos tropicales del Golfo de México.

VII.2.4 Flora

La vegetación se conforma principalmente por parches de bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino y Bosque tropical subcaducifolio, sin embargo, gran parte de la vegetación original ha sido transformada en potreros (Alcántara-Alaya y Luna vega, 1997; INEGI, 2009b).

El bosque tropical subcaducifolio (Figura 7), que se caracteriza por contener alrededor de un 25% de especies deciduas y el resto perenne; la altura del dosel es de unos 20-30 m (Challenger y Soberón, 2008). Algunas de las especies más representativas de la zona son *Cedrela odorata*, *Bursera simaruba*, *Persea schiedeana*, *Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus appendiculatus*, *Dendropanax arboreus*, *Trema micrantha*, entre otras (Villavicencio-Nieto y Pérez-Escaldón, 2010).



Figura 7: Sitio de recolecta de *R. horribilis* en Huehuetla. (Foto tomada de Google Earth, 2016)

VII.2.5 Fauna

Solo existe un inventario de herpetofauna en el municipio e incluye a las familias Plethodontidae, Bufonidae, Craugastoridae, Eleutherodactylidae, Hylidae, Microhylidae y Ranidae de anfibios, y Kinosternidae, Corytophanidae, Gekkonidae, Iguanidae, Phrynosomatidae, Colubridae, Elapidae y Viperidae (Ramírez-Bautista *et al.*, 2010, 2014).

VII.3 San Felipe Orizatlán

Se localiza en el norte del estado en los paralelos 21.06° y 21.4° N; y los meridianos 98.45° y 98.7° O; presenta un intervalo altitudinal de 200 a 600 m.

Colinda al norte con los estados de San Luis Potosí y Veracruz; al este con Veracruz y el municipio de Jaltocán; al sur con Huejutla de Reyes y Tlanchinol, y al oeste con Tlanchinol y el estado de San Luis Potosí. Ocupa un territorio de 323km² y representa 1.56% de la superficie del estado (INEGI, 2009c; Gobierno del estado de Hidalgo, 2011c) (Figura 8).

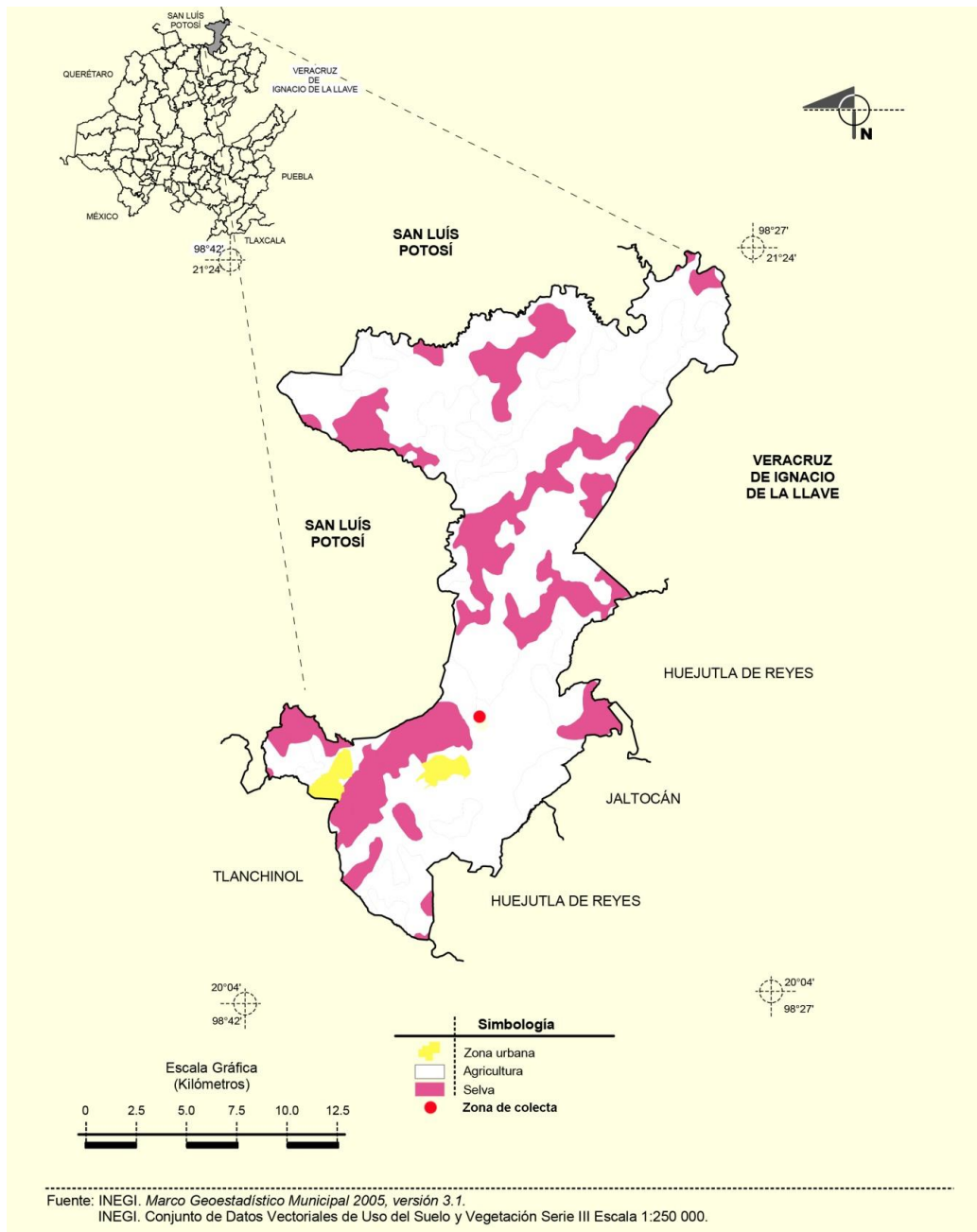


Figura 8: Municipio de San Felipe Orizatlán, tipos de vegetación que lo conforman así como la localidad de recolecta (Tomado y modificado de INEGI 2009c).

VII.3.1 Clima

El clima es predominantemente semicálido-húmedo con abundantes lluvias en verano y semicálido-húmedo con abundantes lluvias todo el año. La precipitación anual es en general alta, 1400-2100mm. El rango de temperaturas que se presenta es de 22-26° C debido a la proximidad con el Golfo de México (INEGI, 2009c).

VII.3.2 Fisiografía y topografía e hidrología

El municipio se encuentra dentro de dos provincias biogeográficas, la Sierra Madre Oriental (SMO) y la del Golfo de México (Espinosa-Organista *et al.*, 2000; INEGI, 2014). La topografía está principalmente representada por sierra, en la región sur del municipio (SMO), y lomeríos y tierras planas en la región norte del municipio (INEGI, 2009c, 2014).

El municipio se encuentra dentro de la región hidrológica del Pánuco, incluye la cuenca Moctezuma y a su vez subcuenca Río San Pedro y Río Tempoal. Las principales corrientes de agua perennes son Coacuilco, Los Sabinos y San Pedro (INEGI, 2009c; Gobierno del estado de Hidalgo, 2011c).

VII.3.3 Características de la localidad de colecta

El Naranjal se localiza en la zona central del municipio, al norte de su cabecera municipal Orizatlán, (21.189816° N, -98.578349° O; WGS 84, 178 m),

VII.3.4 Flora

La zona presenta un alto grado de perturbación, principalmente se compone por potreros (73%) y en menor medida bosque tropical (25%) La vegetación original presenta un alto grado de perturbación, actualmente, aproximadamente el 75% se conforma por potreros y el resto de parches de bosque tropical perenifolio y algunos de bosque mesófilo de montaña (25%) (INEGI, 2009c). Los potreros se caracterizan por ser extensiones de desmonte donde abundan las plantas herbáceas, principalmente las gramíneas con el fin de mantener el ganado

vacuno; esto resulta en una comunidad vegetal muy homogénea. Las especies principales en este tipo de vegetación son *Paspalum* sp. y *Andropogon* sp. Además existen cercas vivas de árboles como *Quercus* sp, y *Bursera* sp (figura 9) (INEGI, 2009c).



Figura 9: Sitio de recolecta de *R. horribilis* en El Naranjal, San Felipe Orizatlán. (Fotografía tomada por Cristian Olvera)

VII.3.5 Fauna

No existen inventarios de vertebrados para el municipio. La mayoría son de afinidad tropical, como *Dasyus novemcinctus* y *Tamandua mexicana*.

Con respecto a los anfibios, las familias mejor representadas son Bufonidae, Hylidae, Mycrohylidae, Ranidae, Craugastoridae, Eleutherodactylidae y Salamandridae (Ramírez-Bautista *et al.*, 2014).

VIII. METODOLOGÍA

VIII.1 Trabajo de campo

El material que corresponde a Huehuetla fue colectado en 2011. Posteriormente se realizaron dos salidas a los municipios de San Felipe Orizatlán y Eloxochitlán en 2015. Los muestreos se realizaron durante la noche, buscando a los organismos cerca de los cuerpos de agua en recorridos de cuatro horas de acuerdo con lo establecido por Manzanilla y Péfaur, (2000) buscando a los hospederos con base en sus patrones de actividad; los sapos se recolectaron manualmente y se colocaron en bolsas de manta húmedas para su traslado al laboratorio. Se tomaron los datos pertinentes como las coordenadas geográficas en grados decimales, altitud, fecha y hora, microhábitat, actividad, vegetación, entre otras. Se colectaron seis sapos para Huehuetla, cinco para San Felipe Orizatlán y tres para Eloxochitlán.

VIII.2 Laboratorio

VIII.2.1 Revisión de los hospederos

Los sapos fueron sacrificados con una sobredosis de éter etílico ya que sus pulmones se saturan en poco tiempo al realizar intercambio gaseoso a través de la piel y la muerte viene rápidamente (1-5 minutos) además permite que el cuerpo permanezca completamente relajado (Angulo *et al.*, 2006). Una vez completado este procedimiento se realizó un examen helmintológico externo e interno.

El examen externo consistió en una revisión completa de la piel, extremidades, interior de la boca, cloaca y ojos con ayuda de un microscopio estereoscópico y lupas (Thompson, 2012). El examen helmintológico interno se realizó cortando la piel de la región ventral de los hospederos en una línea recta desde la cloaca hasta la zona del esófago procurando no romper los órganos con ayuda de tijeras de punta y pinzas de disección para sostener el tejido cortado. Posteriormente las vísceras se extrajeron cortando el esófago y el recto en la porción más distal posible, y se colocaron en una caja de Petri con solución salina al 0.6% (Justine *et*

al., 2012). Se separaron los órganos con tijeras y se colocaron en cajas Petri individuales para su mejor revisión, una vez hecho esto, cada órgano (pulmones, tubo digestivo, hígado, corazón, útero, riñones, conductos, vejiga y corazón) se desgarró con agujas y pinzas de disección (Lamothe-Argumedo, 1997; Justine *et al.*, 2012; Sepulveda y Kinsella, 2013). Finalmente se revisó la cavidad corporal en busca de quistes o filarias con ayuda del microscopio estereoscópico.

Los helmintos se recolectaron con ayuda de pinceles de distintos grosores con relación a su tamaño o con pipetas Pasteur y se colocaron en cajas Petri con solución salina al 0.6% para realizar la fijación al finalizar. Cada morfo de helmintos encontrado se colocó en distintas cajas Petri con el fin de facilitar la posterior fijación.

VIII.2.2 Fijación y conservación de helmintos

Los digéneos se sacrificaron con agua caliente con el fin de evitar la contracción corporal, posteriormente se fijaron dentro de un tubo de vidrio con una solución compuesta por alcohol, formol y ácido acético (AFA), posteriormente se almacenaron con el mismo fijador limpio, se etiquetaron y mantuvieron 24hrs en el fijador para su posterior tinción con carmalum de Mayer, finalmente se montaron en preparaciones permanentes con bálsamo de Canadá (Lamothe-Argumedo, 1997)

Los nemátodos se sacrificaron en ácido acético glacial con el fin de evitar el enrollamiento del cuerpo (Berland, 1961), posteriormente se almacenaron en frascos con alcohol al 70%. Para la revisión microscópica los organismos se realizaron preparaciones temporales con un aclarante, que es una mezcla de alcohol-glicerina dejándolos reposar durante 24 horas (Lamothe-Argumedo, 1997; Justine *et al.*, 2012).

VIII.2.3 Identificación taxonómica

Una vez terminado el proceso de fijación y conservación, se procedió a realizar la identificación taxonómica, utilizando las claves taxonómicas de Chabaud, (1974)

Bray *et al.*, (2008) y Calhoun y Dronen, (2012) y literatura especializada, como descripciones y redescripciones de las especies (Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1949; Esslinger, 1986, 1987, 1988 a,b; Calhoun y Dronen, 2012; Dronen *et al.*, 2012 entre otras). Para la identificación, los organismos se observaron bajo un microscopio óptico y se realizaron mediciones, que se expresan en milímetros (mm) a menos que se indique otra unidad. Primero se coloca el promedio, seguida de la desviación estándar y entre paréntesis el rango; los dibujos fueron elaborados con la ayuda de una cámara clara acoplada al microscopio óptico. El formato utilizado en la sección de caracterización morfológica de los resultados es la media, seguida de la desviación estándar y el rango entre paréntesis comenzando por el número menor. El material de referencia de las especies de parásitos colectadas se encuentra depositado en la Colección Nacional de Helminthos (CNHE) del Instituto de Biología de la UNAM, en la Ciudad de México.

VIII.2.4 Caracterización de la infección

La caracterización de la infección se llevó con base en los parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia e intensidad propuestos por Bush *et al.*, 1997:

PREVALENCIA: Número de hospederos infectados con uno o más individuos de una especie particular de parásito, dividida entre el número de hospederos examinados (se expresa como porcentaje).

ABUNDANCIA PROMEDIO: Número total de individuos de una especie de parásito encontrado entre el número total de hospederos revisados en la muestra.

INTENSIDAD PROMEDIO: Número total de individuos de una especie particular de parásito encontrado entre el número de hospederos infectados en la muestra.

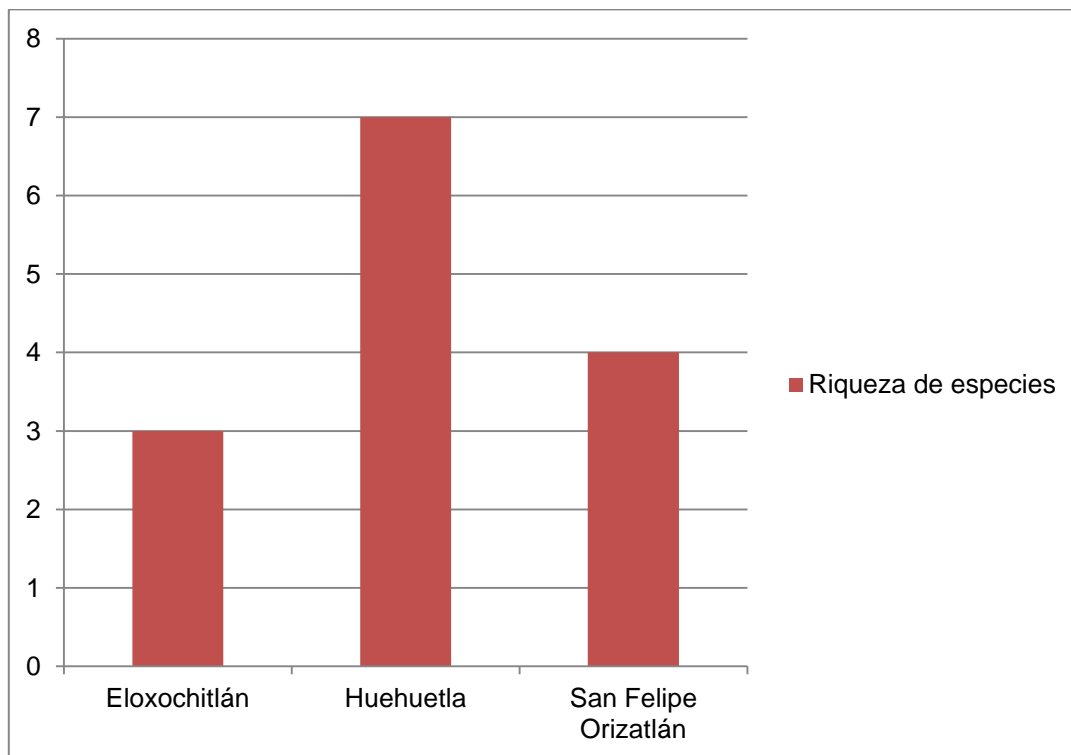
IX. RESULTADOS

IX.1 Registro helmintológico

A partir de los hospederos revisados, se obtuvieron ocho taxones de helmintos, tres pertenecientes al grupo de los digéneos y cinco al de los nemátodos (Tabla 2). Los digéneos (*Haematoloechus* cf. *complexus*, *Langeronia macrocirra*, y *Mesocoelium danforthi*) únicamente se colectaron en Huehuetla. De las cinco especies de nemátodos: *Cosmocerca* sp., *Ochoterenella digiticauda* y *Rhabdias* sp., se encuentran distribuidas en las tres localidades, *Cruzia morleyi* sólo se registró en San Felipe Orizatlán y en la localidad de Huehuetla únicamente se registró *Oswaldocruzia subauricularis*.

La localidad con mayor número de especies registradas es Huehuetla con tres especies de digéneos y cuatro nemátodos, seguida de San Felipe Orizatlán con cuatro especies de nemátodos y finalmente Eloxochitlán, con tres especies de nemátodos (Gráfica 1).

Gráfica 1: Riqueza de especies por localidad.



Cabe mencionar que el sitio de infección con mayor número de especies e individuos registrados fue el intestino con dos digéneos y tres nemátodos así como 209 individuos en total; siguen los pulmones con dos especies: un digéneo y un nemátodo y un total de 90 individuos. Finalmente en la cavidad corporal solo se registró una especie de nemátodo con 32 individuos.

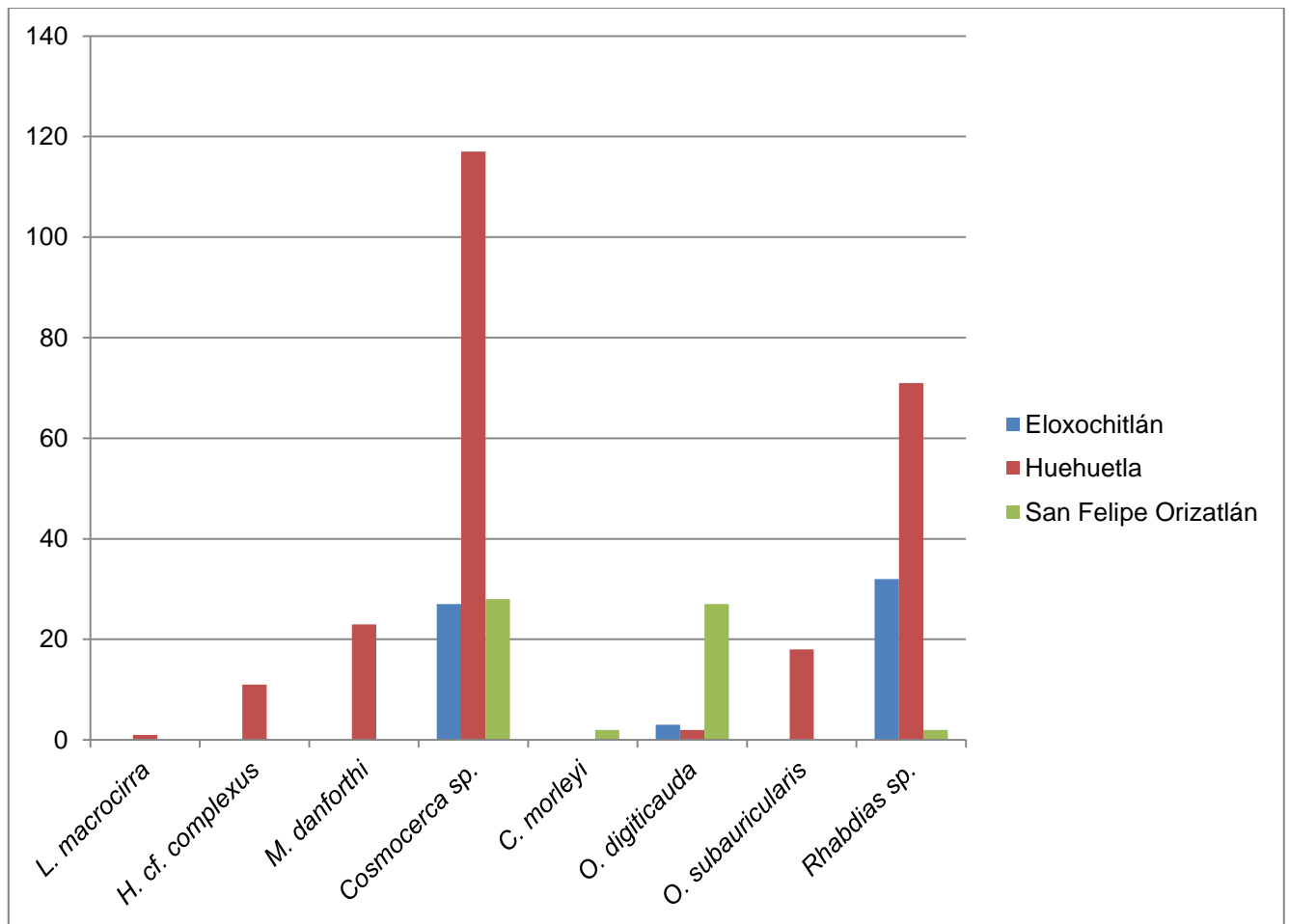
Tabla 2: Helmintos registrados en *R. horribilis* en tres localidades del estado de Hidalgo, México.

	Especie	Número CNHE	Sitio de infección	Localidades	Modo de infección y ciclo vital
DIGENEA	<i>Haematoloechus cf. complexus</i>	CNHE 10190	Pulmones	Huehuetla	Ingestión/ Indirecto
	<i>Langeronia macrocirra</i>	CNHE 10189	Intestino		
	<i>Mesocoelium danforthi</i>	CNHE 10188			
NEMATODA	<i>Cosmocerca</i> sp.	CNHE 10252 E, H 10245, SF 10248	Intestino	Eloxochitlán, Huehuetla, San Felipe Orizatlán	Penetración/Directo-Autoinfectivo
	<i>Cruzia morleyi</i>	CNHE 10246		San Felipe Orizatlán	Ingestión/Directo
	<i>Ochoterenella digiticauda</i>	CNHE 10250, 10243,10249	Cavidad corporal	Eloxochitlán, Huehuetla, San Felipe Orizatlán	Vector/Indirecto
	<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>	CNHE 10253	Intestino	Huehuetla	Penetración/Directo
	<i>Rhabdias</i> sp.	CNHE 10251, 10244, 10247	Pulmones	Eloxochitlán, Huehuetla, San Felipe Orizatlán	Penetración/Autoinfectivo- Alternancia de generaciones

IX.2 Caracterización de la infección

El mayor número de individuos colectados corresponde a *Cosmocerca* sp. con 172; *Rhabdias* sp., con 106; *O. digiticauda* con 32; *M. danforthi* con 23; *O. subauricularis* con 18; *Haematoloechus* cf. *complexus* con 11; *C. morleyi* con dos y finalmente *L. macrocirra* con un ejemplar. La mayoría de los hospederos se encontraron parasitados por lo menos con una especie de helminto, con excepción de dos ejemplares provenientes de la localidad de San Felipe Orizatlán. La mayor cantidad de individuos por localidad fue 218 en Huehuetla, seguido de Eloxochitlán con 68 y finalmente San Felipe Orizatlán con 59 individuos (Gráfica 2).

Gráfica 2: Número de individuos de cada especie de helminto recolectado por lo calidad.



Considerando el número total de helmintos colectados en las tres localidades, los nemátodos representan un 90.43% de la abundancia, mientras que los digéneos representan un 9.44%.

Las especies más representativas en términos de prevalencia fueron en general los nemátodos, particularmente *Rhabdias* sp., *Cosmocerca* sp. y *O. digiticauda* con valores que oscilan entre el 40-100%, presentándose en las tres localidades (Tabla 3). Por otro lado las especies menos representativas bajo este parámetro fueron *L. macrocirra* y *C. morleyi* con valores de 16 y 20% respectivamente, presentándose en una sola localidad. Finalmente *Haematobechus* cf. *complexus*, *M. danforthi*, y *O. subauricularis* obtuvieron valores del 16-50%.

Un patrón similar se observa en el parámetro de abundancia, sin embargo, en este caso, *Cosmocerca* sp. es el más representativo, posteriormente *Rhabdias* sp., y *O. digiticauda* con valores que oscilan de 3-19 individuos por hospedero. Por otr lado, las especies menos representativas bajo este parámetro fueron *C. morleyi* y *L. macrocirra* con valores de 0.4 y 0.16 individuos por hospedero respectivamente.

Finalmente, los taxones con valores de intensidad promedio más altos fueron *Cosmocerca* sp. y *Rhabdias* sp., con un máximo de 28 y 17 individuos por hospedero respectivamente. La especie con el valor más bajo fue *L. macrocirra* con un valor de 1 parásito por hospedero infectado.

Tabla 3: Caracterización de la infección de los helmintos registrados en *R. horribilis* en tres localidades del estado de Hidalgo, México.

Especie	Localidades									
	Número de individuos	Eloxochitlán			Huehuetla			San Felipe Orizatlán		
		P	A	I	P	A	I	P	A	I
<i>L. macrocirra</i>	1	-	-	-	16%	0.16	1	-	-	-
<i>M. danforthi</i>	23	-	-	-	33%	3.83	11.5	-	-	-
<i>Haematoloechus</i> <i>cf. complexus</i>	11	-	-	-	16.66 %	1.83	11	-	-	-
<i>Cosmocerca</i> sp.	172	66%	9	13.5	83.33 %	19.5	23.4	20%	5.6	28
<i>C. morleyi</i>	2	-	-	-	-	-	-	20%	0.4	2
<i>O. digiticauda</i>	32	66%	1	1.5	16.60 %	0.33	2	40%	5.4	13.5
<i>O. subauricularis</i>	18	-	-	-	50%	3	6	-	-	-
<i>Rhabdias</i> sp.	106	100%	10.66	10.66	66.60 %	11.83	17.75	20%	0.4	0.6

*P= Prevalencia, A= Abundancia, I= Intensidad promedio

IX.3 Caracterizaciones morfológicas y comentarios taxonómicos

A continuación se presentan las diagnósis, caracterizaciones morfológicas y comentarios taxonómicos de las especies de helmintos encontrados en este estudio.

Phylum: Platyhelminthes Gebenbaur, 1859

Clase: Digenea Van Beneden, 1858

Orden: Plagiorchiida La Rue, 1957

Familia: Pleurogenidae Looss, 1899

Género: *Langeronia* Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1949

Langeronia macrocirra Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1949

Diagnósis

Digéneo pequeño con cuerpo piriforme. Tegumento recubierto por espinas. Ventosa oral subterminal y subesférica, acetábulo similar en tamaño y forma. Glándulas vitelógenas extracecales, ubicadas en el tercio anterior del cuerpo. Prefaringe ausente, faringe elíptica y musculosa, seguida de un esófago largo. Ciegos cortos y en disposición diagonal. Ovario liso e intracecal, testículos extracecales y lobulados. Bolsa del cirro muy desarrollada y ubicada arriba del acetábulo ocupando la mayor parte del espacio intracecal. Asas uterinas abarcan la región posterior del cuerpo.

Caracterización morfológica

Basada en un ejemplar:

Cuerpo de 0.95 de longitud y ancho del cuerpo a la altura del acetábulo de 0.72. Tegumento cubierto por espinas; más numerosas en la región anterior. Ventosa oral subterminal y subesférica con 0.0987 de diámetro anteroposterior y 0.1162 de diámetro transversal. Acetábulo subesférico y ubicado en la región anterior, ligeramente pre-ecuatorial, mide 0.11 de diámetro anteroposterior y 0.106 de diámetro transversal. No presenta prefaringe, la faringe es globosa y muscular, se sitúa justo debajo de la ventosa oral; mide 0.05 de largo por 0.537 de ancho. El esófago mide 0.88 de largo y 0.075 de ancho.

Los ciegos intestinales llegan a la altura del acetábulo, cerca del borde posterior de los testículos con un diámetro anteroposterior de 0.291 y un diámetro transversal de 0.043. El ovario es esférico y se localiza a la derecha del acetábulo, entre la bolsa del cirro, ciego intestinal y borde anterior del testículo derecho y mide 0.113 de largo por 0.128 de ancho. El útero abarca la mitad posterior casi en su totalidad y se constituye por numerosas asas transversales que parten de la línea media del cuerpo a los lados, y finalizan en un conducto ascendente en el poro genital.

Los testículos son ligeramente lobulados y se localizan en cada lado del cuerpo, bajo el extremo posterior de los ciegos intestinales, sobrepasando el borde posterior del acetábulo. El testículo izquierdo mide 0.115 de longitud por 0.175 de ancho y el derecho mide 0.111 de longitud por 0.888 de ancho. La bolsa del cirro está muy desarrollada y ocupa casi la totalidad del espacio intracecal. Las glándulas vitelógenas se extienden desde la región donde inicia el esófago hasta la mitad de los ciegos intestinales, la mayoría de los folículos son extracecales. La vesícula excretora es recta y el poro excretor subterminal, situado en la parte posterior del cuerpo (Figura 10).

Comentarios taxonómicos

El ejemplar obtenido se incluyó en la familia Pleurogenidae, de acuerdo con los caracteres descritos por Bray *et al.*, (2008), como son la forma del cuerpo (piriforme) y la presencia de una bolsa del cirro de gran tamaño y bien desarrollada, la forma redonda de la ventosa oral y su posición subterminal, por poseer un acetábulo redondo y en posición ecuatorial, y por la ausencia de prefaringe, el ejemplar se asignó al género *Langeronia* por la ubicación del poro genital, que es posterior a la bifurcación intestinal; la ubicación postacetabular de los testículos; el tamaño de la bolsa del cirro y su posición intracecal y la disposición de las asas uterinas, que están confinadas a la mitad posterior del cuerpo (Brenes *et al.*, 1959; Iruegas-Buentello y Salinas-López, 1989; Bray *et al.*, 2008).

El género *Langeronia* fue propuesto por Caballero y Caballero y Bravo-Hollis (1949) y actualmente incluye seis especies que se distribuyen desde Norteamérica hasta Centroamérica: *Langeronia macrocirra*, *L. provitellaria*, *L. parva*, *L. jimenezi*, *L. brenesi* y *L. burseyi*. Estos helmintos son parásitos del intestino de anfibios y reptiles; se han registrado dos especies en México *L. macrocirra* y *L. jimenezi*. (Martínez-Salazar y León-Règagnon, 2010).

Finalmente, el ejemplar se identificó como *Langeronia macrocirra*; con base en Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, (1949) y Brenes *et al.*, (1959). Sin embargo, el material estudiado no entra dentro del rango de algunas medidas arrojadas en las descripciones antes mencionadas. Es posible que la técnica usada para la preparación y fijación del ejemplar o el estadio de desarrollo del mismo influyeran en las mediciones fuera de rango (Martínez-Salazar y León-Règagnon, 2010), además de la disponibilidad de material puesto que solo se recolectó un helminto.

El ejemplar recolectado es similar morfológicamente a *L. jimenezi*, *L. parva* y *L. provitellaria* (Sacks, 1952; Brenes *et al.*, 1959; Christian, 1970; Iruegas-Buentello y Salinas-López, 1989) sin embargo se puede diferenciar de las tres especies por la siguiente combinación de caracteres: la ventosa oral es subterminal, mientras que

en *L. jimenezi*, *L. parva* y *L. provitellaria* es terminal (Sacks, 1952; Cristian, 1970; Iruegas-Buentello y Salinas-López, 1989). *L. parva* y *L. jimenezi* presentan prefaringe, mientras que el ejemplar recolectado y *L. provitellaria* no la presentan. El acetábulo en nuestro ejemplar, *L. jimenezi* y *L. provitellaria* es preecuatorial, mientras que en *L. parva* es postecuatorial. Los testículos en *L. provitellaria* y *L. jimenezi* son marcadamente lobulados, mientras que en *L. parva* y el ejemplar recolectado son lisos o ligeramente lobulados. Además el ovario en *L. macrocirra* y *L. parva* es liso; mientras que en *L. jimenezi* y *L. provitellaria* es lobulado (Tabla 4) (Sacks, 1952; Iruegas-Buentello y Salinas-López, 1989). Es importante enfatizar que solo se han registrado dos especies de estos parásitos en México: *L. jimenezi* y *L. macrocirra*, como parásitos del intestino de *R. horribilis*. *L. provitellaria* y *L. parva* se han registrado en el intestino de ránidos en Estados Unidos (Sacks, 1952; Martínez-Salazar y León-Régagnon, 2010).

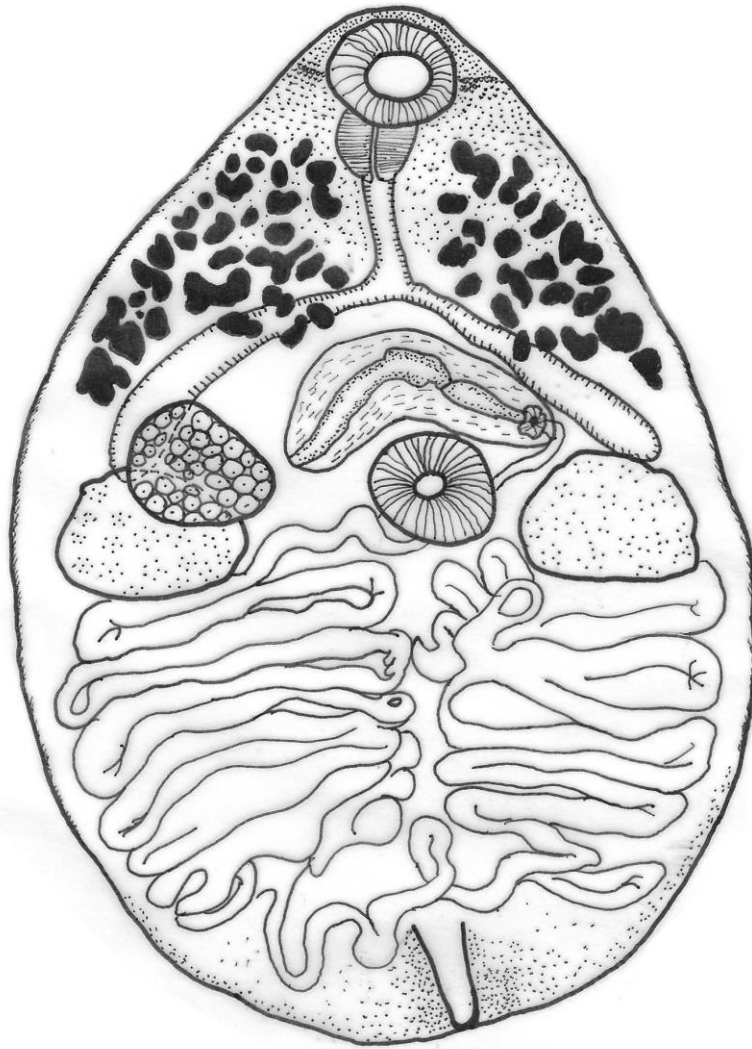
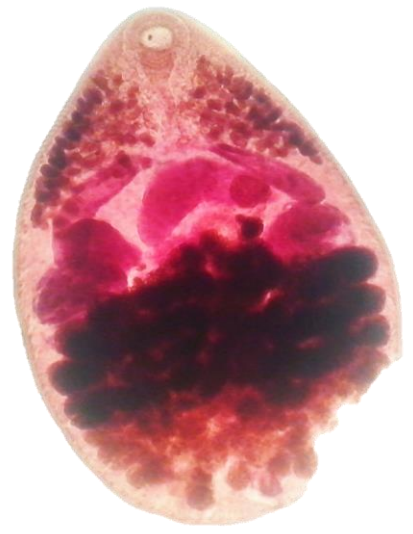
El límite entre especies del género se basa principalmente en caracteres morfológicos como la forma del cuerpo, la presencia de prefaringe, los ciegos intestinales, ubicación del poro genital, la distribución de las glándulas vitelógenas, y la superficie del tegumento (Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1949; Brenes *et al.*, 1959); sin embargo, recientemente se han utilizado caracteres moleculares como secuencias de la región ITS2 del ADN ribosomal y del ADN mitocondrial *cox*, para solucionar problemas taxonómicos que han resultado del uso exclusivo de caracteres morfológicos (Martínez-Salazar y León-Régagnon, 2010). En consecuencia, se sugiere colectar un mayor de helmintos de esta especie con el fin de realizar análisis moleculares.

Tabla 4: Morfometría de *Langeronia* spp. que parasitan anuros de México y el ejemplar obtenido en este estudio. Datos tomados de Sacks, (1952); Brenes *et al.*, (1959); Christian, (1970); Iruegas-Buentello y Salinas-López, (1989).

Especies/ características	<i>L. macrocirra</i> (Este estudio)	<i>L. macrocirra</i> (Brenes <i>et al.</i>, 1959)	<i>L. jimenezi</i> (Iruegas-Buentello y Salinas-López, 1989)	<i>L. parva</i> (Christian, 1970)	<i>L. provitellaria</i> (Sacks, 1952)
Longitud total	0.95	1.536-1.888	1.066-2.370	0.99-1.12	1.781-2.356
Ancho del cuerpo	0.7	0.800-1.296	0.787-1.476	0.422-0.462	1.025-1.235
DAP* ventosa oral	0.098	0.120-0.131	0.100-0.185	0.08-0.106	0.129-0.190
DT* ventosa oral	0.116	0.123-0.187	0.123-0.195	0.099-0.112	0.163-0.218
Ubicación ventosa oral	Subterminal	Subterminal	Terminal	Terminal	Terminal
DAP acetábulo	0.11	0.116-0.191	0.092-0.201	0.092-0.112	0.163-0.190
DT acetábulo	0.106	0.116-0.187	0.121-0.187	0.099-0.119	0.169-0.211
Ubicación acetábulo	Preecuatorial	Preecuatorial	Preecuatorial	Postecuatorial	Preecuatorial
Longitud prefaringe	Ausente	Ausente	Ausente	0.020-0.046	Ausente
Faringe longitud	0.05	0.056-0.082	0.047-0.086	0.020-0.046	0.058-0.210
Faringe ancho	0.537	0.060-0.076	0.041-0.082	0.053-0.066	0.068-0.210
Esófago	0.088	0.0131-0.142	0.055-0.195	0.132-0.182	0.102-0.286
Superficie de testículos	Ligeramente lobulados	Ligeramente lobulados	Marcadamente lobulados	Lisos	Marcadamente lobulados
DAP testículo izq.	0.162	0.224-0.272	0.164-0.369	0.129-0.132	0.136-0.254
DT testículo izq.	0.175	0.256-0.352	0.0164-0.361	0.130-0.132	0.177-0.313
DAP testículo der.	0.111	0.256-0.272	0.205-0.353	0.112-0.0132	0.131-0.238
DT testículo der.	0.188	0.256-0.288	0.197-0.443	0.130-0.132	0.177-0.312
Superficie del ovario	Liso	Liso	Lobulado	Liso	Marcadamente lobulado
DAP ovario	0.1325	0.160-0.208	0.148-0.246	0.106-0.119	0.143-0.230
DT ovario	0.11	0.160-208	0.172-0.287	0.113-0.132	0.156-0.252

* DAP= Diámetro anteroposterior; DT= Diámetro transversal.

A pesar que el ciclo de vida no se conoce, se puede inferir a partir del ciclo descrito para *L. brenesi*. Los hospederos definitivos (*Lithobates muscosa*) expulsan los huevos a través de materia fecal hacia el medio acuático, posteriormente emerge un miracidio que penetra al primer hospedero intermediario, un gasterópodo (*Bulimus* sp. ó *Fontelicella californensis*), y se enquista formando un esporocisto madre; dentro del esporocisto se pueden originar 3-5 cercarias que posteriormente salen del hospedero como xiphidiocercarias virguladas, estas penetran al segundo hospedero intermediario, una náyade de libélula (*Ischnura* sp., *Enallagma* sp.), dentro se enquistan y forman metacercarias. La infección ocurre cuando el hospedero definitivo ingiere una libélula infectada con metacercarias; los parásitos maduran en el intestino de la rana y el ciclo se completa (Goodman, 1989) (Figura 11).



0.5 mm

Figura 10: Vista ventral de *Langeronia macrocirra*. Dibujo realizado en cámara clara, procesado con Adobe Photoshop CS6.

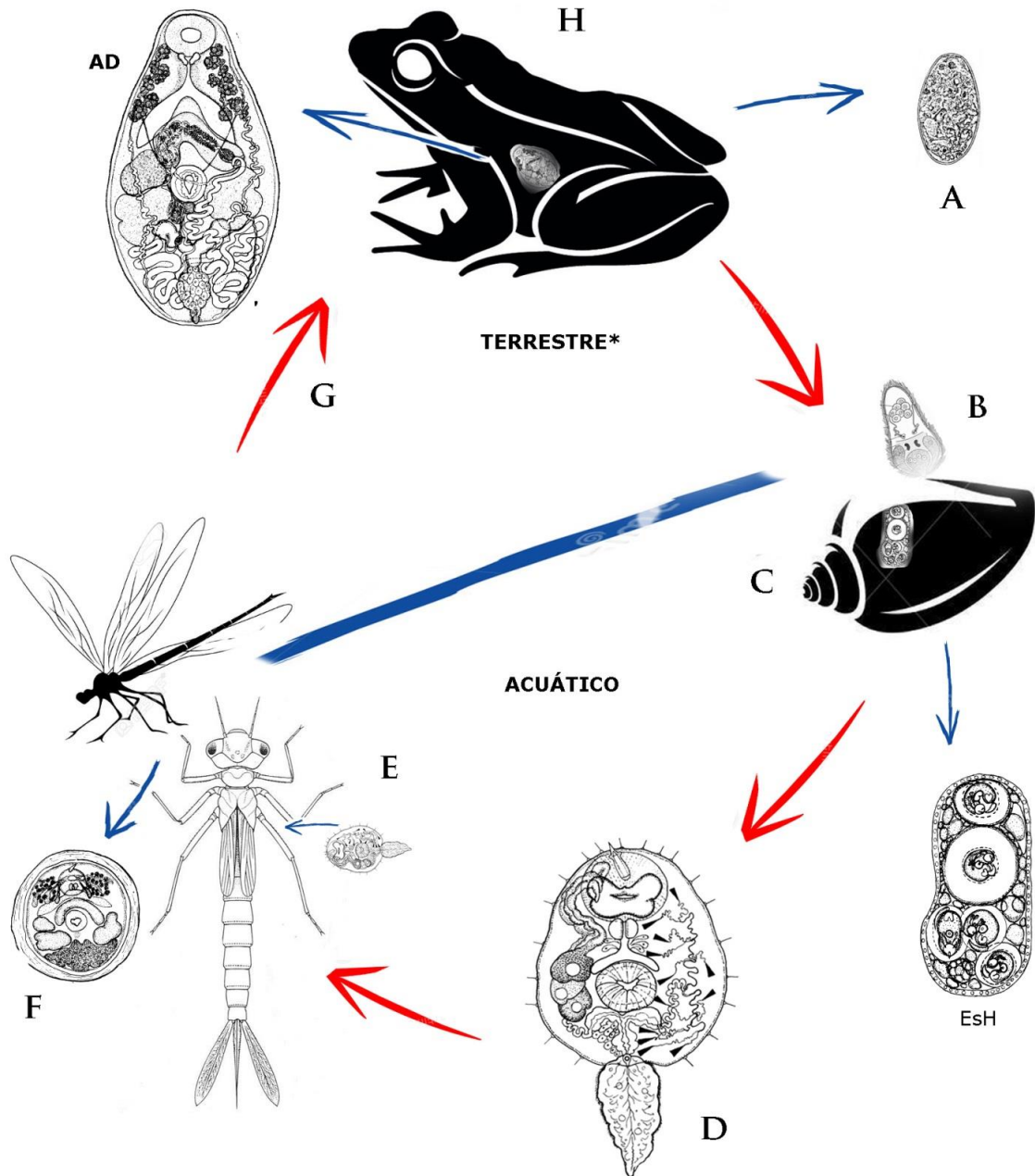


Figura 11: Ciclo vital de *Langeronia brenesi*. A= Huevo expulsado; B= Penetración de miracidio en gasterópodo; C= Desarrollo de esporocisto dentro de gasterópodo; D= Liberación de xifidocercaria virgulada; E= Penetración de Xifidocercaria en náyade de libélula; F= enquistamiento (metacercaria); G= Ingestión de náyade o adulto por la rana; H= desarrollo en el intestino del hospedero definitivo. AD= Adulto de *Langeronia brenesi*; EsH= Esporocisto hijo; A-F se desarrolla en el medio acuático, el resto en el medio terrestre (facultativamente). Tomado y modificado de Goodman, 1989

Registros previos en anuros de México

En México *L. macrocirra* se ha registrado en los estados de Nuevo León, Veracruz y Sonora principalmente en anuros de las familias Bufonidae, Ranidae e Hylidae (Tabla 5).

Tabla 5. Registros de *L. macrocirra* en anuros de México. Datos tomados y modificados de Paredes-León *et al.*, (2008) y Ruiz-Torres, (2013).

Hospedero	Localidad	Estado
Bufonidae		
<i>Rhinella horribilis</i>	La Laguna (Higueras)	Nuevo León
	Lago de Catemaco	Veracruz
	Estación Biológica Los Tuxtlas	
	Coquimantlán	Colima
Ranidae		
<i>Lithobates berlandieri</i>	La Laguna	Nuevo León
	Rio Pesquería, Presa Rodrigo Gómez	
	Estación Biológica, Los Tuxtlas	Veracruz
<i>Lithobates</i> sp.	Rio Pesquería, Presa Rodrigo Gómez	Nuevo León
<i>L. tarumarae</i>	Yecora	Sonora
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida	Veracruz
	Estación Biológica, Los Tuxtlas	
Hylidae		
<i>Smilisca baudini</i>	Estación Biológica, Los Tuxtlas	Veracruz

Orden: Plagiorchiida La Rue, 1957

Familia: Mesocoeliidae Dollfus, 1929

Género: *Mesocoelium* Odnher, 1910

Mesocoelium danforthi Hoffman, 1935

Diagnosis

Digéneo con forma variable. Tegumento recubierto por espinas pequeñas y rectas. Ventosa oral subterminal y esférica, acetábulo esférico y más pequeño, ambas estructuras ubicadas en el primer tercio del cuerpo. Glándulas vitelógenas distribuidas desde la ventosa oral hasta el final de los ciegos. Prefaringe ausente o muy poco evidente, faringe musculosa y elíptica, seguida de un esófago corto, bifurcación de los ciegos entre la faringe y el acetábulo, estos, sobrepasan ligeramente la región media del cuerpo, testículos en diagonal pequeños y a la altura del acetábulo, ovario postesticular y ligeramente lobulado. Asas uterinas ocupan más del 60% de la superficie del cuerpo. Poro genital submedio y prebifurcal.

Caracterización morfológica

Basada en 23 ejemplares:

Cuerpo con forma variable (oval, lanceolada o elíptica), 1.908 ± 0.16 (1.704 – 2.148) de longitud y 0.799 ± 0.072 (0.66 - 0.912) de ancho máximo. Tegumento recubierto por espinas de 0.012 ± 0.001 (0.01 – 0.015) de longitud. Ventosa oral subterminal y de forma subesférica de 0.249 ± 0.025 (0.17-0.28) de diámetro anteroposterior y 0.252 ± 0.017 (0.215 - 0.28) de diámetro transversal; prefaringe muy corta, en ocasiones ausente; faringe muscular y generalmente subesférica, más larga que ancha 0.111 ± 0.007 (0.095-0.118) de longitud por 0.092 ± 0.006 (0.077-0.103) de ancho; esófago de 0.502 ± 0.025 (0.025-0.1) de largo; bifurcación cecal ubicada en el primer tercio del cuerpo o ligeramente posterior, los ciegos sobrepasan el nivel del ovario y terminan cerca de la mitad de la región posterior

del cuerpo, ocupando un 30.75% (27-32%) del espacio post ovárico. Relación entre el ancho ventosa oral-faringe 1:2.7; acetábulo localizado anterior al nivel medio del cuerpo, más pequeño que la ventosa oral, 0.184 ± 0.013 (0.165-0.215) de diámetro anteroposterior y 0.197 ± 0.013 (0.156-0.2) de diámetro transversal, relación ventosa oral-acetábulo 1: 1.4.

Testículos lisos con disposición diagonal, situados a nivel del acetábulo. Bolsa del cirro situada entre la faringe y el acetábulo. Poro genital cerca del margen posterior de la faringe preecuatorialmente; región frontal de cuerpo (del extremo anterior hasta el acetábulo) mide 0.66 ± 0.043 (0.62-0.77) de longitud. El ovario es postesticular, situado justo bajo el testículo izquierdo o derecho; el espacio post ovárico mide 1.022 ± 0.114 (0.8-1.17) y ocupa en promedio 57% de la longitud total del cuerpo. Las vitelógenas se distribuyen desde la ventosa hasta el extremo posterior de los ciegos, en algunas ocasiones pueden sobrepasarlos. El útero está muy extendido, abarca más del 60% del cuerpo y se distribuye desde la altura de los testículos hasta el final del cuerpo (Figura 12).

Comentarios taxonómicos

El género *Mesocoelium* se incluyó en la familia Dricocoeliidae con la especie tipo *Mesocoelium sociale*. Desde entonces el género ha sufrido numerosos cambios taxonómicos. Posteriormente *Mesocoelium* se transfirió a Brachycoeliinae; por último, el género se reincorporó a Dricocoeliidae (Dronen *et al.*, 2012). Después se propuso la subfamilia Mesocoeliinae, principalmente por las diferencias en la preferencia hospedatoria de *Mesocoelium* con respecto a las demás especies de Dricocoeliidae; parásitos intestinales de anfibios y reptiles en contraste con parásitos de la vesícula biliar de aves y mamíferos. Posteriormente Mesocoeliinae se elevó a nivel de familia (Mesocoeliidae) y más tarde se reconocieron dos géneros: *Mesocoelium* y *Pintneria*, que se diferencian por la disposición de los testículos. Hasta la fecha este es el arreglo taxonómico aceptado (Calhound y Dronen, 2012; Dronen *et al.*, 2012).

El número de especies en el género *Mesocoelium* ha resultado igualmente difícil de establecer debido a la gran variabilidad morfológica en características comúnmente usadas para delimitar las especies (disposición de las gónadas, tamaño, posición y relación de ventosas) (Bechara-Escudero y Asprilla-Murillo, 2007; Dronen *et al.*, 2012); Yamaguti (1971) listó 49 especies, de las cuales 27 corresponden a anfibios y 22 a reptiles. Posteriormente sólo se consideran 30 especies con la utilización de caracteres morfométricos como las espinas del tegumento, el tamaño de los huevos y la relación de tamaño de las ventosas para la separación de especies (Dronen *et al.*, 2012). Los ejemplares obtenidos en este trabajo se identificaron con base en el estudio realizado por Dronen *et al.*, (2012), quienes presentaron una revisión morfológica de la familia Mesocoeliidae con base en ejemplares de diferentes colecciones helmintológicas proporcionando claves taxonómicas y descripciones para las diferentes especies de esta familia.

Los ejemplares estudiados se asignaron a la familia Mesocoeliidae por su tamaño relativamente pequeño, con tegumento espinoso; forma del cuerpo variable (oval, elíptica, elongada o clavada); ventosa oral subterminal, abertura oral ventral; prefaringe poco evidente, faringe muscular; esófago presente; bifurcación intestinal inmediatamente preacetabular; ciegos sobrepasando el nivel del ovario; acetábulo submedio; testículos en diagonal o casi simétricos, intracecales y ubicados al nivel del acetábulo. Poro genital preacetabular; ovario posttesticular y útero extenso, ocupando el espacio postovárico. Encontrados en intestinos de anfibios y reptiles. El género se diferenció por la disposición testicular, en este caso es oblicua o simétrica; el género *Pintneria* por otro lado, se caracteriza por poseer testículos en tándem (Bray, 2008; Calhoun y Dronen, 2012; Dronen *et al.*, 2012).

El género *Mesocoelium* se conforma por nueve complejos de especies (similares morfológicamente) que se pueden diferenciar entre otras características por la longitud de los ciegos y la posición del poro genital, estos se incluyen en dos grupos: Los morfotipos que presentan ciegos cortos que no sobrepasan el nivel del ovario que pueden distinguirse por la posición del poro genital son:

lancetaeum (poro posterior a la bifurcación intestinal); *monas* (poro anterior a la bifurcación de los ciegos y de la región media del cuerpo, es decir, prebifurcal y submedio); *pesteri* (poro anterior a la bifurcación) y *zhejiangensis* (poro a la altura de la bifurcación). Los morfotipos con ciegos sobrepasando el nivel del ovario son: *brieni* (poro a la altura de la bifurcación y a la mitad del cuerpo); *carli* (poro posterior a la bifurcación y submedio); *leiperi* (poro posterior a la bifurcación y medio); *mesembrinum* (poro anterior a la bifurcación y anterior a la mitad del cuerpo); y *sociale* (poro a la altura de la bifurcación y submedio) (Dronen *et al.*, 2012).

Los organismos estudiados se asignaron al morfotipo *monas*, el cual incluye 10 especies; *Mesocoelium gabonensis*, *M. megaloon*, *M. schwetzi*, *M. monas*, *M. melanosticti*, *M. georgesblanci*, *M. malayanum*, *M. crossophorum*, *M. danforthi*, *M. monodi*, *M. brachyenteron* y *M. americanum*; nuestros ejemplares tienen gran similitud morfológica con cuatro especies: *M. americanum*, *M. crossophorum*, *M. danforthi* y *M. monodi*; asignándose los ejemplares en estudio a *Mesocoelium danforthi* entre otras características por presentar vitelógenas que sobrepasan los ciegos intestinales, gónadas a la altura del acetábulo, poro genital ubicado entre la zona media del esófago y la prefaringe, y finalmente ciegos que ocupan más de un 24% (24-32%) del espacio postovarico. *M. danforthi* se diferencia de *M. crossophorum* en que esta última presenta los ciegos son relativamente cortos (menos del 23% de espacio postovárico), *M. monodi* por los ciegos más largos (33-56% del espacio postovárico). *M. americanum* se difiere por la posición del poro genital, que es posterior a la zona media del esófago, y en los ejemplares recolectados no sobrepasa dicho nivel.

Recientemente se realizó una revisión taxonómica de los ejemplares de este género depositados en la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología de la UNAM (López-García, 2016); en dicho trabajo se reasignaron diferentes especies registradas en el género *Mesocoelium*, después de dicho análisis el número de especies de *Mesocoelium* que parasitan *R. horribilis* en México es de tres: *M. americanum*, *M. danforthi*, y *M. meggitti* (Tabla 6); al

comparar el material en estudio con el trabajo de López-García (2016), se encontró que los ejemplares recolectados coinciden en características y medidas de *M. danforthi* (Tabla 6), diferenciándose de *M. americanum* en las medidas del espacio post-ovárico y el porcentaje que los ciegos abarcan en el espacio post-ovárico es mayor. Por otro lado en contraste con *M. meggitti* los ejemplares recolectados son de menor longitud corporal, el poro genital es submedio y prebifurcal, y el espacio postovárico es de menor longitud, así mismo el porcentaje del espacio postovárico que ocupan los ciegos es menor.

Por lo tanto, los ejemplares recolectados coinciden con los previamente registrados en México para el hospedero en estudio.

Los integrantes de la familia Mesocoeliidae son parásitos intestinales de anfibios y reptiles. Hasta la fecha, solo el ciclo de vida de *M. monodi* y *M. brevicacum* se han descrito. En el caso de *M. monodi* parásito de *Agama agama*, el ciclo de vida es el siguiente: los organismos adultos liberan huevos en el tracto intestinal y posteriormente son expulsados al ambiente por las heces; una vez en el suelo éstas sirven de alimento a un gasterópodo (*Lamellaxis gracilis*), dentro del hospedero intermediario se desarrolla el esporocisto madre en el cual se pueden desarrollar cercarias o directamente metacercarias; en el primer caso pueden salir del hospedero y enquistarse en el medio terrestre donde algún artrópodo lo ingiere, se sugiere que puede tratarse de hormigas; sin embargo las infecciones experimentales realizadas por Thomas (1965) en larvas y adultos no dieron resultado, por lo que el segundo hospedero intermediario no se conoce con exactitud. Cuando el lagarto depreda al hospedero intermediario las metacercarias se mueven al intestino y maduran, finalizando el ciclo vital (Figura 13).

Tabla 6: Morfometría de *M. danforthi* registrados en *R. horribilis* de México. Datos tomados y modificados de Dronen *et al.*, (2012) y López-García, (2016).

Especies/ características	<i>M. danforthi</i> (este estudio)	<i>M. cf danforthi</i> (Guillén-Hernández <i>et al.</i>, 2000)	<i>M. danforthi</i> (Caballero <i>et al.</i>, 1956)	<i>M. danforthi</i> (Dronen <i>et al.</i>, 2012)
Longitud del cuerpo	1.908 (1.704-2.148)	3.107	1.950 (1.885-2.10)	1.288-2.125
Ancho del cuerpo	0.799 (0.66-0.912)	1.5	0.851 (0.771-0.900)	0.463-0.925
Región anterior del cuerpo	0.484 (0.432-0.601)	0.991	0.498 (0.47-0.50)	0.465-0.550
Porcentaje de la región anterior con respecto a la longitud total	25.399 (20.83-31.51)	31.92	25.63 (24.26-28.13)	26-36
DAP ventosa oral	0.249 (0.17-0.28)	0.364	0.247 (209-0.263)	0.220-0.380
DT ventosa oral	0.252 (0.215-0.28)	0.327	0.245 (0.236-0.254)	0.225-0.265
DAP acetábulo	0.184 (0.165-0.215)	0.227	0.175 (0.158-0.184)	0.130-0.190
DT acetábulo	0.197 (0.156-0.2)	0.245	0.177 (0.158-0.186)	0.120-0.220
Longitud faringe	0.111 (0.095-0.118)	0.108	0.095 (0.088-0.109)	0.065-0.1
Ancho faringe	0.092 (0.077-0.103)	0.132	0.102 (0.091-0.115)	0.070-0.110
Poro genital	Submedio-prebifurcal	Submedio-prebifurcal	Submedio-prebifurcal	Submedio-prebifurcal
DAP ovario	N/d	0.318	0.184 (0.151-0.200)	0.125-0.220
DT ovario	N/d	0.218	0.191 (0.171-0.209)	0.090-0.230
Espacio postovárico	1.022 (0.8-1.17)	1.735	1.162 (1.070-1.328)	0.545-1.303
Porcentaje del postovárico con respecto al cuerpo	57	55.86	59.66 (56.12-65.26)	50-62
Porcentaje de los ciegos intestinales que sobrepasa el ovario	30.75	28.75	28.82 (24.52-31.97)	27-32
Relación ventosa oral faringe	(1:2.24)	01:02.0	1:2.3 (1:2.21--1:2.56)	1:2.4-1:3.2
Relación ventosa oral acetábulo	1--1.4	01:01.0	1:1.3 (1:1.31-1:1.49)	1:1.3-1:1.9
Distribución	Huehuetla, Hidalgo	El Zacatal, Veracruz	El Valle, Panamá	Jamaica, Panamá
Hospedero	<i>Rhinella horribilis</i>	<i>R. horribilis</i>	<i>R. horribilis</i>	<i>Anolis lineatopus/ R. horribilis</i>

* DAP= Diámetro anteroposterior; DT= Diámetro transversal; N/d= Datos no disponibles.

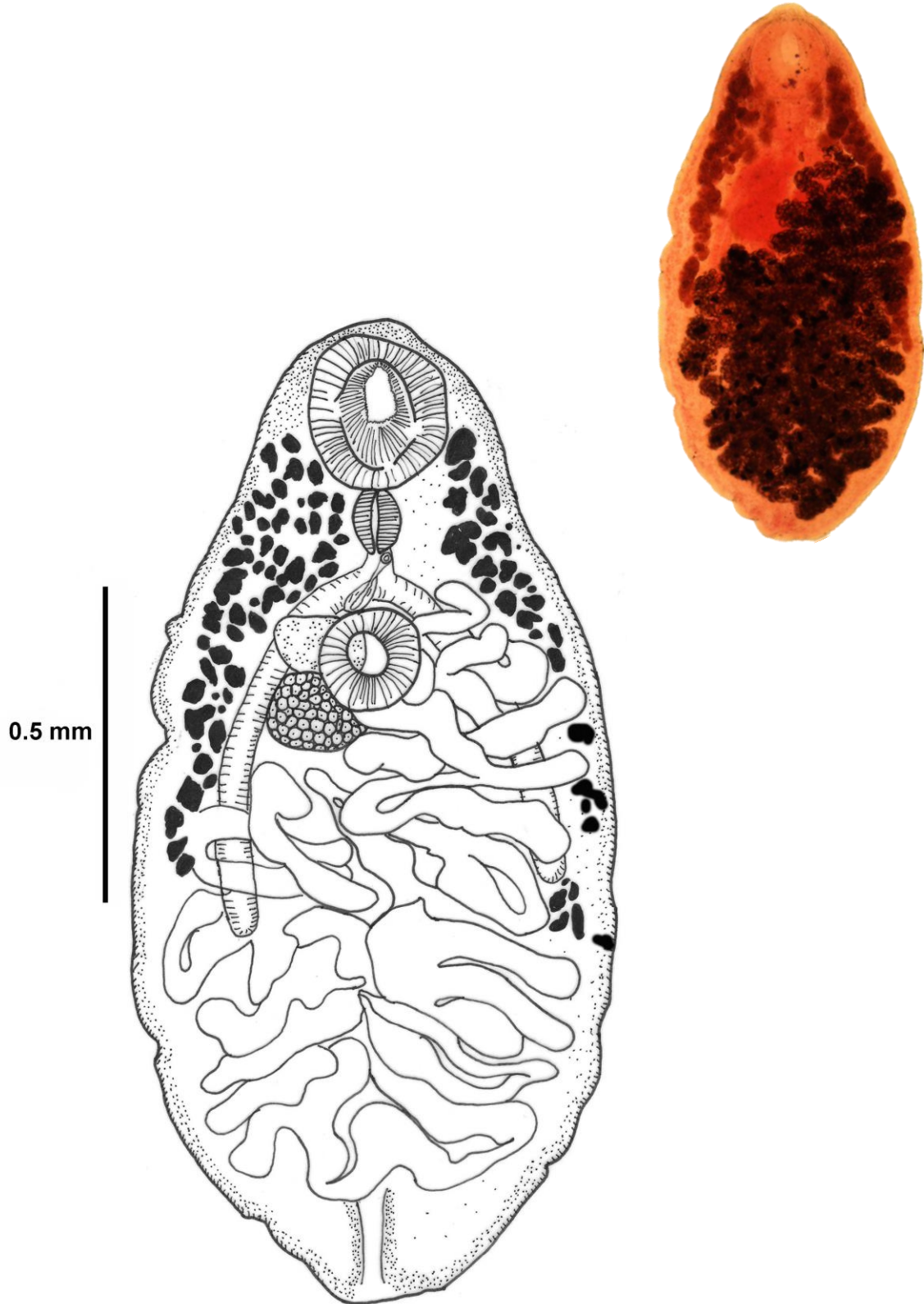


Figura 12: Vista ventral de *M. danforthi*. Dibujo realizado en cámara clara, procesado con Adobe Photoshop CS6.

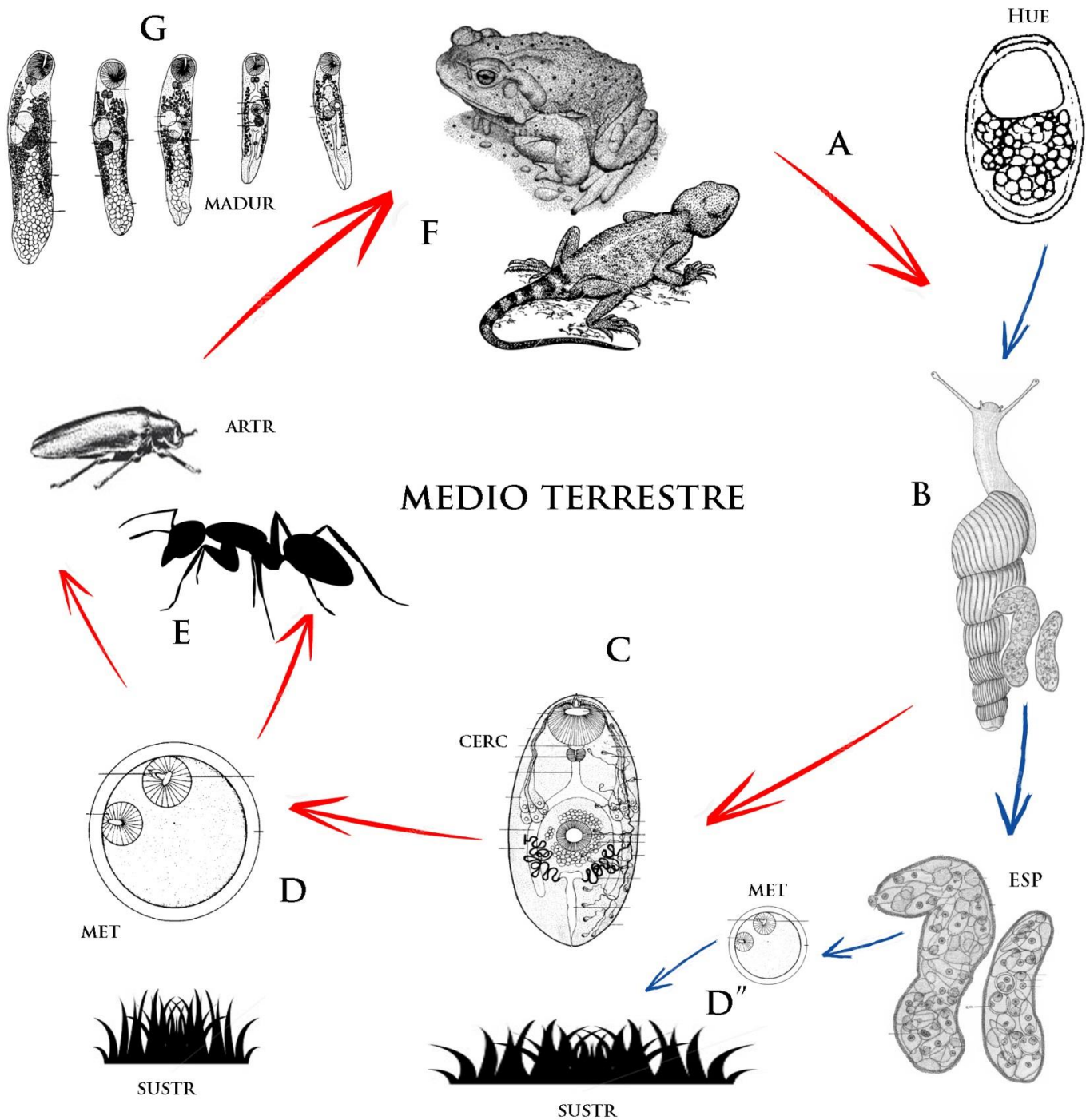


Figura 13: Ciclo vital de *Mesocoelium monodi*. A= Huevos depositados en el medio; B= Ingestión por gasterópodo y desarrollo de esporocitos; C= Salida de cercarias al medio; D= Formación de quistes (Metacercarias); D''= salida de metacercarias directamente de gasterópodo; E= Ingestión por hospedero intermediario artrópodo; F= Ingestión por hospedero definitivo (Anuros o lagartijas); G= Maduración de los parásitos en el intestino. HUE= huevos; ESP= Esporocistos; MET= Metacercarias; SUSTR= Sustrato; ARTR= Hosp. Intermediario; MADUR= Adultos. Tomado y modificado de Thomas, (1965).

Registros previos en anuros de México

En México el género *Mesocoelium* se ha registrado parasitando principalmente en anuros de las familias Bufonidae e Hylidae en los estados de Veracruz y Oaxaca.

Tabla 7: Registros de *Mesocoelium* spp. que parasitan anuros de México. Datos tomados y modificados de Paredes-León *et al.*, (2008), López-García, (2016).

Hospedero	Localidad	Estado
BUFONIDAE		
<i>M. americanum</i>		
<i>Rhinella horribilis</i>	Presa de Temascal	Oaxaca
	Lago de Catemaco	Veracruz
	Laguna el Zacatal	
	Estación Biológica Los Tuxtlas	
<i>M. cf. danforthi</i>		
<i>R. horribilis</i>	Laguna el Zacatal	Veracruz
<i>M. meggitti</i>		
<i>R. horribilis</i>	Lago de Catemaco	Veracruz
	Estación Biológica Los Tuxtlas	
HYLIDAE		
<i>M. americanum</i>		
<i>Smilisca baudini</i>	Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
<i>S. cyanosticta</i>		

Familia: Haematoloechidae Odening, 1901

Género: *Haematoloechus* Looss, 1899

Haematoloechus cf. complexus

Diagnosis

Digéneos de cuerpo alargado con forma ovalada. Tegumento con aspecto rugoso y grueso, sin espinas, ventosa oral subterminal y redondeada, de mayor tamaño que el acetábulo se ubica en la región media del cuerpo. Prefaringe ausente, faringe grande y musculosa y esférica; ciegos intestinales lobulados o lisos, que alcanzan el extremo posterior del cuerpo. Glándulas vitelógenas agrupadas en folículos “racimos de uva”, se fusionan en la región entre la ventosa oral y el acetábulo. Ovario de forma oval y posterior al acetábulo. Asas uterinas intracecales. Testículos en tandem lobulados e intracecales. Poro genital a la altura de la faringe.

Caracterización morfológica

Basada en 11 ejemplares

Cuerpo alargado de 1.13 ± 0.237 (0.91-1.28) de longitud y un ancho al nivel del acetábulo de 0.42 ± 0.073 (0.3 - 0.53). Tegumento sin espinas, con aspecto rugoso. Ventosa oral subterminal de 0.137 ± 0.017 (0.117-0.162) de diámetro anteroposterior y 1.597 ± 0.023 (0.105 - 0.19) de diámetro transversal, el acetábulo mide 0.093 ± 0.038 (0.01-0.118) de diámetro anteroposterior y 0.114 ± 0.018 (0.077 - 0.135) más pequeño que la ventosa oral y ligeramente preecuatorial; relación ventosa oral-acetábulo de 1:1.47. Tres ejemplares presentan ciegos gruesos de aspecto lobulado (figura 14 b) y el resto presentan ciegos lisos (figura 14 a); alcanzan el extremo posterior del cuerpo. Testículos intercalados, siempre intercecales; el inferior mide 0.155 ± 0.022 (0.082-0.210) de diámetro anteroposterior y 0.169 ± 0.011 (0.1-0.25) de diámetro transversal; el

anterior mide 0.156 ± 0.012 (0.075-0.212) de diámetro anteroposterior por 0.180 ± 0.023 (0.105-0.25) de diámetro transversal. Ovario liso y de forma elíptica, ubicado ligeramente posterior al acetábulo; mide 0.107 ± 0.002 (0.07-0.167) de diámetro anteroposterior y 0.088 ± 0.023 (0.067-0.142). Las glándulas vitelógenas forman grupos con forma de racimos de uva; por lo general forman una banda transversal entre el acetábulo y la faringe y se extienden en dos bandas hacia la región posterior rebasando el nivel de los testículos. Las asas uterinas son intracecales y ocupa aproximadamente la mitad del cuerpo, además están dispuestas transversalmente, el poro genital se ubica el nivel de la faringe, en numerosas ocasiones la sobrelapa.

Comentarios taxonómicos

El género *Haematoloechus* comprende más de 50 especies, y en México existen 13, que son: *H. breviplexus*, *H. coloradensis*, *H. complexus*, *H. danbrooksi*, *H. elongatus*, *H. floedae*, *H. imilis*, *H. iturbei*, *H. longiplexus*, *H. macrorchis*, *H. medioplexus*, *H. parcovitellarius*, *H. pulcher* y *H. variplexus* (León-Régagnon, 1999; Bray *et al.*, 2008; Paredes-León *et al.*, 2008; Zamparo *et al.*, 2011).

Los ejemplares recolectados, se asignaron a este género por presentar una forma de cuerpo elongada u oval. Ventosa oral subterminal y de mayor tamaño que el acetábulo que se ubica en el tercio medio de cuerpo. Testículos en tándem dispuestos en la región posterior del cuerpo e intracecales. Ovario ubicado cerca del acetábulo. Vitelógenas agrupadas en forma de racimos de uva que se extienden hasta la región post-testicular. Bandas uterinas ocupando la mayor parte de la región posterior del cuerpo y el espacio intracecal de la región anterior y por la ausencia de asas en la zona fuera de los ciegos; además, el sitio de infección característico de este género son los pulmones de anuros, particularmente de la familia Ranidae (Bray *et al.*, 2008).

La taxonomía de este género ha resultado muy compleja al momento de determinar las especies con caracteres morfológicos (León-Régagnon *et al.*, 1999), esto se debe a la similitud general de las especies del género y a la gran

variabilidad intraespecífica que muestran. Sin embargo, algunos caracteres morfológicos para delimitar las especies como la relación del tamaño de las ventosas, la ausencia de acetábulo, y el arreglo de las asas uterinas han probado ser consistentes si se complementan con análisis moleculares (León-Règagnon *et al.*, 1999; León-Règagnon y Brooks, 2003). A pesar de que en este estudio no se recolectó tejido para realizar análisis moleculares, los ejemplares recolectados se identificaron mediante algunos caracteres morfológicos mencionados por Krull, (1933), León-Règagnon *et al.*, (1999) y León-Règagnon y Brooks, (2003).

Los organismos en estudio se diferencian del complejo de *H. medioplexus* por el tamaño relativamente grande del acetábulo, que en dicho complejo es diminuto (menos de un tercio del tamaño de la ventosa oral), además, el tegumento de *H. medioplexus* presenta una densa cubierta de espinas, en contraste con los ejemplares recolectados, que carecen de espinas (León-Règagnon *et al.*, 1999). Por otro lado, se diferencian de *H. iturbei* por la ausencia de acetábulo y la disposición aleatoria de las asas uterinas. Finalmente, comparten algunas características con la descripción proporcionada por Krull, (1933) para *H. complexus*, como la ausencia de espinas en el tegumento, la ubicación al nivel de la faringe del poro genital, la disposición de las vitelógenas, el el arreglo transversal del útero, así como su ubicación intracecal además de la morfología y disposición del ovario y los testículos. En este contexto, existe similitud morfológica con las especies del grupo *H. complexus* y particularmente con *H. coloradensis* (León-Règagnon *et al.*, 1999; Bolek y Janovy, 2007), sin embargo, León-Règagnon *et al.*, (1999) realizaron un análisis filogenético de las especies de *Haematoloechus* que se distribuyen en México en el cual utilizan caracteres morfológicos complementados con información molecular (ADNr 28S), observaron que *H. illimis* y *H. coloradensis* que pertenecen al grupo *H. complexus* presentan similitud con el grupo *H. medioplexus*, a pesar de ser morfológicamente similares; además, otra especie (*H. pulcher*) parásita de *Ambystoma* spp. se relaciona más con *H. complexus* que las dos especies arriba mencionadas, en consecuencia, la

correcta identificación de los ejemplares recolectados únicamente utilizando caracteres morfológicos no es posible (León-Règagnon y Brooks, 2003).

En México, solo *H. medioplexus* se ha registrado en bufónidos (*Incilius valliceps* y *Rhinella horribilis*) (Guillén-Hernández *et al*, 2000), sin embargo, Paredes-León *et al.*, (2008), discuten que en realidad se puede tratar de *H. danbrooksi*. En este contexto, los ejemplares recolectados se diferencian de esta especie por el tamaño del acetábulo que es grande en relación a la ventosa oral en este estudio y pequeño en *H. danbrooksi*, por otro lado la disposición de las asas uterinas en *H. danbrooksi* es oblicua al eje del cuerpo y son extracecales, en contraste con los ejemplares recolectados, que presentan asas transversales e intracecales, igualmente, *H. danbrooksi* presenta espinas en el tegumento, mientras que los ejemplares recolectados no, y finalmente la faringe de *H. danbrooksi* se encuentra rodeada de células glandulares, mientras que los ejemplares recolectados carecen de esta característica (Tabla 8) (León-Règagnon y Paredes-Calderón, 2002).

Con base en lo anterior, la identificación del material de este estudio es *Haematoloechus* cf. *complexus* por presentar asas uterinas intracecales dispuestas de manera transversal, un acetábulo de aproximadamente el 50% del tamaño de la ventosa oral, tegumento sin espinas, y ausencia de células glandulares adyacentes a la faringe. Se propone en consecuencia llevar a cabo un mayor número de colectas de este parásito en el mismo grupo de hospederos, pues se requiere corroborar en un principio si se trata de una infección accidental o del hospedero definitivo debido a que este grupo de parásitos es casi exclusivo de la familia Ranidae (León-Règagnon *et al.*, 1999). Una vez obtenido el material se sugiere la realización de un análisis filogenético con caracteres morfológicos y moleculares para observar la relación de los organismos recolectados con las de las otras especies registradas en México (León-Règagnon *et al.*, 1999; León-Règagnon y Paredes-Calderón, 2002; León-Règagnon y Brooks, 2003; Zamparo *et al.*, 2011).

Tabla 8: Morfometría de *Haematoloechus* spp. que parasitan anuros de México. Datos tomados y modificados de Krull, (1939), Bolek y Janovy (2007), León-Règagnon y Paredes-Calderón, (2002).

Especies/ características	<i>Haematoloechus</i> cf. <i>complexus</i> (Este estudio)	<i>H. complexus</i> (Krull, 1939)	<i>H. complexus</i> (Bolek y Janovy, 2007)	<i>H. coloradensis</i> (Bolek y Janovy, 2007)	<i>H. danbrooki</i> (León-Règagnon y Paredes-Calderón, 2002)
Longitud total	1.136 (0.91-1.28)	1.5-5.2	4.91 (1.220-6.080)	5.644 (4.180-7.280)	3,91 (2.65-4.67)
Ancho del cuerpo	0.429 (0.30-0.53)	N/d	0.824 (0.260-1.100)	0.851 (0.0550-1.350)	0.939 (0.625-1.425)
Presencia de espinas en tegumento	NO	NO	NO	NO	SI
Longitud de espinas	N/d	N/d	N/d	N/d	0.05-0.06 (0.05-0.06)
Tipo de ventosa oral	Subterminal	Subterminal	Subterminal	Terminal	Subterminal
DAP ventosa oral	0.137 (0.117-0.162)	0.27	0.332 (0.110-0.420)	0.364 (0.3-0.5)	0.323 (250-362)
DT ventosa oral	0.159 (0.105-0.19)	0.27	0.335 (0.110-0.420)	0.304 (0.220-0.420)	0.325 (0.294-0.345)
DAP acetábulo	0.0934 (0.01-0.118)	0.21	0.239 (0.80-0.330)	0.275 (0.230-0.340)	125 (125-128)
DT acetábulo	0.114 (0.077-0.135)	0.21	0.241 (0.80-0.310)	0.274 (0.200-0.380)	114 (104-123)
Longitud faringe	0.724 (0.01 - 0.0925)	0.148	0.162 (0.60-0.200)	0.255 (0.180-0.340)	0.205 (175-250)
Ancho faringe	0.0814 (0.01-0.0975)	0.125	0.189 (0.70-0.240)	0.241 (0.190-0.330)	216 (200-234)
Células glandulares rodeando la faringe	No	No	No	No	Si
Tipo de ovario	Liso	Irregular	Liso	Liso	Ligeramente lobulado
DAP ovario	0.121 (0.057-0.1)	0.338	0.420 (0.300-0.600)	0.429 (0.130-0.580)	0.373 (0.329-0.459)
DT ovario	0.111 (0.07-0.147)	0.225	0.314 (0.200-0.450)	0.310 (0.70-0.450)	0.242 (0.189-0.299)
DAP testículo superior	0.163 (0.08-0.212)	0.54	N/d	N/d	0.413 (0.358-0.449)
DT testículo anterior	0.165 (0.1-0.212)	0.285	N/d	N/d	0.308 (0.249-0.358)
DAP testículo posterior	0.141 (0.075-0.175)	0.571	N/d	N/d	0.461 (0.358-0.668)
Disposición del útero	Asas transversales e intracecales	Asas transversales- Algunas ascendentes- completamente intracecales	Asas transversal, con algunas laterales	Asas transversales e intracecales	Asas oblicuas (diagonales) al eje del cuerpo

* DAP= Diámetro anteroposterior; DT= Diámetro transversal, N/d= Datos no disponibles

El ciclo de vida de *Haematoloechus* spp. se ha estudiado en las especies *H. complexus*; *H. coloradensis* y *H. medioplexus* (Snyder y Janovy, 1994; Bolek y Janovy, 2007); éstos son similares entre sí, la única variación es la especificidad hacia el hospedero intermediario, donde las primeras dos especies son generalistas, e incluyen como hospederos intermediarios a por lo menos cuatro especies de odonatos, un díptero y tres crustáceos, la última requiere forzosamente un odonato para continuar su ciclo vital, particularmente el género *Libellula*. Los huevos son liberados por el adulto que reside en los pulmones, pasan a las vías respiratorias del sapo y migran hacia la cavidad bucal, una vez allí este los ingiere; y recorren todo el sistema digestivo hasta depositarse en el ambiente por medio de las heces. El huevo eclosiona y se libera un miracidio que es ingerido por un gasterópodo, que en el caso de *H. medioplexus* puede tratarse de *Pomentus exacous* y *Gyraulus parvus* (Snyder y Janovy, 1994); dentro de este hospedero se forma el esporocisto en la glándula hepática; posteriormente se generan cercarias que se liberan y penetran una náyade de libélula y se enquistan, formando metacercarias; el sapo depreda la libélula adulta o la ninfa y las metacercarias migran hacia la cavidad bucal y posteriormente hacia los pulmones donde finalmente se desarrollan los adultos (Figura 15) (Olsen, 1986; Snyder y Janovy, 1994; Bolek y Janovy, 2007).

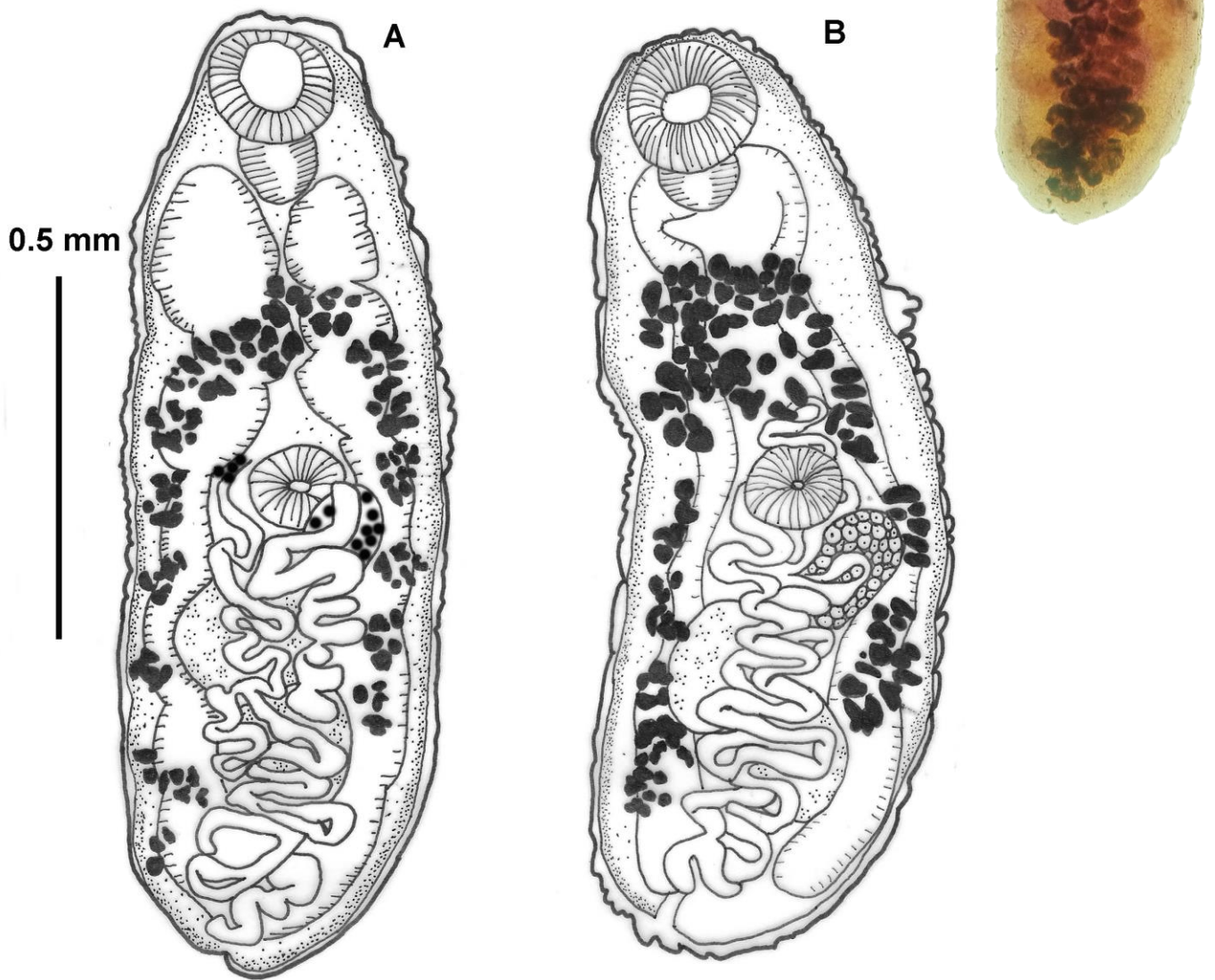


Figura 14 a,b: Vista ventral de *Haematoloechus* cf. *complexus* Dibujo realizado en cámara clara, procesado con Adobe Photoshop CS6.

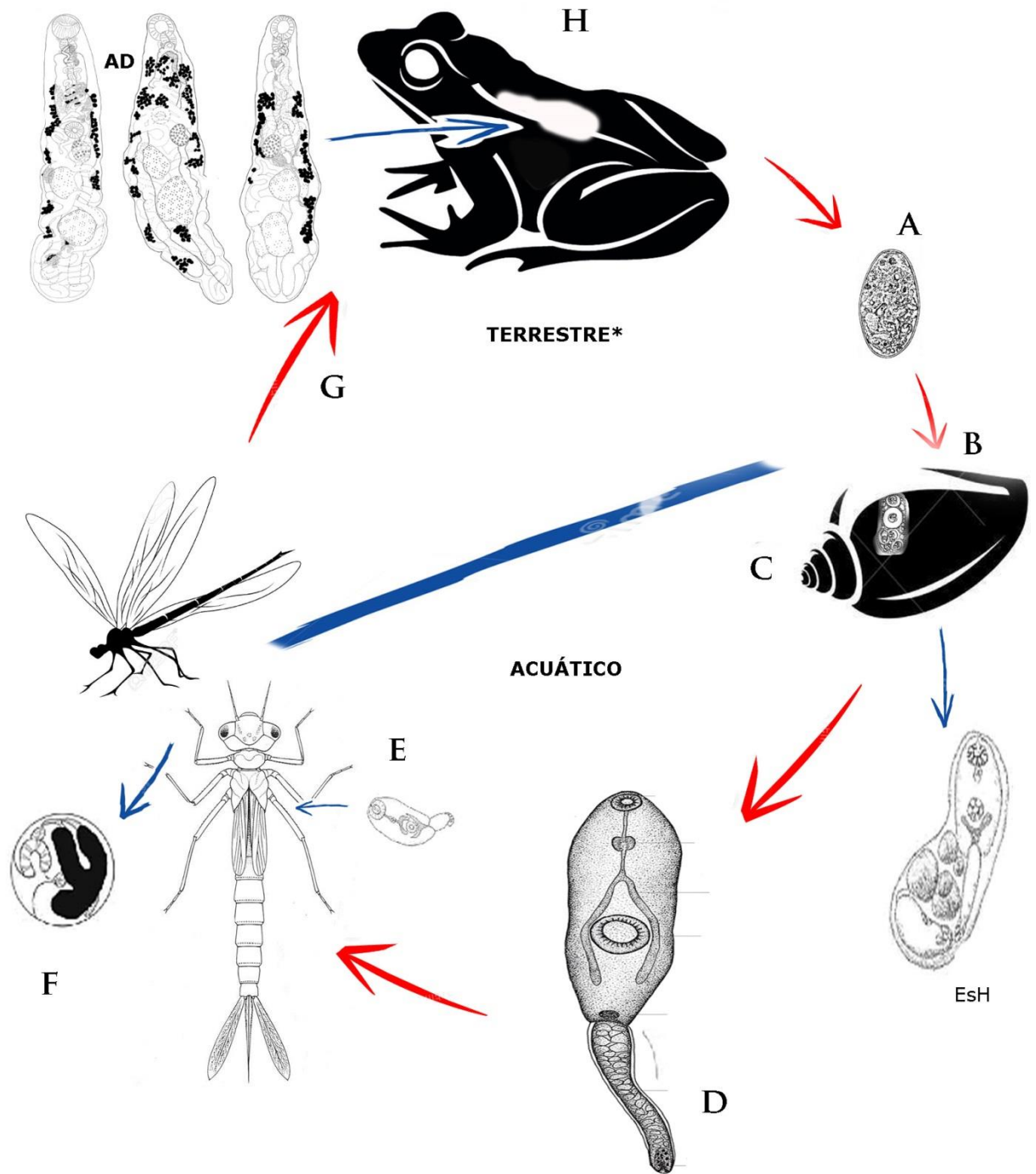


Figura 15: Ciclo vital de *Haematoloechus medioplexus*. A= Huevo expulsado al medio acuático; B= Ingestión por gasterópodo; C= Desarrollo de esporocito; D= Salida de cercaría; E= Penetración de cercaría en náyade; F= enquistamiento, formación de metacercaria; G=Ingestión de libélula adulta o náyade; H= Migración hacia los pulmones. AD= Adulto; EsH= Esporocito. Tomado y modificado de Snyder y Janovy, 1994.

Registros Previos en anuros de México

En México se han registrado 13 especies del género *Haematoloechus* en diversas regiones del país, principalmente en especies de las familias, Hylidae, Leptodactylidae y Ranidae; solo una especie ha sido registrada en *Rhinella horribilis* (Tabla 9).

Tabla 9: Registros del género *Haematoloechus* en anuros de México hasta 2008. Datos Tomados de Paredes-León *et al.*, (2008).

Hospedero	Localidad	Estado
<i>Haematoloechus breviplexus</i>		
Anura: Ranidae		
<i>Lithobates tarahumarae</i>	Yecora	Sonora
<i>H. coloradensis</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. cf. forreri</i>	San Pedro Las Playas (Laguna de Tres Palos)	Guerrero
<i>L. dumni</i>	Lago de Pátzcuaro	Michoacán
	Lago de Zacapu	Michoacán
<i>L. montezumae</i>	N/D	Distrito Federal
	Ciénaga de Lerma	Estado de México
<i>H. complexus</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. berlandieri</i>	La Laguna (Higueras)	Nuevo León
	Huauchinango	Puebla
<i>L. magnaocularis</i>	N/D	Sinaloa
<i>L. megapoda</i>	Manantiales de Cointzio	Michoacán
<i>L. montezumae</i>	Lago de Xochimilco	Distrito Federal
	Ciénaga de Lerma	Estado de México
	Lago de Texcoco	

<i>L. neovolcanica</i>	Manantiales de Cointzio	Michoacán
<i>Lithobates</i> sp.	Presa Rodrigo Gómez	Nuevo León
	Rio Pesquería	
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida	Veracruz
<i>H. danbrooksi</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. berlandieri</i>	Estación Biológica los Tuxtlas	Veracruz
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida	
	Estación Biológica los Tuxtlas	
<i>H. elongatus</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. montezumae</i>	Lago de Xochimilco	Distrito Federal
	Lago de Texcoco	Estado de México
<i>L. spectabilis</i>	Santiago Tamazola	Oaxaca
<i>L. zweifeli</i>	Chilpancingo	Guerrero
<i>H. floedae</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. brownorum</i>	Santa Rosa	Yucatán
<i>L. vaillanti</i>		
<i>H. illimis</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. montezumae</i>	Ciénaga de Lerma	Estado de México
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida	Veracruz
<i>H. longiplexus</i>		
Anura: Leptodactylidae		
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	N/D	Sonora

<i>H. macrorchis</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. montezumae</i>	Ciénega de Lerma	Estado de México
<i>L. montezumae</i>	Lago de Texcoco	Estado de México
<i>Lithobates</i> sp.	Lago de Xochimilco	Distrito Federal
	Ciénega de Lerma	Estado de México
<i>H. medioplexus</i>		
Anura: Bufonidae		
<i>Incilius valliceps</i>	Laguna El Zacatal	Veracruz
<i>Rhinella horribilis</i>	Estación Biológica los Tuxtlas	
Anura: Hylidae		
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Laguna El Zacatal	Veracruz
Anura: Ranidae		
<i>L. montezumae</i>	Lago de Xochimilco	Distrito Federal
	Ciénega de Lerma	Estado de México
<i>H. parvittellarius</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. montezumae</i>	Ciénega de Lerma	Estado de México
<i>H. pulcher</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. montezumae</i>	Ciénega de Lerma	Estado de México
<i>H. varioplexus</i>		
Anura: Ranidae		
<i>L. montezumae</i>	Lago de Xochimilco	Distrito Federal
	Ciénega de Lerma	Estado de México

Orden: Ascaridida Skjabin y Schultz, 1940

Familia: Cosmocercidae Railliet, 1916

Subfamilia: Cosmocercinae Railliet, 1916

Género: *Cosmocerca* Diesing, 1861

***Cosmocerca* sp.**

Caracterización morfológica

Basada en 30 hembras.

Nemátodos pequeños, extremo anterior romo o ligeramente aguzado y en individuos totalmente maduros el extremo posterior presenta una constricción abrupta en el cuerpo que finaliza en una cola cónica y fina. Presencia de una faringe muy pequeña, bulbo esofágico bien desarrollado. Poro excretor anterior al bulbo esofágico, por lo general se observa rodeado de células glandulares. Intestino recto, ano inmediatamente anterior a la constricción caudal. Prodelfas, vulva ecuatorial o ligeramente pre-ecuatorial. Huevos ovalados y embrionados cerca de la mitad del cuerpo.

Nemátodos de cuerpo pequeño 3.5 ± 0.828 (1.77- 4.32) de longitud, 0.283 ± 0.087 (0.12-0.39) de ancho medio; el extremo anterior del cuerpo es ligeramente redondeado, algunos individuos presentan el esófago plegado hacia abajo (Fig. 19 B); el extremo posterior es visiblemente aguzado y presenta una cola corta en relación al cuerpo que mide 0.248 ± 0.035 (0.187-0.3). Presentan una faringe muy reducida. El esófago mide 0.376 ± 0.055 (0.33-0.45) de longitud y 0.042 ± 0.005 (0.037-0.05) de ancho, presenta un bulbo esofágico esférico o piriforme que mide 0.085 ± 0.013 (0.052-0.110) de diámetro anteroposterior y 0.103 ± 0.016 (0.065-0.125) de diámetro transversal. El poro excretor se encuentra a 0.26 ± 0.074 (0.22-0.32) del extremo anterior, cerca del tercio distal del esófago; presenta células glandulares agrupadas cerca de la abertura. La vulva es ligeramente preecuatorial o ecuatorial; se encuentra a 1.68 ± 0.39 (1.00-2.075) del extremo anterior del

cuerpo. La condición del útero es prodelfa. Los huevos son de forma elíptica y se encuentran arreglados en 1-3 hileras en tándem en el útero; por lo general se pueden contar 15-60 o más, miden 0.099 ± 0.002 (0.092-0.1) de longitud por 0.065 ± 0.006 (0.62-0.72) de ancho. El ano se encuentra a 0.42 ± 0.064 (0.36-0.46) del extremo posterior.

Comentarios taxonómicos

La familia Cosmocercidae incluye tres subfamilias: Cosmocercinae, Maxvachoniinae y Gyrinicolinae; parásitos intestinales de anfibios y reptiles (Chabaud, 1978). Los organismos se asignaron a esta familia por la presencia de bulbo esofágico; posteriormente se incluyeron en la subfamilia Cosmocercinae por presentar la vulva posterior al esófago y por la ausencia de filamentos en los huevos. La subfamilia Maxvachoniinae a diferencia *Cosmocerca* sp., es la presencia de la vulva al nivel del esófago; la cola de la hembra es larga, y representa aproximadamente $\frac{1}{4}$ de la longitud total del cuerpo, además son parásitos de reptiles principalmente. Los representantes de la subfamilia Gyrinicolinae por lo general son parásitos de renacuajos; además, en las hembras el útero está modificado en un saco que contiene a los machos (Yamaguti, 1961; Chabaud, 1974).

La ausencia de machos dificulta la identificación a nivel de especie de los ejemplares debido a que éstos poseen la mayor parte de caracteres morfológicos necesarios para la identificación de especies (Baker, 1980). Sin embargo, los organismos estudiados corresponden con las descripciones de las hembras del género *Cosmocerca*, y se asignaron a ese grupo por la presencia de alas laterales bien desarrolladas, que van desde la región del anillo nervioso hasta la región anal; la presencia de boca con tres labios y faringe muy reducida, así como una leve hinchazón en el esófago, anterior al bulbo esofágico; la ubicación ecuatorial de la vulva; la condición prodelfa del útero y el tamaño y cantidad de los huevos (Yamaguti, 1961; Falcón-Ordaz *et al.*, 2007).

Las diferencias de *Cosmocerca* sp., con algunos géneros de la familia Cosmocercidae descritos en anfibios de México son: *Aplectana* sp., se caracteriza por presentar papilas somáticas y cavidad bucal que puede estar armada o no con dientes quitinoides, un esófago muy largo y bulbo pequeño, el poro excretor se encuentra posterior al bulbo esofágico y la vulva es postecuatorial (Falcón-Ordaz *et al.*, 2014) ; los ejemplares revisados no presentan papilas somáticas ni cavidad bucal, el esófago es más pequeño, la posición del poro excretor es anterior al bulbo esofágico y la vulva es ligeramente preecuatorial con un tendencia a posicionamiento ecuatorial.

Por otro lado, *Cosmocercella* sp., presenta tallas de cuerpo más pequeñas y una menor cantidad de huevos en el útero (2-4) (Hasewaga, 1989; Mata-López *et al.*, 2008); en *Cosmocercoides* sp., la vulva es postecuatorial, y la cola es muy corta y se angosta gradualmente (Burseley *et al.*, 2015), en contraste con nuestros ejemplares donde la vulva es ecuatorial y la cola se angosta abruptamente; en *Raillietnema* la vulva es saliente, y presenta un número muy reducido de huevos (Burseley *et al.*, 1998); mientras que en los ejemplares revisados, la vulva no es saliente y la cantidad de huevos llena el espacio posterior al bulbo esofágico hacia el ano.

En México existen reportes de dos especies de *Cosmocerca* parasitando anuros: *Cosmocerca parva* y *Cosmocerca podicipinus* y algunos ejemplares registrados como *Cosmocerca* sp., las dos especies se han registrado parasitando anuros de las familias Craugastoridae, Hylidae, Leptodactylidae y Ranidae, mientras que *Cosmocerca* sp. se ha registrado en *Rhinella horribilis* y algunos ránidos e hílidos (Paredes-León *et al.*, 2008). Cabe mencionar que algunos ejemplares de las localidades de Huehuetla y San Felipe Orizatlán son de menor tamaño y en consecuencia el número de huevos es menor, lo que sugiere la existencia de dos probables morfotipos; sin embargo no existen caracteres morfológicos suficientes para separarlos (Figura 16 y 17), por lo que se considera que los cosmocercidos recolectados en este estudio forman parte de una sola especie.

El ciclo de vida es directo; una vez en el intestino de los hospederos, los adultos se reproducen y las hembras liberan huevos embrionados a través de las heces. Cuando son expulsadas al exterior, las larvas eclosionan y realizan dos mudas al estadio infectivo. En *C. communata*, estas larvas penetran la piel de los hospederos y se alojan en los pulmones donde maduran; posteriormente migran al intestino donde los adultos comienzan a reproducirse (Figura 18) (Anderson, 2000).

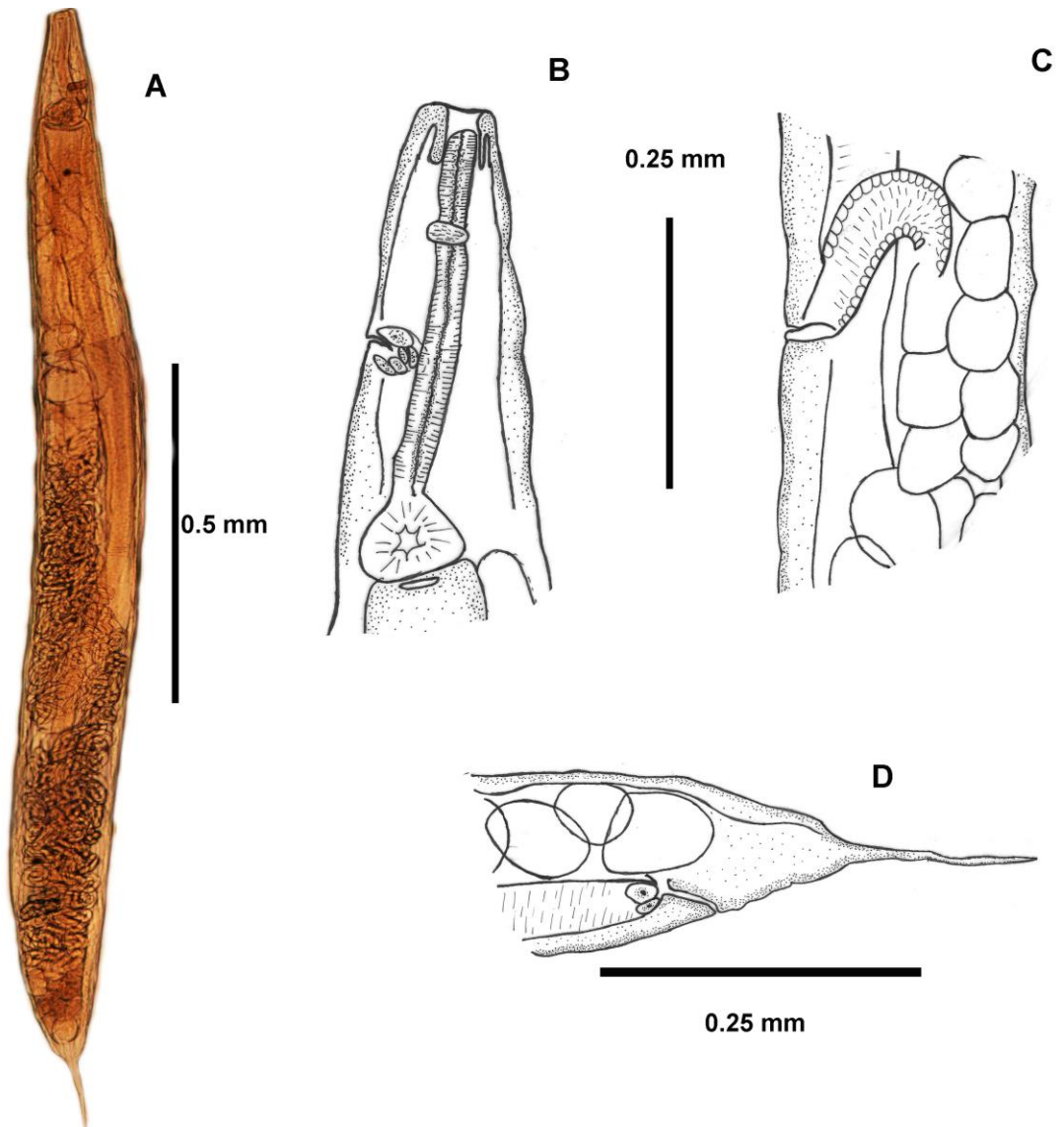


Figura 16: A= Fotografía de *Cosmocerca* sp, hembra totalmente desarrollada; B= Dibujo de la región anterior; C= Región de la vulva; D = Región posterior. Dibujo realizado en cámara clara, procesado con Adobe Photoshop CS6.

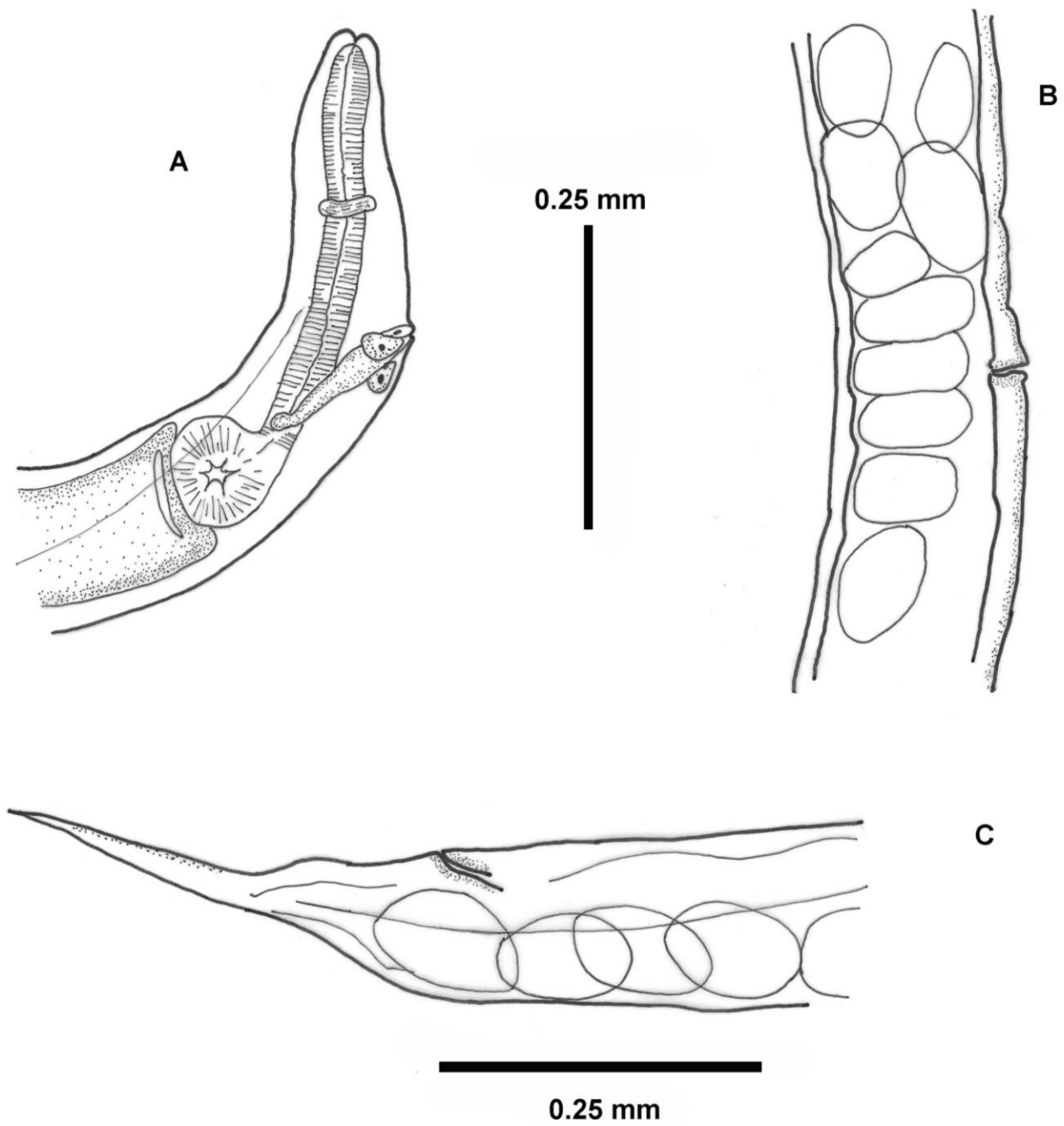


Figura 17: *Cosmocerca* sp., A= región anterior; B= Región de la vulva; C= Región posterior. Dibujo realizado en cámara clara, procesado con Adobe Photoshop CS6.

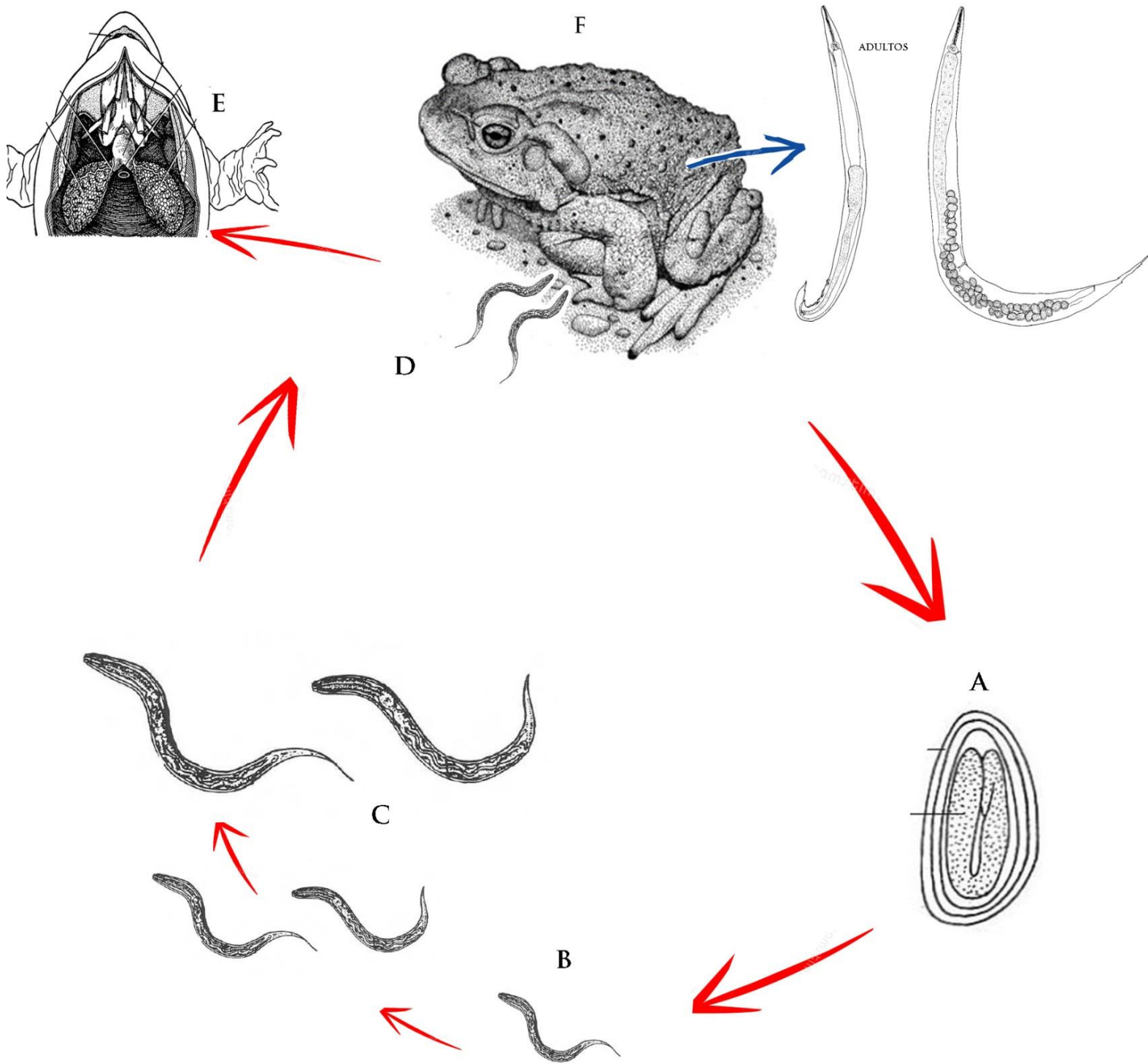


Figura 18: Ciclo de vida de *Cosmocerca* sp. A= Huevos liberados al medio; B= Eclosión del primer estadio larvario; C= Primer y segunda muda; D= Penetración de larvas infectivas; E= Migración a los pulmones y maduración; F. Migración al intestino, apareamiento. Tomado y modificado de Anderson, (2000).

Registros previos en anuros de México

El género *Cosmocerca* se registra en especies de las familias Bufonidae, Craugastoridae, Hylidae, Leptodactylidae y Ranidae en los estados de Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Sonora y Veracruz (Tabla 10).

Tabla 10: Registros de *Cosmocerca* spp. en Anuros de México, datos tomados y modificados de Paredes-León *et al.*, (2008).

Hospedero	Localidad	Estado
<i>Cosmocerca parva</i>		
Ranidae		
<i>Lithobates vaillanti</i>	Laguna Escondida	Veracruz
<i>C. podicipinus</i>		
Craugastoridae		
<i>Craugastor rodophis</i>	Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
	Laguna Escondida	
Hylidae		
<i>Smilisca cyanosticta</i>	Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
Leptodactylidae		
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	N/A	Sonora
	Laguna Escondida	Veracruz
Ranidae		
<i>L. cf. forreri</i>	San Pedro Las Playas	Guerrero
<i>L. forreri</i>	N/A	Sinaloa
<i>Cosmocerca</i> sp.		
Bufonidae		
<i>Incilius valliceps</i>	Laguna El Zacatal	Veracruz
<i>Rhinella horribilis</i>	Presas Cerro de Oro/ Presa Temascal	Oaxaca
	Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
	Lago de Catemaco	
	Laguna Escondida	
Hylidae		
<i>Dendropsophus ebraccatus</i>	Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
Ranidae		
<i>L. berlandieri</i>	Estación Biológica Los Tuxtlas	Veracruz
<i>L. vaillanti</i>		

Familia: *Cruziidae* Travassos, 1918

Género: *Cruzia* Travassos, 1917

Cruzia morleyi Pearse, 1936

Diagnosis

Basada en dos ejemplares, un macho y una hembra: Cuerpo alargado; el extremo anterior es romo y el posterior aguzado. Faringe presente, armada con hileras de dentículos quitinosos, posteriormente se encuentra un esófago largo seguido de un prebulbo y un bulbo esofágico. El intestino presenta una proyección anterior o divertículo que va desde la unión bulbo-intestino hacia la región media del esófago.

Caracterización morfológica

Hembra

Longitud total de 8.97 y ancho en la mitad del cuerpo de 0.35. Presenta una faringe que mide 0.16 de longitud, dentro se puede observar un vestíbulo con tres hileras longitudinales armadas con 10-12 dentículos quitinosos que disminuyen su tamaño hacia la parte posterior (Figura 19). La faringe se conecta con un esófago de 1.3 de longitud y 0.091 de ancho; posteriormente se encuentra un prebulbo con un diámetro antero-posterior de 0.065 mm y un diámetro transversal de 0.1; inmediatamente posterior a esta estructura, se encuentra el bulbo esofágico que está bien desarrollado; tiene un diámetro antero-posterior de 0.225 y un diámetro transversal de 0.23. El intestino presenta un ciego (divertículo) que se proyecta longitudinalmente hacia el extremo anterior del cuerpo y sobrepasa el nivel del prebulbo esofágico, esta proyección mide 0.71 de longitud (Figura 19). El anillo nervioso se encuentra a 0.46 del borde anterior del cuerpo y el poro excretor a 0.92 de la misma zona. El ano se localiza a 0.52 del extremo posterior del cuerpo; no se observó la vulva; sin embargo, parece estar posicionada cerca de la mitad del cuerpo. No se observaron huevos.

Macho

Longitud total de 8.75; ancho a la mitad del cuerpo 0.37; la faringe mide 0.15, el vestíbulo presenta tres hileras con 10-11 denticulos quitinosos. El esófago mide 1.3 de longitud y 0.088 de ancho; el prebulbo tiene un diámetro antero-posterior de 0.065 y un diámetro transversal de 0.102, el bulbo esofágico mide 0.21 de diámetro anteroposterior y 0.22 de diámetro transversal. El ciego mide 1.17 desde la unión bulbo-intestino hacia su extremo anterior. El anillo nervioso se observa a una distancia de 0.4 del borde anterior y el poro excretor se encuentra a 0.9 mm de la misma región. Las espículas son del mismo tamaño y morfología, miden 0.737 de longitud. Presenta un gobernáculo que mide 0.14 de longitud. Se observan 9 pares de papilas, tres precloacales, tres cloacales y tres postcloacales (Figura 20).

Comentarios taxonómicos

La familia *Cruziidae* y el género *Cruzia* fueron propuestos por Travassos en 1917 se designó a *Cruzia tentaculata* como especie tipo, esta especie fue descrita inicialmente como *Ascaris tentaculata*, parásita de *Didelphis virginiana*; hasta la fecha el género cuenta con alrededor de 14 especies: *C. tentaculata*, *C. americana*, *C. boliviana*, *C. travassossi*, *C. mazzai*, *C. orientalis*, *C. testudini*, *C. cameroni*, *C. empera*, *C. tropidodipsi*, *C. fülleborni*, *C. mexicana*, *C. morleyi* y *C. rudolphi*.

Las características distintivas de la familia son una proyección del intestino hacia el extremo anterior y una faringe armada con hileras de denticulos quitinosos (Skrjabin *et al.*, 1982). Los ejemplares observados en este estudio se identificaron con las claves taxonómicas propuestas por Chabaud, (1974). Se incluyeron en el género *Cruzia* por la presencia de tres labios con la cutícula inflada en la región bucal, por poseer una faringe armada con hileras de denticulos quitinosos; la presencia de un prebulbo y bulbo esofágico y un divertículo intestinal que se proyecta hacia la región anterior (Caballero-Deloya, 1974).

Los ejemplares se asignaron a *C. morleyi*, por la similitud morfológica y morfométrica con los ejemplares descritos por Caballero-Deloya (1974) y Espinoza-Jiménez, (2006) (Tabla 11). Es importante señalar que las medidas de las espículas en el macho difieren de las obtenidas por los autores antes mencionados, sin embargo no es posible considerar esto como una variación relacionada con la distribución geográfica o como una especie distinta debido a que solo se dispone de un ejemplar macho para realizar la descripción.

En México se registran tres especies; *C. mexicana*, *C. morleyi* *C. tropidodipsi*; la primera se ha registrado en una lagartija no identificada (Khalil, 1927) y en tortugas (Geomydidae: *Rhinoclemmys pulcherrima*, *R. areolata*), la segunda únicamente en *Rhinella horribilis*, y la última en serpientes (*Tropidodipsas fasciata*), en consecuencia se considera que los ejemplares de este estudio pertenecen a *C. morleyi*, la cual diferencia de *C. tropidodipsi* por el número de dentículos (10-12 contra 13-14), la presencia de una protuberancia cerca de la región media del esófago en *C. tropidodipsi* que no está presente en *C. morleyi* y finalmente, la longitud de las espículas que es mayor en *C. tropidodipsi* (0.45 contra 0.76-1.21) (Ubelaker y Younus, 1965).

Tabla 11: Morfometría de *C. morleyi*. Datos tomados y modificados de Caballero-Deloya (1974) y Espinoza-Jiménez (2006).

Especies/ características	<i>C. morleyi</i> (Este estudio)		<i>C. morleyi</i> (Caballero-Deloya, 1974)		<i>C. morleyi</i> (Espinoza-Jiménez, 2006)	
	Macho	Hembra	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Longitud total	8.75	8.97	7.904-9.986	9.642-18.6	7.45-10.75	10.75-11.65
Dentículos	10--12	10--12	10—14	10--14	10--11	10--12
Longitud esófago	1.3	1.37	1.52	1.628-1.804	1.30-1.48	1.58-1.60
Ancho esófago	0.088	0.099	0.107	0.097-0.121	N/d	N/d
DAP prebulbo	0.065	0.065	0.085-0.089	0.085-0.106	0.081-0.088	0.102-0.105
DT prebulbo	0.1	0.1	0.089-0.098	0.085-0.136	0.112-0.136	0.13-0.14
DAP bulbo	0.212	0.225	0.269-0.299	0.304-0.316	0.22-0.26	0.28-0.29
DT bulbo	0.225	0.23	0.222-0.261	0.275-0.312	0.22-0.30	0.29-0.31
AT divertículo	0.65	0.71	0.64-0.83	0.83-0.99	0.58-0.60	0.86-0.91
Ano-extremo posterior	0.18	0.52	0.145-0.149	0.633-0.760	0.123-0.14	0.637-0.643
Espículas	0.737	N/d	0.834-0.992	N/d	0.917-0.945	N/d
Vulva	N/d	Didelfas	N/d	Didelfas	N/d	Didelfas
Longitud huevos	N/d	N/d	N/d	0.098-0.111	N/d	0.095-0.136
Ancho huevos	N/d	N/d	N/d	0.051-0.059	N/d	0.051-0.061

* AT= Alcance anterior; DAP= Diámetro anteroposterior; DT= Diámetro transversal; N/d= Datos no disponibles o no aplicables

Hasta la fecha solo está descrito el ciclo de vida de *C. americana*; esta especie es parásita del intestino de marsupiales (*Opossum* sp.); sin embargo, se considera que es similar al de *C. morleyi*. La infección es directa; los huevos se depositan en el suelo por medio de las heces; en condiciones favorables de humedad y temperatura, el primer estadio larval se desarrolla en 7-9 días, posteriormente el hospedero ingiere accidentalmente los huevos que eclosionan en el duodeno donde se desarrolla el segundo estadio larvario que finalmente migra al ciego intestinal donde se produce la muda final; una vez que los parásitos maduran y se aparean, las hembras comienzan a liberar los huevos y el ciclo se cierra (Anderson, 2000). En *Rhinella horribilis* es posible que la infección se genere mientras se alimentan, puesto que se llevan cantidades considerables de tierra y hojas al estómago (Figura 21) (López *et al.*, 2009).

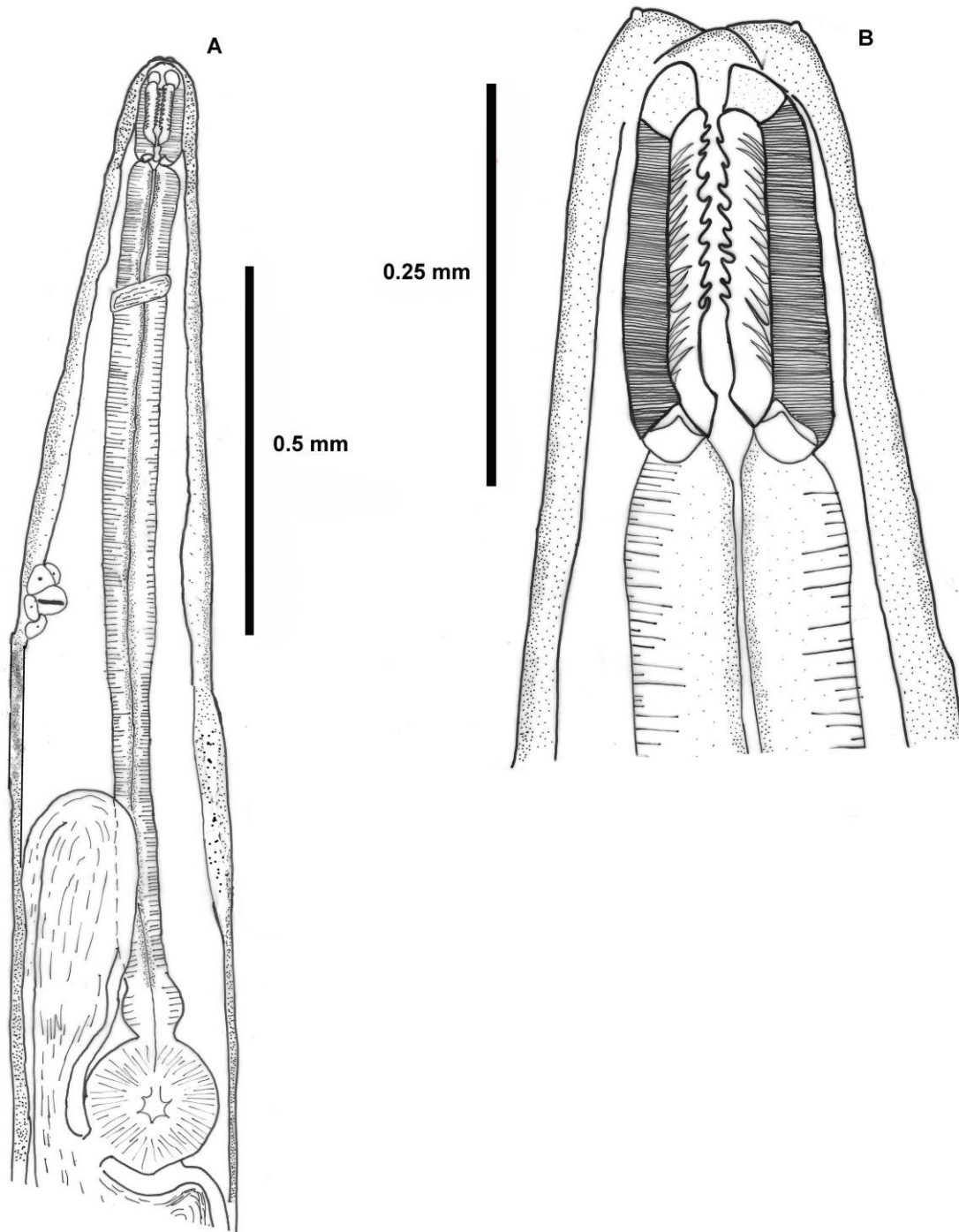


Figura 19: *Cruzia morleyi*, A=Region anterior, vista del ciego intestinal, bulbo y prebulbo; B = Region de la faringe. Dibujo realizado en cámara clara, procesado con Adobe Photoshop CS6.

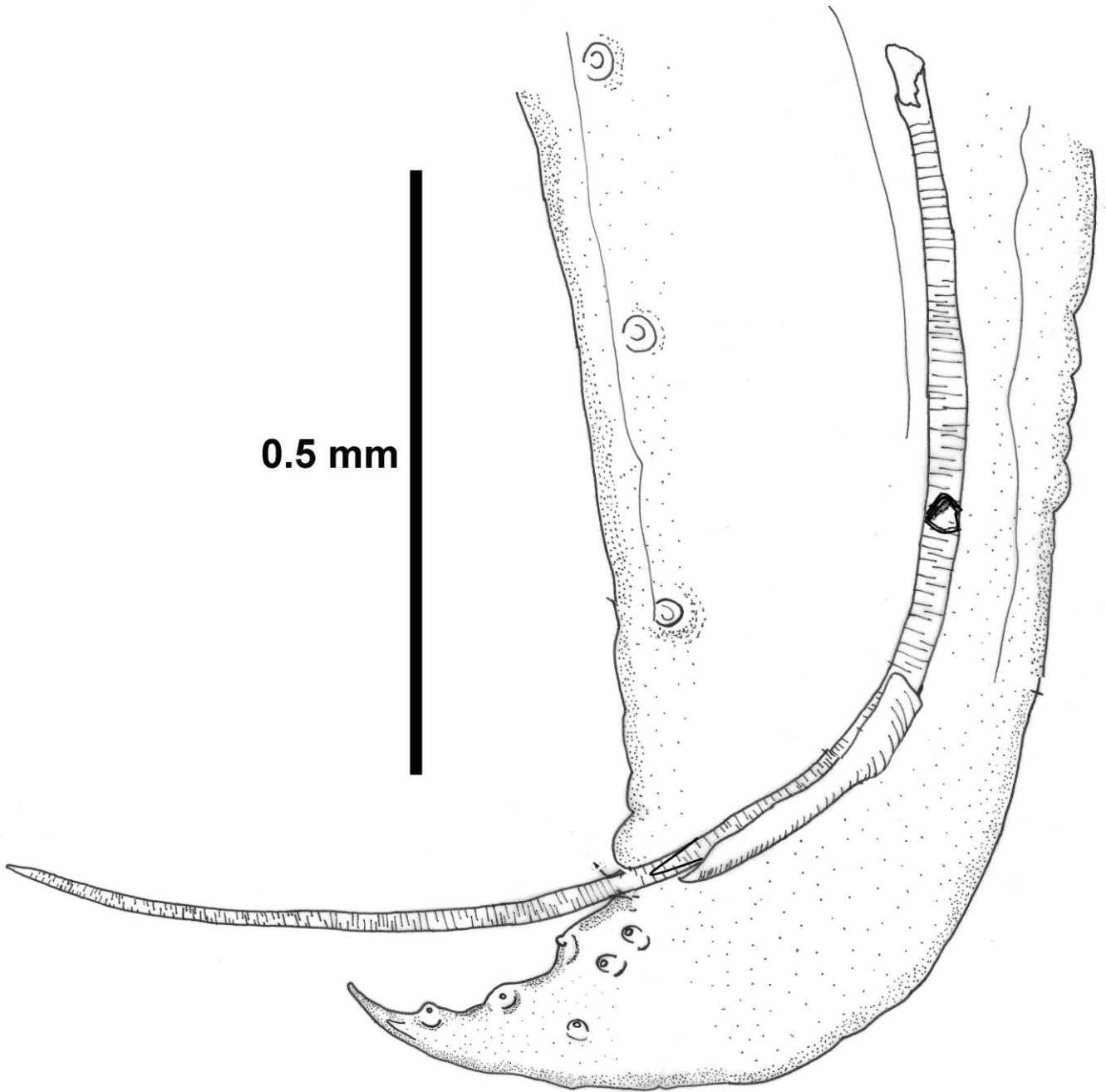


Figura 20: Región posterior de *Cruzia morleyi*. Dibujo realizado en cámara clara, procesado con Adobe Photoshop CS6.

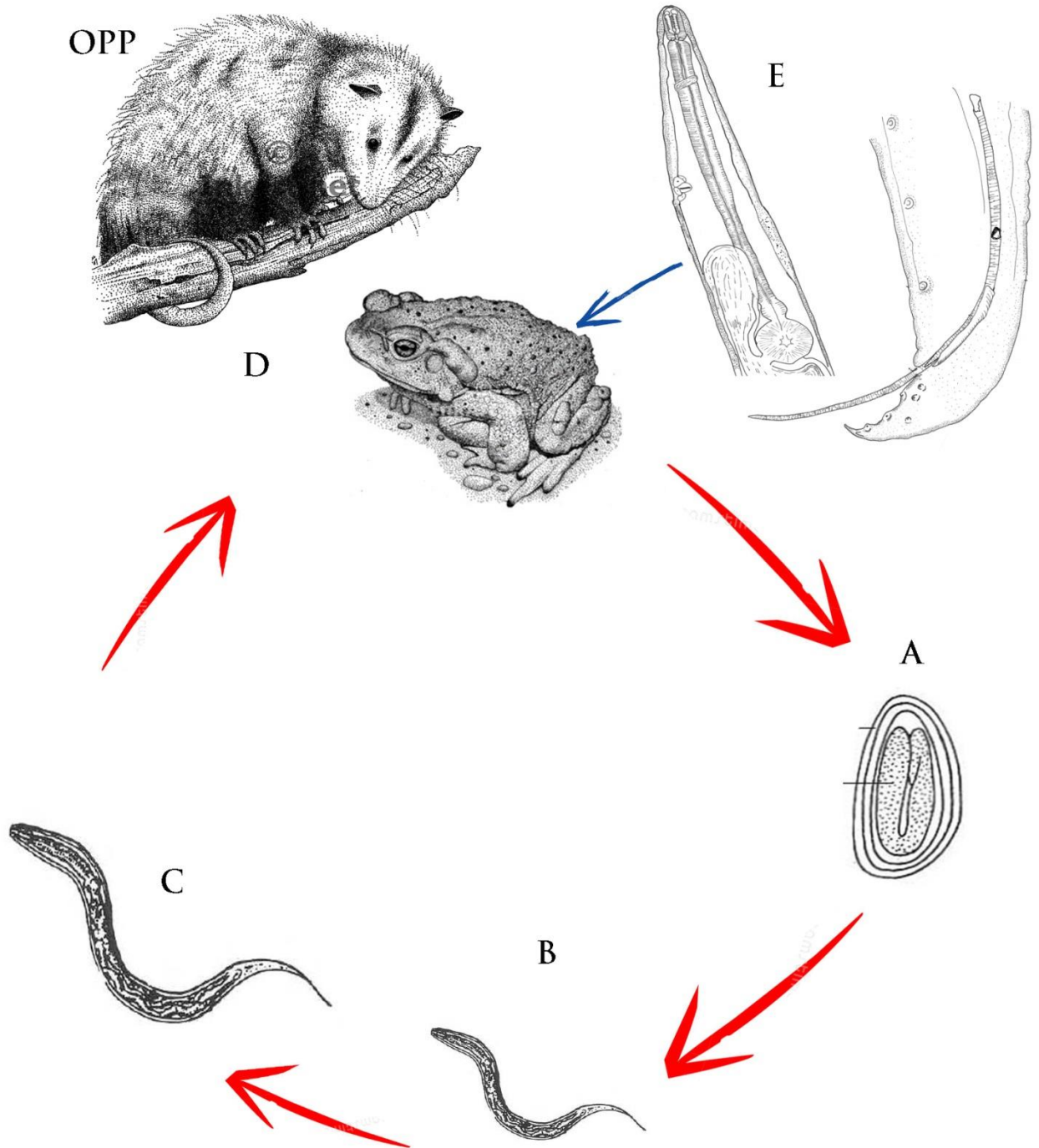


Figura 21: Ciclo vital de *C. americana*. A= Huevos liberados al medio en las heces; B= Eclósión primer estadio larval; C= Muda; D= Ingestión accidental; E= Maduración de los nemátodos en el intestino del hospedador; OPP= hospedero definitivo de *C. americana*, *Opposum* sp.

Registros previos en anuros de México

En México *Cruzia morleyi* se ha registrado únicamente en *Rhinella horribilis* en los estados de Oaxaca, Veracruz y Yucatán (Tabla 12).

Tabla 12: Registros de *C. morleyi* en anuros de México. Datos tomados y modificados de Paredes-León *et al.*, (2008).

Hospedero	Localidad	Estado
Anura: Bufonidae		
<i>Rhinella horribilis</i>	Presas Cerro de Oro/ Presas de Temascal	Oaxaca
	Lago de Catemaco	Veracruz
	Cenote Xtoloc	Yucatán

Familia: Onchocercidae Leiper, 1911

Subfamilia: Waltonellinae Bain y Prud'hon, 1974

Género: *Ochoterenella* Caballero y Caballero, 1944

Ochoterenella digiticauda Caballero y Caballero, 1944

Diagnosis

Basada en 16 ejemplares, 10 hembras y seis machos. Las hembras son de mayor tamaño que los machos. El cuerpo en ambos sexos se atenúa gradualmente en las extremidades, la región más ancha del cuerpo se localiza en la unión esófago-intestino. En las hembras la extremidad posterior está ligeramente flexionada ventralmente, mientras que la misma región en los machos esta enroscada helicoidalmente con 2 a 4 vueltas. La cutícula está cubierta por pequeñas bandas en forma de bacilo que están longitudinalmente alineadas; estas son más evidentes del extremo posterior hacia la mitad del cuerpo y su tamaño aumenta hacia la región anterior. El esófago está dividido en una región muscular anterior y una glandular posterior y más grande (Figura 22). Se encontraron parasitando la cavidad corporal de los hospederos.

Caracterización morfológica

Hembras

Longitud total de 52.67 ± 5.7 (41.75 - 60.75); ancho al nivel de anillo nervioso 0.2 ± 0.017 (0.18-0.23); ancho a nivel de la unión esófago muscular-glandular 0.211 ± 0.019 (0.18-0.23); ancho a nivel de la unión esófago-intestino 0.45 ± 0.094 (0.35-0.6); ancho en la mitad del cuerpo de 0.51 ± 0.093 (0.41-0.66); longitud total del esófago de 2.44 ± 0.179 (2.1-2.6); porción muscular 0.32 ± 0.064 (0.23-0.38) de longitud y 0.04 ± 0.005 (0.03-0.05) de ancho, porción glandular 2.128 ± 0.019 (1.75-2.2). 0.213 ± 0.015 (0.2-0.23) de longitud por 0.14 ± 0.019 (0.13-0.19) de anchura. Anillo nervioso al nivel de la porción muscular del esófago, 0.213 ± 0.015

(0.2-0.23) del extremo anterior del cuerpo. Vulva ubicada ligeramente anterior a la unión esófago-intestino, ligeramente saliente y difícil de observar, 1.4 ± 0.32 (1-1.8) desde el extremo anterior. Útero enrollado en la porción glandular del esófago, inmediatamente posterior a la vulva, en algunos casos puede sobrepasar el nivel de la vulva hacia la unión del esófago muscular y glandular y se extiende hasta cerca del final del cuerpo. No se observó el ano. Las bandas cuticulares al nivel de la cola están bien desarrolladas 0.005 ± 0.001 (0.0025-0.0075) de largo, 0.0027 ± 0.001 (0.0025-0.005) de ancho. La separación promedio entre bandas es de 0.035 ± 0.006 (0.025-0.04) en la región posterior; a partir de la mitad del cuerpo hacia la región anterior las bandas cuticulares se hacen más grandes 0.0125 ± 0.001 (0.01-0.015) de largo y su separación es de 0.04 ± 0.011 (0.02-0.057).

Machos

Longitud total de 24.2 ± 1.38 (22-25.5); anchura a la mitad del cuerpo 0.248 ± 0.03 (0.21-0.3); ancho a nivel del anillo nervioso 0.142 ± 0.013 (0.12-0.15); ancho a nivel de la unión del esófago muscular-glandular 0.154 ± 0.020 (0.13-0.18); longitud total del esófago 1.9 ± 0.147 (1.6-2.15); porción muscular 0.262 ± 0.019 (0.23-0.28) de longitud por 0.032 ± 0.004 (0.03-0.04); porción glandular 1.64 ± 0.152 (1.45-1.87) de longitud por 0.124 ± 0.019 (0.12-0.13). Anillo nervioso 0.213 ± 0.010 (0.2-0.23) desde el extremo anterior del cuerpo. Papilas caudales sésiles, y mamiformes; un par preanal y tres pares post anales. Presencia de una placa cuticularizada inmediatamente anterior al par preanal de papilas. Espícula derecha corta, 0.133 ± 0.017 (0.10-0.14) de longitud; espícula izquierda visiblemente más delgada y de mayor longitud 0.182 ± 0.005 (0.17-0.18) (Figura 22 B). Área rugosa bien definida en la región posterior del cuerpo; se presentan bandas transversales de estructuras con morfología bacilar. En la región anterior del cuerpo estas estructuras miden 0.0125 ± 0.0015 (0.01-0.015) de longitud, la separación transversal entre cada estructura es de 0.047 ± 0.001 (0.035-0.062) y la separación longitudinal entre las bandas es de 0.042 ± 0.006 (0.027-0.06); en la región posterior del cuerpo miden 0.005 ± 0.001 (0.0025-0.0075) de longitud; la

separación transversal entre cada estructura es de 0.011 ± 0.005 (0.0075-0.012) y la separación entre cada banda es de 0.035 ± 0.005 (0.025-0.04).

Comentarios taxonómicos

La subfamilia Waltonellinae se incluye en la familia Onchocercidae junto con siete subfamilias más. Waltonellinae incluye parásitos de la cavidad corporal de anuros, principalmente de las familias Bufonidae, Leptodactylidae, Racophoridae y Ranidae; esta subfamilia se compone por tres géneros: *Waltonella*, *Foleyellides* y *Ochoterenella* (Chabaud, 1978; Anderson, 2000). Los ejemplares recolectados se asignaron a la subfamilia Waltonellinae y al género *Ochoterenella* por la presencia de microfilarias en el útero de las hembras, la presencia de estructuras cuticulares en forma bacilar distribuidas en bandas transversales a lo largo del cuerpo (Esslinger, 1986 a,b) (Figura 22 B), así como la ubicación de la vulva cerca de la unión del esófago glandular con el intestino; el grupo de hospederos que infecta (anfibios) y el sitio de infección (cavidad corporal) (Esslinger, 1986). Mientras que el género *Foleyellides* no presenta las estructuras cuticulares antes descritas, únicamente en la región caudal presenta un *área rugosa*, donde la cutícula se cubre por pequeñas estructuras granulares, alas laterales presentes en los dos sexos, papilas ausentes en la región bucal (Esslinger, 1986a) *Waltonella* por otro lado si presenta estructuras cuticulares; sin embargo, su forma es elíptica, no bacilar, y solo las hembras muestran esta característica, además, presentan ala lateral bien definida (Petit y Yen, 1979).

El género *Ochoterenella* fue propuesto por Caballero y Caballero que en 1944 a partir de la obtención de filarias de la cavidad corporal de *Rhinella horribilis* y designó a *Ochoterenella digiticauda* como especie tipo a partir de las descripciones de estos organismos. El género se consideró monotípico y todos los ejemplares subsecuentemente depositados en las colecciones se asignaron a *O. digiticauda*; sin embargo, Esslinger (1986, 1987, 1988a, 1988b) realizó una redescripción de la especie tipo y re-examinó los ejemplares de las colecciones helmintológicas obteniendo cinco especies adicionales que parasitan a *R. marina*. Actualmente el género está compuesto por 11 especies, que parasitan anuros en

la Región Neotropical. Las especies registradas para *Rhinella horribilis* en México son: *O. digiticauda*, *O. chiapensis*, *O. caballeroi*, *O. figueroai*, *O. lamothei* y *O. nanolarvata* (Esslinger, 1986, 1987, 1988a, 1988b).

Los organismos obtenidos en este estudio se asignaron a *O. digiticauda* por la similitud morfométrica con respecto a los ejemplares descritos por Esslinger (1986) quien discute que las principales diferencias entre las especies radican en el tamaño de las estructuras cuticulares, su separación individual y entre bandas así como la disposición de la vulva (saliente o no). Cabe destacar que la mayoría de las descripciones de Esslinger solo toman en cuenta hembras (*O. chiapensis*, *O. caballeroi*, *O. lamothei* y *O. nanolarvata*), con excepción de *O. digiticauda* y *O. figueroai*.

Las hembras colectadas en este estudio se pueden diferenciar de *O. caballeroi*, *O. lamothei* y *O. nanolarvata* por presentar una vulva saliente y las mediciones de los relieves, distancia entre estos y entre bandas; mientras que se pueden diferenciar de las hembras de *O. chapensis* principalmente por las medidas de los relieves en la región media del cuerpo, la distancia entre relieves y la distancia entre las bandas de relieves que es mayor que en los ejemplares recolectados (Esslinger, 1986, 1987). Estos, por otro lado pueden diferenciarse de los machos de *O. figueroai* por la configuración de la placa cuticular que se encuentra justo anterior al par precloacal de papilas; en *O. digiticauda* esta estructura está conformada por una porción granular junto a una placa hialina y en *O. figueroai* estas estructuras se encuentran separadas; además algunos caracteres morfométricos, como la longitud del cuerpo, del esófago y los relieves pueden ser de utilidad para la separación de las especies; sin embargo, existe un grado de similitud morfológica entre estas dos especies que provoca cierta controversia en el momento de identificación, por lo que se debe ser cuidadoso al llevar a cabo esta tarea (Tabla 13 a,b) (Esslinger, 1986, 1987, 1988a, 1988b).

Tabla 13a: Morfometría de *Ochoterenella* spp. que parasitan anuros en México en contraste los ejemplares recolectados. Tomadas de Esslinger, (1986 b, 1987, 1988 a, b). * Medidas en micrómetros.

Especies /mediciones	<i>O. chapensis</i> (Esslinger, 1988 a)	<i>O. digiticauda</i> (Esslinger, 1986 b)		<i>O. digiticauda</i> (Este estudio)		<i>O. digiticauda</i> (Espinoza-Jiménez, 2006)
	Hembras	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Longitud total	37.7-57.6	44-57	16.5-24.1	41.75-60.75	22-25.5	31.5-54.6
Ancho máximo	0.376-0.624	0.564-0.673	0.267-0.366	0.41-0.66	0.21-0.3	0.534-0.758
Longitud total del esófago	1.753-2.624	1.486-2.474	1.287-1.832	2.1-2.6	1.6-2.15	1.144-2.178
Longitud del esófago muscular	0.218-0.366	0.228-0.416	0.182-0.281	0.23-0.38	0.23-0.28	0.226-0.383
Anchura del esófago muscular	0.038-0.050	0.039-0.56	0.027-0.41	0.03-0.05	0.03-0.04	0.041-0.054
Longitud del esófago glandular	1.535-2.307	1.238-1.683	1.138-1.584	1.75-2.2	1.45-1.87	0.917-1.794
Anchura del esófago glandular	0.103-0.175	0.134-0.190	0.073-0.134	0.13-0.19	0.12-0.13	0.109-0.219
Vulva saliente	SI	SI	N/d	SI	N/d	SI
Vulva al extremo anterior	0.871-2.099	1.020-1.782	N/d	1-1.8	N/d	0.849-1.80
Relieves al nivel del ano*	2--4	4--6	3--5	4--5	2--5	4.14-7.18
Relieves a la mitad del cuerpo*	10--12	7--11	8.1-9.6	6--10	10--15	4.4-9.4
Distancia entre relieves*	29--40	13-20	19-29	19-30	19-20	7.0-24.2
Distancia entre bandas*	34-51	62-93	21-34	21-30	20-25	43.31-87.3

Tabla 13 b: Morfometría de *Ochoterenella* spp. que parasitan anuros en México, continuación.

Especies /mediciones	<i>O. nanolarvata</i> (Esslinger, 1987)	<i>O. caballeroi</i> (Esslinger, 1987)	<i>O. figueroai</i> (Esslinger, 1988 b)		<i>O. lamothei</i> (Esslinger, 1988 b)
	Hembras	Hembras	Hembras	Machos	Hembras
Longitud total	38.8-47.9	44-49	58-71	22-27	47-57
Ancho máximo	0.485-0.594	0.416-0.436	0.564-0.702	0.276-0.376	0.446-0.594
Longitud total del esófago	1.724-2.316	1.832-1.931	2.811-3.980	1.796-2.604	2.149-2.653
Longitud del esófago muscular	0.216-0.336	0.226-0.267	0.327-0.534	0.252-0.475	0.297-0.406
Anchura del esófago muscular	0.034-0.053	0.029-0.030	0.036-0.058	0.030-0.040	0.038-0.048
Longitud del esófago glandular	1.436-1.854	1.565-1.705	2.406-2.792	1.544-2.129	1.832-2.297
Anchura del esófago glandular	0.132-0.183	0.098-0.1	0.139-0.185	0.108-0.143	0.134-0.168
Vulva saliente	NO	NO	SI	N/d	NO
Vulva al extremo anterior	1.197-1.960	1.104-1.403	1.683-2.574	N/d	1.554-2.277
Relieves al nivel del ano*	N/d	N/d	4--5	3--7	<1
Relieves a la mitad del cuerpo*	8--15	12--13	15-18	N/d	11--13
Distancia entre relieves*	28-37	15-46	37-44	3--15	28-42
Distancia entre bandas*	33-44	44-69	58-67	14-50	48-59

Tomadas de Esslinger, (1986 b, 1987, 1988 a, b).

El ciclo de vida de estos organismos es directo; no existe alguna descripción para el género; sin embargo, se presume que una vez que los adultos se encuentran en la cavidad corporal, las hembras liberan las microfilarias que migran al torrente sanguíneo, posteriormente un vector (probablemente un mosquito) se alimenta de la sangre del hospedero y las microfilarias migran al vector, dirigiéndose hacia su tubo digestivo donde maduran; una vez listas regresan al aparato bucal del mosquito y cuando éste se alimenta, las larvas entran al torrente sanguíneo del nuevo hospedero y migran hacia la cavidad corporal donde completan su desarrollo, reanudando el ciclo (Figura 23) (Anderson, 2000).

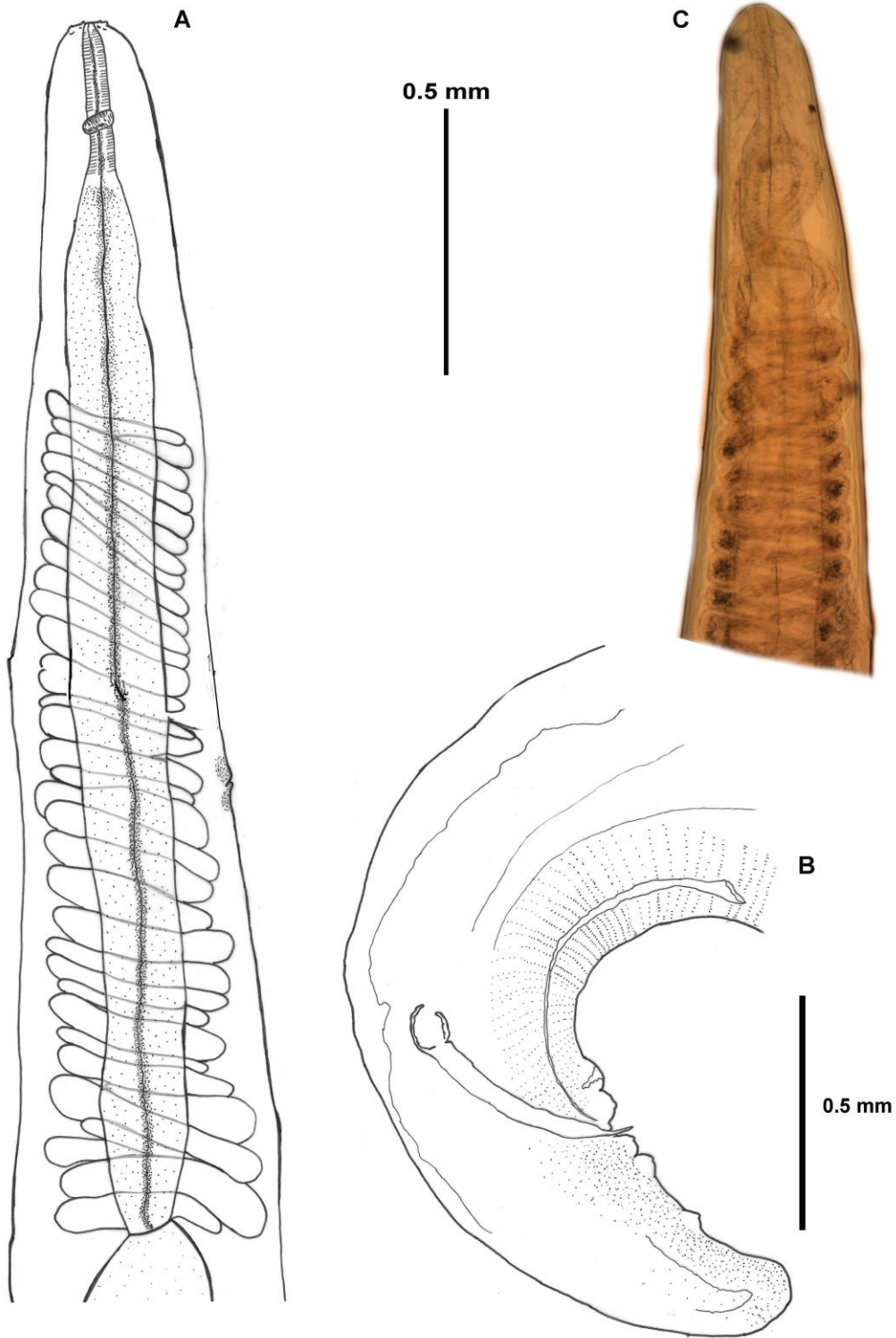


Figura 22: A= Región anterior de *O. digiticauda*, hembra B= Región posterior del macho; C= Fotografía de región anterior de un ejemplar hembra.

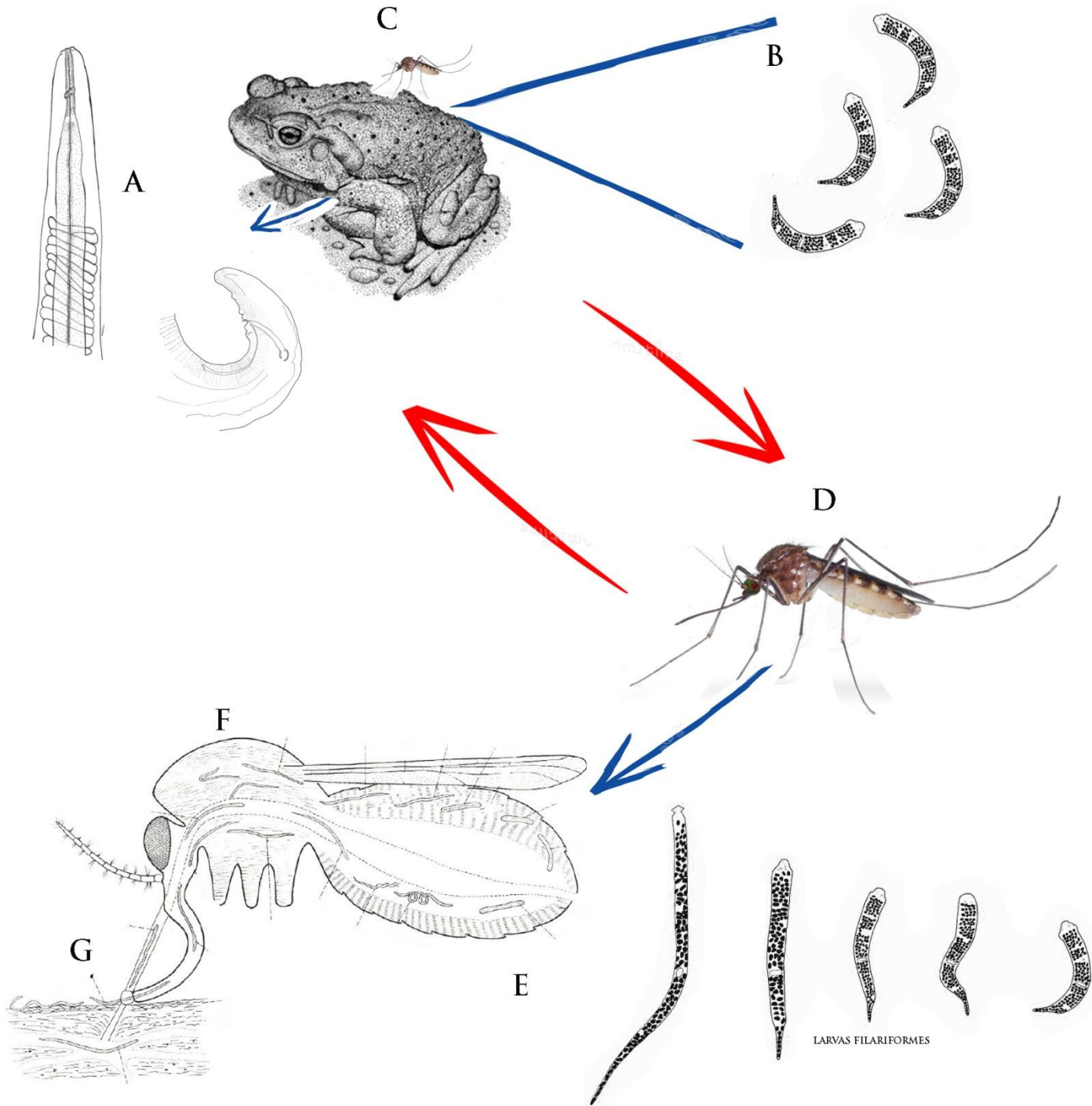


Figura 23: Ciclo de vida de *O. digiticauda*. A= Adultos en la cavidad corporal, liberación de filarias inmaduras; B= Filarias presentes en el torrente sanguíneo de los capilares epidérmicos del sapo; C= Picadura del vector y absorción de filarias; D= Vector en movimiento; E= Maduración de las filarias dentro del vector; F= Regreso de la larva infectiva a la proboscis del vector; G= Picadura a un nuevo hospedero. Tomado y modificado de Anderson, 2000.

Registros previos en anuros de México

O. digiticauda se ha registrado en especies de las familias Bufonidae y Ranidae, en los estados de Chiapas, Jalisco, Oaxaca y Veracruz (Tabla 14).

Tabla 14: Registros de *O. digiticauda* en anuros de México. Datos tomados y modificados de Paredes-León *et al.*, 2008.

Nombre del hospedero	Localidad	Estado
ANURA:BUFONIDAE		
<i>Rhinella horribilis</i>	Río Huixtla	Chiapas
	Emiliano Zapata	Jalisco
	Presa Cerro de Oro, Presa de Temazcal	Oaxaca
	Lago de Catemaco	Veracruz
	Ejido Lázaro Cárdenas	Veracruz
ANURA:RANIDAE		
<i>Lithobates dunnii</i>	Lago de Pátzcuaro	Michoacán
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida	Veracruz

Familia: Molineidae Skrjabin y Schulz 1937

Género: *Oswaldocruzia* Travassos, 1917

Especie: *Oswaldocruzia subauricularis* Rudolphi, 1819

Diagnosis

Basada en 10 ejemplares, siete machos y tres hembras. Nemátodos pequeños y delgados sin enrollamiento en el cuerpo; presentan dimorfismo sexual evidente siendo los machos más pequeños que las hembras además de contar con una bursa caudal. Ambos sexos presentan en la región anterior una vesícula cefálica inflada y posteriormente más delgada. Synlophe: en ambos sexos se presenta una serie de espinas cuticulares que cubren la totalidad del cuerpo; en cortes a diferentes niveles del cuerpo de una hembra se observa que las espinas cuentan con un sostén quitinoide, así mismo se observan alas laterales pobremente desarrolladas, el número de espinas en la unión esófago-intestino es de 44 mientras que a la mitad del cuerpo es de 62.

Caracterización morfológica

Hembras

Longitud total de 15.83 ± 0.097 (14.75-16.65); ancho medio de 0.19 ± 0.005 (0.19-0.2); vesícula cefálica aparentemente dividida en dos regiones, una anterior inflada y una posterior más delgada. La longitud total de la vesícula es 0.074 ± 0.001 (0.072-0.074) y el ancho es de 0.043 ± 0.001 (0.037-0.047). El esófago es claviforme y mide 0.536 ± 0.050 (0.49-0.59) de longitud; el anillo nervioso se encuentra a 0.217 ± 0.005 (0.215-0.222) del extremo anterior del cuerpo y el poro excretor siempre es posterior a esta estructura, ubicándose a 0.376 ± 0.011 (0.09-0.11) del extremo anterior del cuerpo. Organismos didelfos; la vulva no presenta una protuberancia y se encuentra a 5.1 ± 0.038 (5.1-0.517) del extremo posterior del cuerpo y el ano a 0.179 ± 0.019 (0.16-0.2) de la misma región.

Machos

Longitud total de 8.77 ± 2.319 (5.07-11.85); ancho medio de 0.15 ± 0.041 (0.11-0.2). Vesícula cefálica 0.39 ± 0.020 (0.37-0.42) de longitud y 0.043 ± 0.004 (0.0375-0.045) de ancho. Esófago claviforme con una longitud de 0.432 ± 0.050 (0.18-0.51). El anillo nervioso se encuentra a 0.161 ± 0.081 (0.1-0.217) del extremo anterior del cuerpo y el poro excretor se encuentra a 0.11 ± 0.020 (0.087-0.192) respectivamente. La bursa caudal es de tipo 3 (Ben Slimane, 1995) y los rayos tienen un acomodo 2-3, tendiendo a 2-1-2. Las espículas son del mismo tamaño y morfología; la parte apical se conforma por dos ramas con punta en forma de peine; la longitud total es 0.211 ± 0.035 (0.137-0.23) y el ancho es 0.023 ± 0.003 (0.015-0.025) respectivamente.

Comentarios taxonómicos

El género *Oswaldocruzia* incluye nemátodos parásitos del intestino de anfibios y reptiles; es un género cosmopolita y cuenta con aproximadamente 90 especies (Guerrero, 2013). En la región Neotropical particularmente, existen 41 especies de las cuales 24 se han registrado en la familia Bufonidae y ocho de han encontrado en *Rhinella horribilis* (Paredes-León *et al.*, 2008; Ruiz-Torres *et al.* 2013).

Los ejemplares recolectados se incluyeron al género *Oswaldocruzia* por presentar una vesícula cefálica; crestas cuticulares con orientación longitudinal alrededor del cuerpo; la condición didelfa de las hembras y por la modificación caudal del macho, que consiste en una bursa característica de este grupo de helmintos (Figura 24) (Ruiz-Torres, *et al.*, 2013).

En México, se registran tres especies de *Oswaldocruzia* que parasitan anfibios, principalmente las familias Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae y Ranidae: *O. pipiens*, *O. lamotheargumedoi* y *O. subauricularis*. Los ejemplares recolectados son similares a *O. subauricularis* en características morfométricas como el largo del cuerpo, longitud del esófago, localización del poro excretor y anillo nervioso, el grado de desarrollo de las alas cervicales, la forma de las espículas, el tipo de bursa caudal, el arreglo de los rayos y la cantidad de crestas cuticulares con

soporte en el synlophe de las hembras. Se pueden diferenciar de *O. lamotheargumedei* por el tamaño de los machos, que en los ejemplares recolectados es menor; el tipo de bursa (tipo III vs tipo I), el número de crestas cuticulares así como la presencia de un refuerzo quitinoide en dichas estructuras (Ben-Slimane y Durette-Desset, 1995; Ben-Slimane *et al.*, 1996; Ruiz-Torres *et al.*, 2013). *O. pipiens*, por otro lado, se puede diferenciar de nuestros ejemplares por el tamaño promedio de las hembras, la presencia de alas cervicales, así como la ausencia de refuerzos quitinoides en las crestas cuticulares; el tipo de bursa que presenta (Tipo I vs tipo III) y el número de crestas cuticulares (Ruiz-Torres *et al.*, 2013) (Tabla 15).

El ciclo de vida es directo y ha sido estudiado en *O. pipiens*; las hembras grávidas liberan los huevos que son expulsados por el hospedero a través de las heces, ahí realiza tres mudas hasta alcanzar la etapa infectiva momento en que dejan las heces en entornos húmedos y se adhieren a la mucosa de la piel y migran hacia la boca o bien son ingeridas accidentalmente. Una vez en la cavidad bucal se transportan hacia el intestino donde maduran y comienzan a reproducirse (Figura 25) (Baker, 1978a; Anderson, 2000).

Tabla 15: Morfometría de *Oswaldocruzia* spp. registradas en *R. horribilis* de México. Datos tomados y modificados de Ben-Slimane y Durette-Desset, (1995), Baker, (1978 a) y Ruiz-Torres *et al.*, (2013). * Tipo de bursa con base en la clasificación establecida por Ben-Slimane *et al.*, (1996).

	<i>O. subauricularis</i> (Este estudio)		<i>O. subauricularis</i> (Ben-Slimane y Durette-Desset, 1995)		<i>O. lamotheargumedi</i> (Ruiz-Torres <i>et al.</i> , 2013)		<i>O. pipiens</i> (Baker, 1978 a)	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Longitud total	8.77 (5.07-11.85)	15.83 (14.75-16.65)	8.2 (8.4-9.6)	16.02 (14.45-18)	10.84 (10-11.7)	15.16 (12.18-16.8)	6.1 (4.1-8.2)	7.9 (4.5-13.1)
Ancho medio	0.15 (0.11-0.20)	0.19 (0.19-0.20)	0.170 (0.160-0.180)	0.211 (0.190-0.230)	0.17 (0.13-0.21)	0.048 (0.043-0.054)	0.97 (0.66-1.15)	0.112 (0.76-0.141)
Longitud de la vesícula cefálica	74 (72-75)	74 (72-75)	85 (85-95)	104 (95-130)	0.042 (0.036-0.045)	0.044 (0.041-0.047)	0.77 (0.69-0.87)	0.83 (0.67-0.92)
Ancho inflada	43 (37-45)	38 (30-40)	40 (40-50)	52 (45-60)	0.044 (0.041-0.047)	0.048 (0.043-0.054)	0.39 (0.36-0.43)	0.42 (0.39-0.44)
Alas cervicales	N/d	Muy reducidas	Ausentes-muy reducidas	Ausentes- muy reducidas	Ausentes	Ausentes	Presentes	Presentes
Esófago	0.492 (0.42-0.51)	0.53 (0.49-0.59)	0.520 (0.480-0.560)	0.590 (0.50-0.64)	0.49 (0.41-0.55)	0.54 (0.5-0.6)	0.459 (0.375-0.516)	0.469 (0.385-0.541)
Anillo nervioso	0.161 (0.100-0.217)	0.217 (0.212-0.222)	0.230 (0.185-0.220)	0.244 (0.225-0.280)	0.25 (0.22-0.32)	0.27 (0.23-0.35)	0.194 (0.166-0.218)	0.195 (0.177-0.211)
Poros excretor	0.37 (0.35-0.40)	0.376 (0.37-0.39)	0.425 (0.380-0.445)	0.459 (0.390-0.530)	0.43 (0.38-0.48)	0.47 (0.42-0.52)	0.282 (0.245-0.326)	0.295 (0.256-0.367)
Vulva	N/d	5.13 (5.11-5.17)	N/d	5.362 (4.45-6.50)	N/d	5.12 (3.87-6.22)	N/d	4.9 (2.8-8.3)
Tipo de bursa*	TIPO III	N/d	TIPO III	N/d	TIPO I	N/d	TIPO I	N/d
Arreglo de rayos	2-1--2	N/d	2-3 (tendencia 2-1-2)	N/d	2--1--2	N/d	2--1--2	N/d
Crestas cuticulares	Con soporte	Con soporte	Con soporte	Con soporte	Sin soporte	Sin soporte	Sin soporte	Sin soporte
# Crestas unión eso-intestino	N/d	44	43	43	35	38	N/d	N/d
# Mitad del cuerpo	N/d	62	51	61	55 (54-56)	74	45-48	45-48

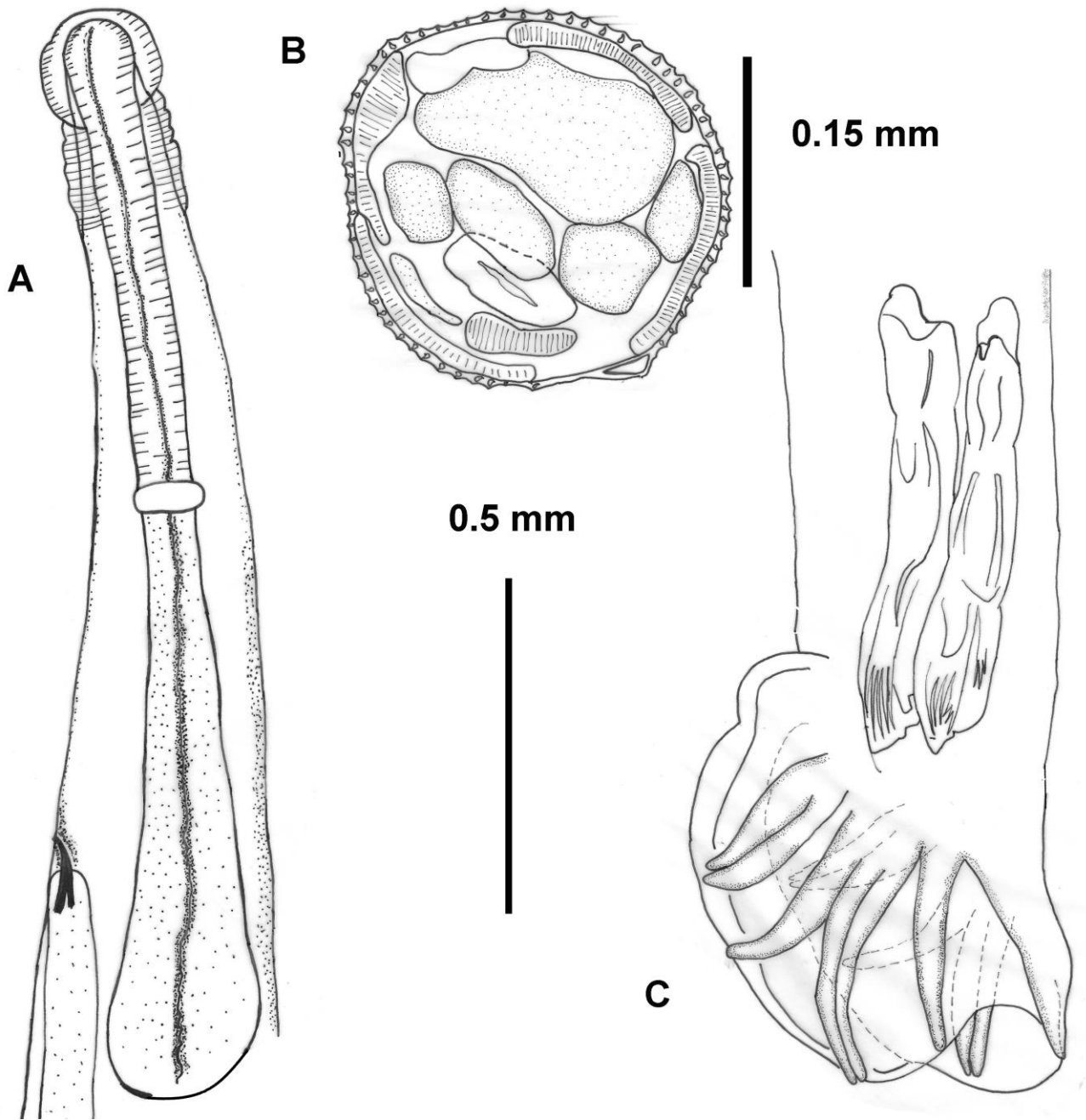


Figura 24: *O. subauricularis*. A= Región anterior; B= Synlophes; C=Región caudal del macho.

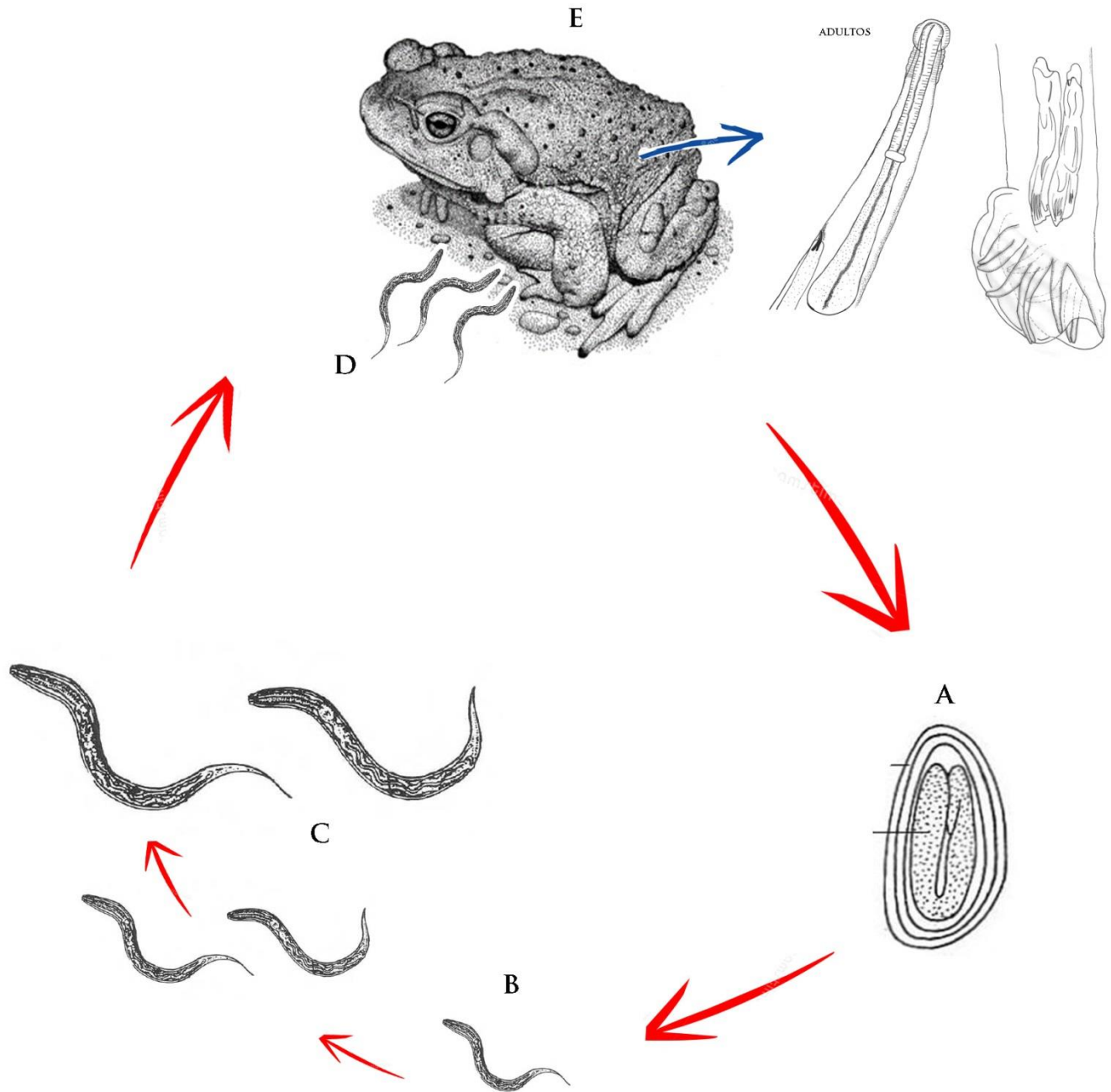


Figura 25: Ciclo de vida de *O. pipiens*. A= Liberación de huevos; B= Eclosión del primer estadio larval; C= Mudanzas al segundo y tercer estadio; D= Penetración por la piel del hospedero; E = Maduración en el intestino del hospedero y apareamiento.

Registros previos en anuros de México

En México, *O. subauricularis* se ha registrado en los estados de Chiapas, Guerrero, Veracruz y Yucatán en especies de las familias Bufonidae, Hylidae y Ranidae (Tabla 16).

Tabla 16: Registros de *O. subauricularis* en anuros de México. Datos tomados y modificados de Paredes-León, *et al.*, (2008).

Nombre del hospedero	Localidad	Estado
Anura: Bufonidae		
<i>Rhinella horribilis</i>	Río Huixtla	Chiapas
	Cenote Xtoloc	Yucatán
Anura: Hylidae		
<i>Smilisca baudini</i>	Estación Biológica Los Tuxtlas, Lago de Catemaco	Veracruz
RANIDAE		
<i>Lithobates cf. forreri</i>	Carretera Acapulco-Aeropuerto, San Pedro Las Playas (Laguna de Tres Palos)	Guerrero
<i>L. vaillanti</i>	Laguna Escondida	Veracruz

Clase: Secernentea (Von Linstown, 1905) Chitwood, 1958.

Orden: Rhabditida Railliet, 1915

Familia: Rhabdiasidae Railliet, 1915

Género: *Rhabdias* Stiles y Hassall, 1905

***Rhabdias* sp.**

Diagnosis

Cuerpo alargado, extremo anterior romo y posterior aguzado. Cutícula ensanchada en los extremos del cuerpo, cápsula bucal presente, con forma de copa, esófago claviforme, intestino recto con una coloración marrón oscura, vulva ecuatorial o postecuatorial, asas uterinas que van desde el final del esófago hasta la región inmediatamente anterior al ano; huevos de forma ovalada pequeños y numerosos, embrionados a la altura de la vulva.

Caracterización morfológica

Basada en 28 hembras.

Longitud total de 8.20 ± 1.88 (5-11) y 0.26 ± 0.054 (0.2-0.4) de ancho medio. Cutícula bien desarrollada a lo largo del cuerpo; ensanchada principalmente en los extremos del cuerpo. En la región anterior se encuentra la capsula bucal con una longitud de 0.0187 ± 0.006 (0.01 - 0.03) y un ancho de 0.028 ± 0.037 (0.01-0.015). El esófago tiene una longitud total de 0.413 ± 0.057 (0.31-0.54), el corpus no está ensanchado, no se distingue una porción glandular y el anillo nervioso resulta difícil de observar, aunque generalmente se encuentra a 0.170 ± 0.029 (0.13-0.237) del extremo anterior. El poro excretor es muy difícil de observar; se encuentra posterior al anillo nervioso a 0.224 ± 0.126 (0.102- 0.4) de la abertura bucal. El intestino es recto y presenta una coloración oscura característica. La vulva se localiza a 4.40 ± 1.02 (2.77 -5.75) del extremo anterior; por lo general es

postecuatorial. El útero se encuentra lleno de huevos que miden 0.087 ± 0.004 (0.75-0.1) de longitud y 0.039 ± 0.002 (0.325 -0.0475) de ancho, la masa de huevos va desde la unión esófago-intestino, hasta la región inmediatamente anterior al ano, que a su vez se localiza a 0.247 ± 0.058 (0.15 – 0.28) del extremo posterior, que finaliza en una punta cónica (Figura 26 A,B,C).

Comentarios taxonómicos

La familia Rhabdiasidae se encuentra formada por siete géneros de distribución cosmopolita (*Rhabdias*, *Pneumonema*, *Acanthorhabdias*, *Entomelas*, *Kurilonema*, *Neoentomelas*, *Chabirenia* y *Serpentirhabdias*) siendo parásitos pulmonares de anfibios y reptiles (Baker, 1978b; Martínez-Salazar, 2008). El género *Rhabdias* fue propuesto por Stiles & Hassal (1905) e incluye actualmente alrededor de 41 especies con distribución cosmopolita, nueve de las cuales se han registrado en México (León-Règagnon *et al.*, 2005; Martínez-Salazar y León-Règagnon, 2007; Paredes-León, 2008).

La separación entre especies de este género resulta complicada, la razón principal es la ausencia de machos, además de la similitud morfológica entre especies, el escaso conocimiento sobre sus preferencias hospedatorias y su distribución geográfica (Kuzmin *et al.*, 2003). Sin embargo, existen caracteres que son ampliamente usados como la forma y disposición de los labios o pseudolabios, la forma del esófago, la presencia de corpus esofágico inflado o no, la posición relativa del anillo nervioso, o la posición de la vulva, la forma de la cola o la región anterior del cuerpo y la cobertura cuticular a lo largo del cuerpo (Martínez Salazar, 2008).

Los ejemplares revisados se incluyeron en el género *Rhabdias* por encontrarse parasitando los pulmones de los hospederos; además por presentar una cutícula inflada en las regiones anterior y posterior, la vulva cercana a la mitad del cuerpo y una cápsula bucal corta (Baker, 1978b; Yamaguti, 1961).

En México se han reportado tres especies de *Rhabdias* parásitas de *Rhinella horribilis*: *R. alabialis*, *R. americanus*, *R. fueelleborni* y *R. pseudosphaerocephala*. La

separación entre estas especies se basa en la forma del corpus esofágico, el número de labios, pseudolabios, la longitud corporal, el ancho medio del cuerpo, la profundidad y anchura de la capsula bucal, la longitud del esófago y la morfología de los huevos, que parecen caracteres consistentemente excluyentes entre estas especies (Martínez-Salazar y León-Règagnon, 2007; Martínez-Salazar, 2008; Paredes-León *et al*, 2008).

Los ejemplares revisados pueden distinguirse de *R. americanus* y *R. fueleborni* por la ausencia de una protuberancia en el esófago (corpus inflado). Además, la longitud del cuerpo y la esofágica, al igual que el tamaño de los huevos son menores que los reportados para *R. americanus* y *R. fueleborni* (Tabla 17). Sin embargo presentan similitudes morfológicas con *R. pseudosphaerocephala* y *R. alabialis*, principalmente el corpus esofágico no inflado y la longitud total y esofágica. Al no encontrar más diferencias morfológicas de estas especies con los ejemplares recolectados se decidió no asignarlos a alguna especie previamente descrita hasta tener una evidencia de biología molecular.

Tabla 17: Morfometría de *Rhabdias* spp. que parasitan *R. horribilis*, comparadas con los ejemplares recolectados (Datos tomados y modificados de Martínez-Salazar y León- Règagnon, 2007).

Especies/ características	<i>Rhabdias</i> sp. Este estudio	<i>R. alabialis</i>	<i>R. americanus</i>	<i>R. fueleborni</i>	<i>R. pseudosphaerocephala</i>
Longitud total	8.20 (5-11)	7.67-9.27 (7.97)	10.74-14.14 (12.46)	10--12	6.17-9.60 (7.90)
Ancho medio	0.268 (0.2-0.4)	0.260-0.328 (0.315)	0.210-0.310	0.470-0.480	0.290-0.380 (0.330)
Longitud capsula bucal	0.0187 (0.01-0.03)	0.01	0.012-0.015(0.01)	0.09	0.07-0.012
Ancho capsula bucal	0.0280 (0.01-0.015)	0.010-0.015 (0.012)	0.013	0.09	0.015-0.017 (0.017)
Longitud del esófago	0.413 (0.31-0.54)	0.340-0.445 (389)	0.804	0.450-0.50	0.400-0.460 (0.410)
Corpus esofágico	No inflado	No inflado	Inflado	Inflado	No inflado
Longitud huevos	0.087 (0.75-0.1)	0.92-0.105 (0.98)	0.1-0.114	0.125	ND
Ancho huevos	0.039 (0.325 -0.0475)	0.52-0.57 (0.546)	0.054-0.065	0.08	ND

Estos organismos se caracterizan por ser hermafroditas protándricos (las gónadas masculinas se desarrollan primero y posteriormente se reemplazan por las femeninas). El ciclo de vida inicia cuando los espermatozoides producidos durante la primera fase de maduración se almacenan en un receptáculo seminal; durante la siguiente fase, los huevos se fertilizan y se liberan, viajan hacia la cavidad oral donde eclosionan y migran al recto; posteriormente son expulsados con las heces (Martínez-Salazar, 2008). A partir de esta etapa, el ciclo de vida puede desarrollarse en dos vías, la primera se denomina “desarrollo homogónico” y consiste en la eclosión de las larvas y desarrollo en vida libre hasta la etapa infectiva, en este punto, penetran la piel del hospedero y migran hacia los pulmones donde finalizan su desarrollo. La segunda vía se denomina “desarrollo heterogónico”, en este caso, eclosionan y se desarrollan hembras y machos en vida libre y se aparean, posteriormente los huevos eclosionan dentro de la hembra, la consumen y rompen su cutícula para liberarse (endotoquia), una vez libres, las larvas realizan dos mudas hacia el estadio infectivo. Posteriormente al tener contacto con el hospedero las larvas penetran la piel y migran hacia los pulmones, donde completan su desarrollo (Figura 27) (Anderson, 2000; Martínez-Salazar, 2008).

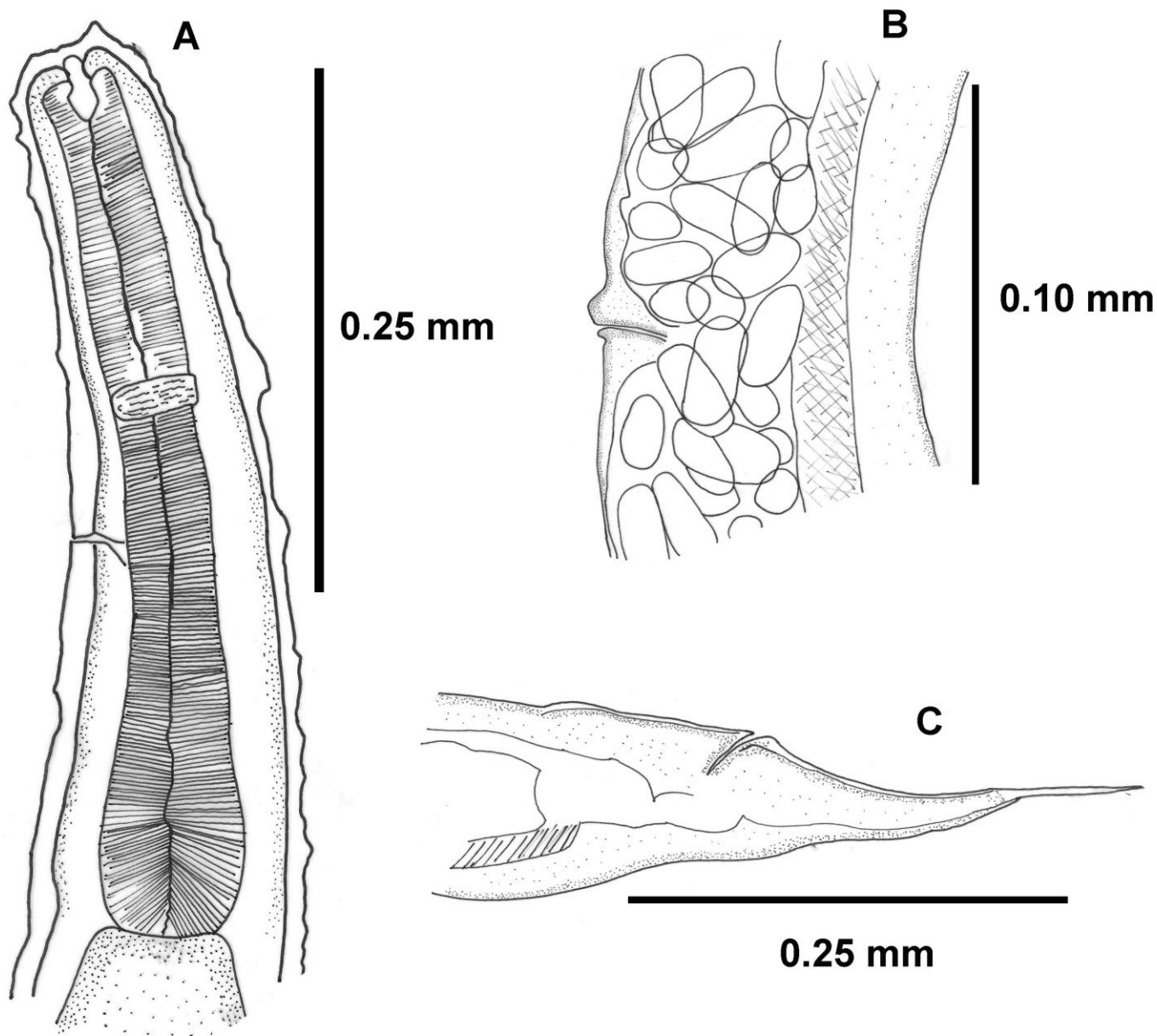


Figura 26: *Rhabdias* sp. A= Región anterior; B= Región de la vulva; C= Región posterior.

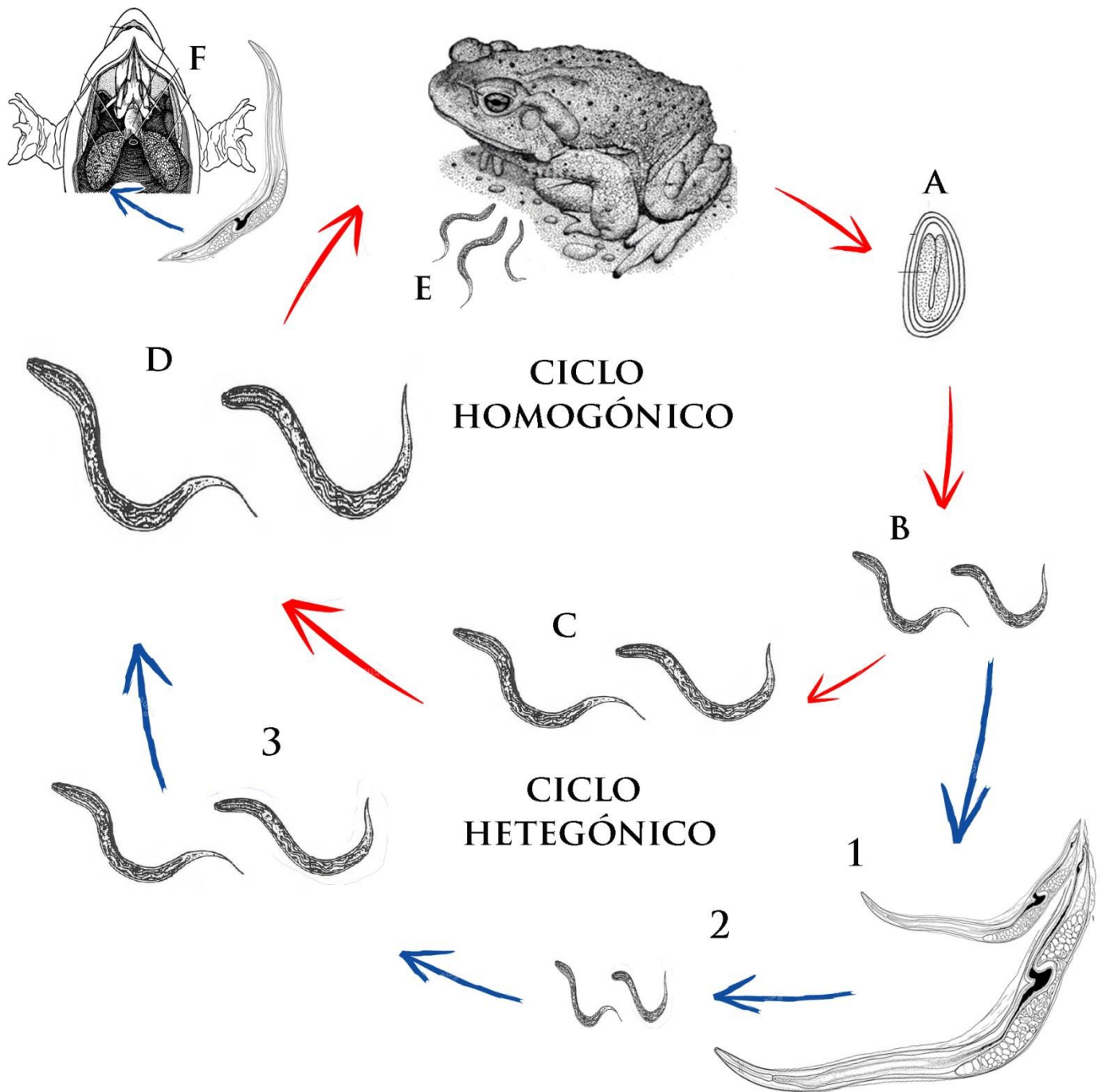


Figura 27: Ciclo de vida general de *Rhabdias* spp. Dos vías, homogónico, A= adultos liberan huevos, que migran a la cavidad bucal y al intestino, se liberan al medio por las heces; B= Eclosión de primer estadio larval; C= Segundo estadio larval; D= Tercer muda, larva infectiva; E= Penetración de la piel del hospedero; F= Alojamiento en pulmones; Heterogónico, 1= Adultos de vida libre; 2= Eclosión primer estadio (Endotoquia) ; 3= Primer muda. Tomado y modificado de Anderson, (2000) y Martínez-Salazar, (2008).

Registros previos en anuros de México

En México se han reportado ocho especies del género *Rhabdias* y particularmente tres para la familia Bufonidae (Tabla 18).

Tabla 18: Registros de *Rhabdias* spp. parásitas de la familia Bufonidae de México hasta 2008, modificada de Paredes-León *et al.*, (2008).

Hospedero	Localidad	Estado
<i>Rhabdias americanus</i>		
Anura: Bufonidae		
<i>Rhinella horribilis</i>	Presa Cerro de Oro, Presa de temascal	Oaxaca
<i>Anaxyrus kelloggi</i>	N/D	Sonora
<i>Incilius mazatlanensis</i>	N/D	Sonora
<i>R. fuellerboni</i>		
Anura: Bufonidae		
<i>I. marmoratus</i>	Emiliano Zapata	Jalisco
<i>I. nebulifer</i>	Neblinas	Querétaro
<i>R. horribilis</i>	Emiliano Zapata	Jalisco
	La Laguna (Higueras)	Nuevo León
	La Presita Villareal (El Carmen)	
	Presa Cerro de Oro, Presa Temascal	Oaxaca
	Lago de Catemaco	Veracruz
<i>R. pseudosphaerocephala</i>		
Anura: Bufonidae		
<i>R. horribilis</i>	Rio Huixtla	Chiapas
	Presa Rodrigo Gómez	Nuevo León
	Rio Pesquería	
	Lago Catemaco	Veracruz
	Puerto de Veracruz	Veracruz

X. DISCUSIÓN

La fauna helmintológica de *Rhinella horribilis* en las tres localidades de colecta se conforma por ocho especies de helmintos; tres digéneos (37.5%) y cinco nemátodos (62.5%). La localidad con mayor número de especies e individuos registrados fue Huehuetla con tres especies de digéneos y cuatro nemátodos y un total de 218 individuos, posteriormente, en San Felipe Orizatlán se registraron cuatro especies de nemátodos y un total de 59 individuos y en la localidad de San Juan Amajac se registraron tres especies de nemátodos y 68 individuos en total.

La composición helmintofaunística del hospedero en este estudio muestra una dominancia por parte de los nemátodos, esto es consistente con respecto a los hábitos menos dependientes del agua de los sapos (Vitt y Caldwell, 2014), quienes utilizan las fuentes de agua por lo general en época reproductiva y se alimentan de fauna predominantemente terrestre (Lemos-Espinal y Smith, 2009; López *et al.*, 2009), en contraste con otras familias de anuros como Ranidae, que pasan la mayor parte de su vida en el entorno acuático lo cual los hace más propensos a infectarse con digéneos, al alimentarse de fauna acuática (Romero-Mayen, 2011; Pérez-Ponce de León, *et al.*, 2000; Boleck y Janovy, 2007). Estos resultados son consistentes con los presentados por Espinoza-Jiménez, y colaboradores (2007) y Ruiz-Torres (2013) puesto que la composición parasítica de esos estudios igualmente se encuentra dominada por los nemátodos.

La totalidad de helmintos recolectados en este estudio son parásitos característicos de anuros; sin embargo, no todos son hospedero específicos, los digéneos recolectados por ejemplo, han sido registrados en especies de las familias Hylidae, Leptodactylidae, Ranidae y Bufonidae, lo cual no solo sugiere una influencia por parte de los hábitos de los hospederos, sino una fuerte asociación a nivel evolutivo por parte de los parásitos, por lo tanto una especie de parásito puede facultativamente infectar un rango grande de especies de hospederos filogenéticamente relacionadas (Paredes-León *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2009) Rico-Hernández, 2011). Los grupos más generalistas, como *Rhabdias*, que pueden infectar un amplio rango de grupos de anfibios (Anura y

Caudata). Los nemátodos *Cruzia morleyi*, por otro lado, únicamente se han registrado en *Rhinella horribilis*, esto puede deberse a un grado de especificidad alto, o bien se puede atribuir a la falta de muestreos sistemáticos en las especies de la familia Bufonidae, de igual forma esta especificidad puede indicar una larga historia evolutiva entre el parásito y el hospedador (Merino, 2002). Es importante mencionar que los digéneos como *Haematoloechus* cf. *complexus*, pueden requerir de un hospedero específico, lo cual puede influir en el registro helmintológico si ese hospedero no se presenta en las tres localidades, en contraste con los nemátodos de ciclos de vida directos (Snyder y Janovy, 2007).

En el presente estudio no se registraron larvas de ningún tipo de helminto; sin embargo, trabajos similares reportan larvas de acantocéfalos y céstodos (Espinoza-Jiménez et al., 2007; Romero-Mayen, 2011; Ruiz-Torres, 2013), lo que indica que algunos helmintos utilizan este vertebrado como hospedero intermediario, y finalizan su ciclo de vida en animales que depredan al sapo, como algunas serpientes y aves (Lemos-Espinal y Dixon, 2009; Lemos-Espinal et al., 2015); en otros casos puede deberse a una infección accidental, en consecuencia a la dieta generalista de este vertebrado, por ejemplo, las infecciones por el nemátodo *Physocephalus sexalatus* son características en mamíferos de la familia Suidae, y utilizan como hospedero intermediario las larvas de escarabajo, que pueden ser depredadas por *R. horribilis* (Espinoza-Jiménez et al., 2007). La ausencia de larvas de helmintos en nuestro estudio puede deberse a las condiciones del sitio de colecta, la temporada, o bien al número de hospederos recolectados.

Las especies registradas en este trabajo no constan como nuevos registros para *R. horribilis*; sin embargo, cuentan como ampliaciones de distribución ya que ninguna había sido registrada en el estado de Hidalgo. Los estados donde la fauna helmintológica de este sapo están mejor representados son Veracruz (15 especies), Nuevo León (5) y Oaxaca (5) (Paredes-León et al., 2008), por lo tanto quedan subrepresentadas las demás regiones donde también habita este

hospedero que incluyen la mayor parte de los estados de las Vertientes del Pacífico y Atlántico (López *et al.*, 2009).

Tres taxones de nemátodos se comparten en las localidades de colecta (*Cosmocerca* sp., *Ochoterenella digiticauda* y *Rhabdias* sp.), esta similitud se puede asociar en el caso de *Cosmocerca* sp. y *Rhabdias* sp. a su ciclo de vida directo y autoinfectivo además de su distribución cosmopolita (Kusmin *et al.*, 2003) y el amplio rango de hospederos que pueden infectar; de acuerdo con Bursey y Brooks, (2010), los parásitos muestran una especificidad ecológica, por lo que son capaces de infectar un amplio rango de hospederos que habitan sitios similares. *Ochoterenella digiticauda*, por otro lado, aunque requiere de un vector díptero para llevar a cabo la infección, éste se ve favorecido por las condiciones climáticas tropicales de los sitios de colecta, que son hábitats ideales para el vector (Bursey y Brooks, 2010). Por otro lado, cinco especies se encontraron en una sola localidad; *L. macrocirra*, *M. danforthi*, *Haematoloechus* cf. *complexus* y *O. subauricularis* en la localidad de Huehuetla y *Cruzia morleyi* en San Felipe Orizatlán; esta disimilitud puede ser atribuida a diversos factores, como la temporada de los muestreos, pues se ha observado que la carga helmintológica (número de individuos) por especie, así como la riqueza específica puede variar con base en la temporada en que se colecten los hospederos (Thomas, 1965; Rodríguez, 2009); igualmente este parámetro puede variar debido a la cualidad de agregación que muestran los parásitos, donde una gran cantidad de hospederos alberga un número pequeño de parásitos, mientras que un número pequeño de hospederos alberga la mayor parte de los parásitos (Bautista-Hernández *et al.*, 2015).

Otro aspecto importante a discutir es que la ubicación en distintas provincias biogeográficas en las que se encuentran las localidades de muestreo puede incluir en la carga parasitaria, particularmente Eloxochitlán, que presenta un clima predominantemente árido, que es característico del Altiplano Mexicano; por otro lado la localidad de Huehuetla se encuentra en los límites de la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, con un componente subtropical-templado y la localidad de San Felipe Orizatlán se encuentra en la provincia del Golfo de México

con un ambiente tropical-húmedo (Espinosa-Organista *et al.*, 2000); sin embargo no se cuenta con una colecta a nivel regional, con el contraste climático en estos sitios, en consecuencia, puede influir igualmente en la carga parasitaria con factores que intervienen directamente en la historia natural de los hospederos, como la temperatura, humedad, y precipitación anual, así como la presencia de cuerpos de agua perennes o estacionales.

El registro helmintológico obtenido comparte cuatro especies de las 14 registradas por Espinoza-Jiménez y colaboradores (2007) para el estado de Oaxaca, las cuales son: *M. danforthi*, *Cosmocerca* sp., *C. morleyi* y *O. digiticauda*; mientras que las especies registradas en el presente trabajo que no se presentan el registro realizado por Ruiz-Torres (2013) para el estado de Guerrero. Únicamente los géneros *Rhabdias* y *Oswaldocruzia* están presentes en los tres estados, sin embargo, se trata de especies distintas a las registradas en el presente trabajo. La disimilitud con los registros de Ruiz-Torres (2013) se puede explicar por la presencia de barreras biogeográficas como la Sierra Madre del Sur y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y el Eje Neovolcánico e incluso la Depresión de Balsas (Figura 28) que aíslan las poblaciones de *Rhinella horribilis* de Guerrero con las de Hidalgo y Oaxaca generando una distribución disyunta que va a lo largo de las vertientes del Pacífico y Atlántico. Es importante mencionar que la cantidad de hospederos recolectados en los trabajos de Oaxaca y Guerrero fue mayor que en Hidalgo (34 y 66 contra 14 respectivamente), sin embargo a pesar de que la riqueza de parásitos puede verse influenciada por la cantidad de hospederos recolectados (Pulido-Flores *et al.*, 2009), el registro helmintológico del estudio realizado en Guerrero cuenta con ocho taxones de helmintos al igual que el presente, por lo que es posible como antes mencionado que otros factores influenciaron la carga parasitaria.

En algunos casos, los patrones de distribución de los parásitos, pueden ser congruentes con los patrones de distribución de los hospederos (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; Paredes-León *et al.*, 2008; Escalante *et al.*, 2011); en este trabajo, sin embargo, no es posible observar dichos patrones, debido a que esto se desvía de los objetivos principales, sin embargo, es posible hacer inferencias sobre las razones por las cuales la fauna helmintológica en los estados del golfo difiere de la del sur y porque ciertos grupos de helmintos están mayormente distribuidos. Como antes mencionado, a nivel regional, las barreras biogeográficas pueden influir en la disimilitud de la representación helmintológica de *R. horribilis*, sin embargo, la razón por la cual los géneros *Cosmocerca*, *Rhabdias*, y *Oswaldocruzia* existen en ambas vertientes y además se comparten en las localidades de colecta de este estudio es probablemente que estos grupos de helmintos tengan una larga historia de asociación por coevolución con este grupo de hospederos (Falcón-Ordaz *et al.*, 2012; Weaver *et al.*, 2016). Del mismo modo la presencia de *Haematoloechus cf. complexus*, que es un parásito característico de la familia Ranidae (Paredes-León *et al.*, 2008) se puede explicar por una adecuación ecológica al hospedero, esto quiere decir que a pesar de la especificidad hospedatoria que puede exhibir cualquier parásito, igualmente es capaz de infectar a hospederos con características ecológicas similares, en este caso, anuros de otras familias como Bufonidae; en este contexto es más sencillo para el parásito infectar hospederos similares al que ya están adaptados que adaptarse a uno ecológica o filogenéticamente distinto (Bursey y Brooks, 2010; Weaver *et al.*, 2016). Con el fin de dilucidar lo anterior es necesario obtener la información sobre las colectas a una escala regional, así como realizar muestreos adicionales en busca de parásitos y utilizar más de una especie de hospedero y parásitos si es posible, con el fin de darle robustez a los análisis. Finalmente, observar patrones de distribución compartidos entre hospederos y parásitos puede ser utilizado con fines de conservación (Escalante *et al.*, 2012).

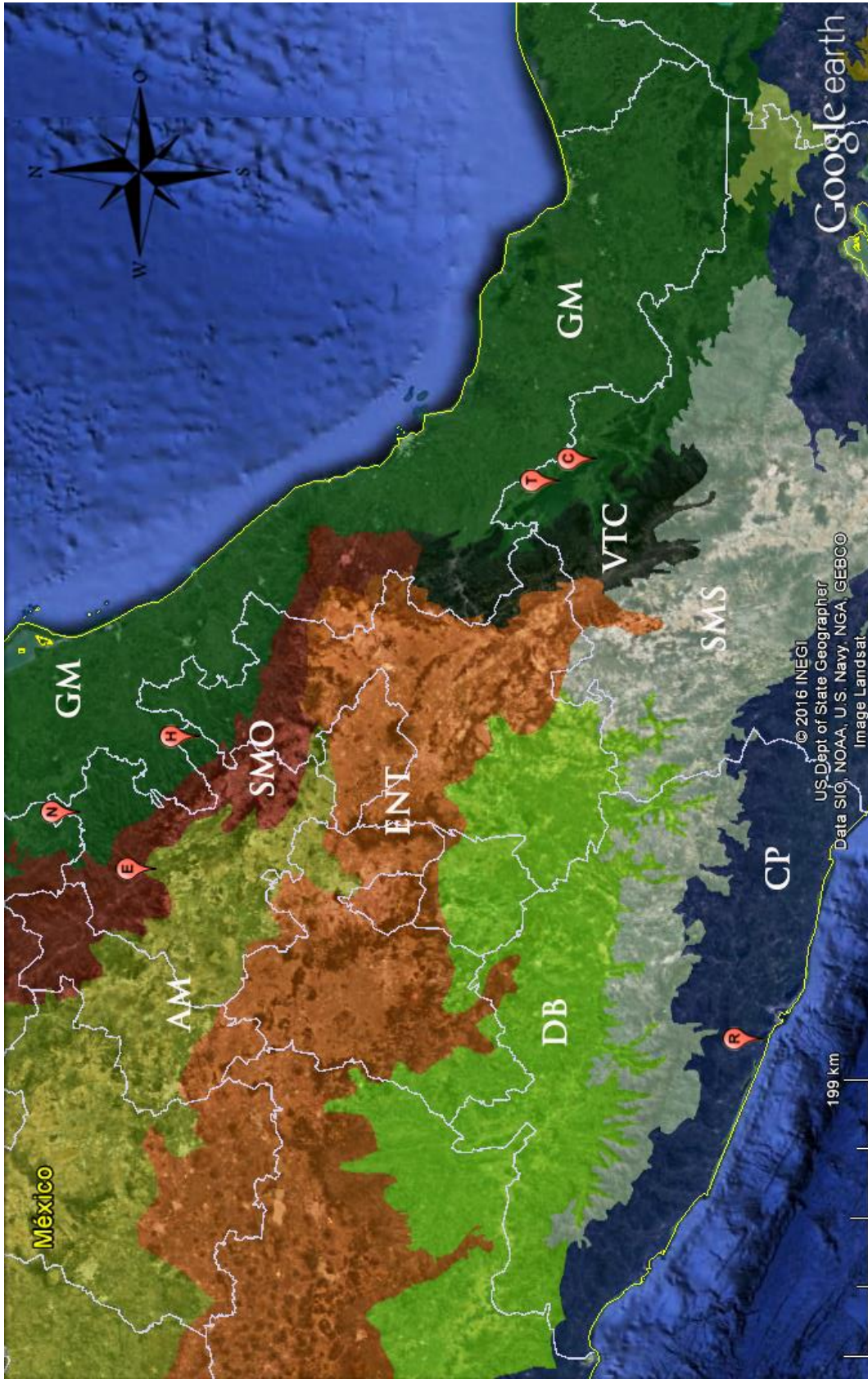


Figura 28: Mapa de las zonas de colecta de los hospederos de este estudio (E= Eloxochitlán, H= Huehuetla; N= San Felipe Orizatlán) en contraste con los de Espinoza-Jiménez, (2006) (T= Presa de Temascal, C= Cerro de Oro) y Ruiz-Torres, (2013); (R= Laguna de Coyuca). GM= Provincia del Golfo de México; SMO= Sierra Madre Oriental; AM= Altiplano Mexicano; ENT= Faja Volcánica Transmexicana; DB= Depresión de Balsas; VTC= Valle de Tehuacán; SMS= Sierra Madre del Sur; CP= Costa del Pacífico. Mapa modificado de Google Earth

Los más altos niveles de prevalencia y abundancia en las tres localidades pertenecen a los nemátodos y particularmente a *Cosmocerca* sp (57.14%; 12.28 individuos por hospedero) y *Rhabdias* sp. (57.14%; 7.5 individuos por hospedero); dichos resultados se pueden atribuir al ciclo de vida directo de estos nemátodos, en ambos casos se puede llevar a cabo la infección del hospedero por medio del contacto directo con heces (Auto-infección) o del medio terrestre con presencia de larvas que posteriormente penetran la piel (Anderson, 2000), esto incrementa el potencial infectivo de estos parásitos pues facilita su entrada y reduce el tiempo de transmisión que se perdería si existiera un hospedero intermediario, además, los hábitos predominantemente terrestres del sapo incrementan las probabilidades de infectarse al estar en contacto directo con el medio donde las larvas se desarrollan (López *et al.*, 2009).

Ochoterenella digiticauda mostró una prevalencia moderada en nuestro estudio para la tres localidades (35.71%) y relativamente alta por localidad (16.66% Huehuetla; 66% Eloxochitlán; 40% San Felipe Orizatlán); la presencia de estos parásitos depende directamente de la transmisión por la picadura de vectores dípteros. La baja prevalencia en la localidad de Huehuetla puede deberse a la temporada de colecta, o bien a la ausencia de cuerpos de agua que favorezcan la reproducción del vector e incluso pueden influir las campañas de sanitización que se llevan a cabo para controlar la proliferación de mosquitos, asimismo las condiciones climáticas en este sitio están influidas por las regiones más templadas de los municipios de Tenango de Doria y San Bartolo Tutotepec, por lo que hay épocas del año más frías, donde los vectores pueden ver su número reducido; en el caso de la localidad de Eloxochitlán la prevalencia se ve influenciada principalmente por el bajo número de muestra de los hospederos (3), cabe mencionar que por las características áridas de este sitio, la prevalencia de estos parásitos podría ser menor que en los otros municipios o podría estar sujeta a una variación estacional marcada; finalmente, la prevalencia de este parásito en la localidad de San Felipe Orizatlán es moderada, aquí, las condiciones climáticas tropicales favorecen a los vectores, además la existencia de pozas de agua de uso

agrícola satisfacen sus necesidades de agua para realizar su ciclo vital y en los mismo sitios se encuentran los hospederos (Lopez *et al.*, 2009).

Oswaldocruzia subauricularis obtuvo una prevalencia total de 21.42% y 50% en la localidad donde se registró; en este caso, el ciclo de vida es directo, por lo que se esperaría una prevalencia y abundancia mayores, sin embargo, Baker (1978a) menciona que la prevalencia de *Oswaldocruzia pipiens* en *Lithobates sylvatica* y *Bufo americanus* es muy susceptible a los cambios estacionales, por lo que existen picos de infección en las estaciones húmedas del año, lo cual coincide con la temporada reproductiva de sus hospederos, por lo tanto, en nuestras localidades la baja prevalencia pudo haber sido influenciada en gran medida por la estación del año en la que se realizaron los muestreos.

Finalmente, el nemátodo con menor prevalencia en nuestro estudio fue *C. morleyi* (7.14% total; 20% localidad), y únicamente se registraron dos individuos en un sapo de la localidad de San Felipe Orizatlán; se conoce muy poco sobre su ciclo de vida, pero se sugiere que es directo, sin embargo Anderson (2000) menciona que la probable vía de infección es por ingestión, en contraste con las especies que se transmiten por autoinfección o algún vector. La baja prevalencia de este parásito puede deberse a su especificidad hospedatoria, ya que solo se ha registrado en *R. horribilis* (Paredes-León *et al.*, 2008) y considerando la poca vagilidad del anuro tal vez las poblaciones del parásito de queden aisladas de algunas poblaciones del hospedero. Así mismo, puede tratarse de un helminto con un ciclo de vida sumamente sensible a los cambios estacionales, por lo que presentará variaciones importantes en su prevalencia con respecto a la temporada del año en que se realicen los muestreos, esto significa que el parásito se coordina con el ciclo de vida del hospedero tal y como lo señala Baker (1978a) para *O. pipiens*.

Los digenos encontrados, por otro lado, mostraron en general las prevalencias y abundancias más bajas, *L. macrocirra* (16.66% por localidad; 7.14% total; A=0.16, 0.071) *Haematoloechus cf. complexus* (16.66% por localidad; 7.14% total; A=1.83, 0.78) *M. danfothi* (33% por localidad, 14.28% total; A=3.83, 1.64). Lo

anterior es consistente con los estudios previos realizados con este hospedero, donde tanto la riqueza de especies como los parámetros ecológicos son menos representativos para este grupo de parásitos, a diferencia de los nemátodos. Como previamente se discutió, los hábitos predominantemente terrestres de los bufonidos pueden influir en la presencia de ciertos parásitos que los infectan, ya que los hospederos intermediarios de los digéneos (Moluscos, náyades de libélulas o artrópodos adultos) dependen directamente de los cuerpos de agua donde otros anfibios como los ránidos residen, y que presentan una fauna helmintológica dominada por éstos (Barton, 1997; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000). Por otro lado, la ausencia de este grupo de parásitos en dos localidades de nuestro estudio puede deberse a la temporada de muestreo, al número de muestra de los hospederos recolectados o bien a la falta de algún hospedero intermediario necesario para el ciclo vital del parásito, considerando que se trata de especies con un alto grado de especificidad con respecto a los hospederos de los que dependen.

Se registraron tres modos de infección en nuestro estudio: Penetración, ingestión e inoculación; la primera corresponde a los nemátodos *Cosmocerca* sp, *Rhabdias* sp y *Oswaldocruzia subauricularis*, la segunda y más diversa incluye a *Langeronia macrocirra*, *Haematoloechus* sp, *Mesocoelium danforthi* y *Cruzia morleyi*, y la última incluye a la filaria *Ochoterenella digiticauda*, esto indica que la adquisición de parásitos por medio de la ingestión y las autoinfecciones juegan un papel determinante en la riqueza específica que se obtuvo en este estudio y es un patrón distinguible en la fauna helmintológica total registrada para *R. horribilis* en México. Las estrategias de infección de los helmintos parásitos están fuertemente influenciadas por las cadenas tróficas por lo tanto se puede inferir que son antiguas en tiempo evolutivo (Parker *et al.*, 2015). Por otro lado es importante considerar los distintos ciclos de vida, pues parece evidente que las especies de infección directa poseen una ventaja considerable contra aquellas que exhiben ciclos de vida indirecto, pues si un hospedero sufre un declive en su población, entonces el parásito puede sufrir las mismas consecuencias.

De las ocho especies registradas, dos se identificaron a nivel genérico; *Cosmocerca* sp. y *Rhabdias* sp.; en el primer caso, la identificación se dificultó debido a la ausencia de machos en la muestra estudiada, ya que éstos poseen los caracteres morfológicos diagnósticos para identificar la especie a la que pertenecen, ya que las hembras son similares morfológicamente entre especies (Baker, 1980; Yamaguti, 1961); por otro lado, *Rhabdias* sp. carecen de machos durante la generación parasítica y en consecuencia, las descripciones morfológicas se basan en las características de las hembras, sin embargo, se considera que es necesario complementar los datos morfológicos con un análisis molecular con el fin de otorgar una correcta asignación taxonómica a los ejemplares estudiados ya que recientemente se ha observado una alta similitud morfológica entre las especies del género, resultando en identificaciones erróneas (Martínez-Salazar, 2008). Por otro lado, la identificación de *Haematoloechus* cf. *complexus* se dificultó debido a que únicamente se utilizaron caracteres morfológicos, que resultan problemáticos cuando un grupo presenta complejos de especies, como es el caso de este género, por lo tanto es necesario realizar colectas adicionales de este parásito y recolectar tejido para realizar análisis moleculares y así complementar la información morfológica (León-Règagnon *et al.*, 1999; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; León-Règagnon y Brooks, 2003).

XII. Conclusiones

- ✓ El registro helmintológico de *Rhinella horribilis* en las tres localidades del estado de Hidalgo comprende ocho taxones, todos nuevos registros para el estado; tres digéneos: *L. macrocirra*, *M. danforthi* y *Haematoloechus* cf. *complexus* y cinco nemátodos, que son el grupo dominante en términos de riqueza y abundancia; *Cosmocerca* sp., *C. morleyi*, *O. digiticauda*, *O. subauricularis* y *Rhabdias* sp., la localidad con mayor riqueza de especies, fue Huehuetla (7), seguida de San Felipe Orizatlán (4) y Eloxochitlán (3). La mayor parte de las especies presentan individuos adultos, lo que sugiere la finalización de su ciclo vital en este anfibio.
- ✓ Los valores más altos de prevalencia y abundancia se registraron para *Cosmocerca* sp. y *Rhabdias* sp., estableciéndolas como las especies más representativas que parasitaron al hospedero en estudio y los valores más bajos por otro lado los obtuvieron *L. macrocirra* y *C. morleyi*. La ingestión, representa la ruta de infección más importante en este estudio, con un 50% de helmintos ingresando al hospedero por esa vía.
- ✓ Se identificaron a nivel específico seis taxones; y no fue posible identificar dos de helmintos a nivel de especie mediante caracteres morfológicos, *Cosmocerca* sp. y *Rhabdias* sp.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Aho, J. M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. *In* parasite communities: Patterns and processes. Esch, G W.; Bush, A. O. y Aho, J.M. (eds) Chapman and Hall, Londres. p. 157-195.

Acevedo A. A., M. Lampo y R. Cipriani. 2016. The cane or marine toad, *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae): Two Genetically and morphologically distinct species. *Zootaxa*. 4103: 574-586

Alemán-Muñoz F., G. Pulido-Flores, S. Monks y J. Falcón-Ordaz. 2013. Análisis morfométrico de *Glypthemis quieta* (Stafford, 1900) Stafford, 1905 (Digenea: Macroderoididae) en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *In* Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas, Vol II. 41-58.

AmphibiaWeb. 2016. Information on amphibian biology and conservation Disponible en: <http://amphibiaweb.org/>. Última consulta: 7. VI. 2016.

Alcántara-Ayala, O. y I. Luna-Vega. 1997. Florística y análisis biogeográfico del Bosque Mesófilo de Montaña de Tenango de Doria, Hidalgo, México. *Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 68: 57-106.

Anderson R.C. 2000. Nematode Parasites of Vertebrates. Their development and Transmission. 2nd edición. CABI, International Publishing.

Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodriguez-Mahecha y E. Lamarca. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2, Panamericana Formas e Impresiones, Bogotá, Colombia.

Baker, M. R. 1978a. Development and transmission of *Oswaldocruzia pipiens* Walton, 1929 (Nematoda:Trichostrongylidae) in amphibians. Canadian Journal of Zoology. 5:1026-1031.

Baker, M. R. 1978b. Morphology and taxonomy of *Rhabdias* spp. (Nematoda: Rhabdiasidae) from reptiles and amphibians of southern Ontario. Canadian Journal of Zoology 56: 2127-2141.

Baker M. R. 1980. A revision of the genus *Oxysomatium* Railliet & Henry, 1916 (Nematoda: Cosmocercidae). Bulletin du Muséum National d'histoire naturelle, Paris. 3:707-718.

Barton D. P. 1997. Introduced animals and their parasites: The cane toad, *Bufo marinus*, in Australia. Australian Journal of Ecology. 22:316-324.

Bautista-Hernández, C. E., S. Monks, G. Pulido-Flores y A. E. Rodríguez-Ibarra. 2015. Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología y su aplicación en estudios de caso. *In* Estudios en Biodiversidad, Vol 1. Lincoln NE. Zea Books 11-19.

Bechara-Escudero, M. y S. Asprilla-Murillo. 2007. Trematodos digéneos de *Chaunus marinus* (ANURA:BUFONIDAE) en el municipio de Quibdó, Chocó. Revista institucional Universidad Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo 26:13-17.

Ben-Slimane, B. y M.C. Durette-Desset. 1995. *Oswaldocruzia* (Nematoda, Trichostrongylina: Molineoidea) parasites d'Amphibiens du Brésil et de l'Equateur, avec redéfinition de l'épéce-type *O. subauricularis* (Rudolphi, 1819) et d'*O. mazzai* Travassos, 1935. Revue suisse de Zoologie, 102:635-653.

Ben-Slimane, B., A.G. Chabaud y M.C. Durette-Desset. 1996. Les Nématodes Trichostrongylina parasites d'Amphibiens et de Reptiles: Problèmes taxonomiques, phylétiques et biogéographiques. Systematic Parasitology. 35:179-206.

Berland, B. 1961. Use of glacial acetic acid for killing parasitic nematodes for collection purposes. *Nature*. 191:1320-1321.

Bolek M. G. y J. J. Janovy. 2007. Small frogs get their worms first: The role of nonodonate arthropods in the recruitment of *Hematoloechus coloradensis* and *Haematoloechus complexus* in newly metamorphosed northern Leopard Frogs, *Rana pipiens*, and Woodhouse's Toads, *Bufo woodhousii*. *Journal of Parasitology*. 93:300-312.

Bush A. O., K. D. Lafferty, J.M. Lotz y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology in its own terms: Margolis et al., revisited. *Journal of Parasitology*. 83:575-583.

Bray R. A., D. I. Gibson y A. Jones. 2008. Keys to the Trematoda: Volume 3. CAB International y Natural History Museum. 824 p.

Brenes, R.R., G. Arroyo-Sancho y E. Delgado-Flores. 1959. Helminths of the Republic of Costa Rica XI, Sobre la validez del genero *Langeronia* Caballero y Bravo, 1949 (Trematoda:Lecithodendriidae) y hallazgo de *Ocheostoma miladelarocai* Caballero y Vogelsang, 1947. *Revista de Biología Tropical*. 7: 81-87.

Bravo-Hollis, M. y R. Brenes-Madrigal. 1959. Helminths of the Republic of Costa Rica X. Nematoda 4. Sobre la posición taxonómica de los generos *Ozolaimus* Dujardin, 1845 y *Macracis* Geddoelst, 1916. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 30: 209-225.

Brusca, R.C., y G. J. Brusca. 2003. Invertebrates. Sinauer Associates, Inc. Sunderland Massachusetts, 966 p.

Burse, C., y D. Brooks 2010. Nematode parasites of 41 anuran species from the Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Comparative Parasitology*. 77: 221-231.

Burse, C. R., S. R. Goldberg, G. Salgado-Maldonado, y F. R. Méndez- De la Cruz. 1998. *Raillietnema brachyspiculatum* sp. n. (Nematoda: Cosmocercidae)

from *Lepidophyma tuxtlae* (Sauria: Xantusidae) from Mexico. Journal of the Helminthological Society of Washington. 65:164-168.

Burse, C. R., S. R. Goldberg, y L. L. Grismer. 2015. New species of *Cosmocercoides* (Nematoda: Cosmocercidae) and other helminths in *Gonocephalus liogaster* (Squamata: Agamidae) from Peninsular Malaysia. Acta Parasitologica. 60:631-637.

Bush A. O., J. C. Fernández, G. W. Esch y J. R. Seed. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al., revisited. Journal of Parasitology. 83:575-583.

Calhoun, D. M. y N. O. Dronen. 2012. A reevaluation of specimens of *Mesocoelium monas* (Platyhelminthes: Digenea: Mesocoeliidae) from the Natural History Museum, UK and the United States National Parasite Collection, USA. ZOOTAXA 3589: 1-29.

Caballero-Deloya J. 1974. Estudio helmintológico de los animales silvestres de la estación de biología tropical "Los Tuxtla", Veracruz. Nematoda I. In Algunos nemátodos parásitos de *Bufo horribilis* Wiegmann, 1833. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 45: 45-50.

Caballero y Caballero, C.E., B. L. Flores y R. G. Grocott. 1956. Helminths de la República de Panamá. Redescrpciones de algunos trematodos ya conocidos pero nuevos en la fauna helmintológica de este país. Revista Biológica Tropical. 4:161-177.

Caballero y Caballero, C.E. y M. Bravo-Hollis. (1949) Description d'un nouveau genre de Pleurogeninae (Trematoda: Lecithodendriidae) de grenouilles du Mexique: *Langeronia macrocirra* n.,g., n.,sp. Annales de Parasitologie Humaine et Comparee. 24:193–199.

Caballero y Caballero, C.E. 1933. Nemátodos parásitos de los batracios de México II. *Oxisomatium mexicanum* nov. Espec. Anales del instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 4: 187-190

Caballero y 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.

Caballero y Caballero, C. E. 1935. Nematodes of the reptiles of Mexico II. Anals of Tropical Medicine and Parasitology. 32:225-229.

Caballero y Caballero, E. 1944. Estudios helmintológicos de la región oncocercosa de México y de la república de Guatemala. Nematoda: Primera parte. Filarioidea I. Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. 15: 87-108.

Caballero y Caballero, C. E., B. L. Flores-Barroeta y R. G. Grocott. 1956. Helmintos de la República de Panamá. Redescrpciones de algunos tremátodos ya conocidos pero nuevos en la fauna helmintológica de este país. Revista Biológica Tropical. 4:161-177.

Canseco Márquez, L. y M. G. Gutiérrez Mayen. 2009. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuautitlán. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. CONABIO. Puebla. 118 p.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. México. 203 p.

Chabaud, A.G. 1978. Keys to genera of the superfamilies Cosmocercoidea, Seuratoidea, Heterakoidea and Subuluroidea. *In* CIH keys to the nematode parasites of vertebrates. No 6, Commonwealth Agricultural Bureaux. Londres.

Challenger, A., y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. *In* Capital natural de México. Vol I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, p. 87-108.

Cristian, F.A. 1970. *Langeronia parva* sp. n. (Trematoda: Lecithodendriidae) with revision of the genus *Langeronia* Caballero and Bravo-Hollis, 1949. The Journal of Parasitology. 2:321-324.

Dixon, J. R. y Lemos Espinal, J. A. 2010. Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México. CONABIO. México. 428 p.

Dronen, N. O., D. M. Calhoun y S. R. Simcik. 2012. *Mesocoelium* Odhner, 1901 (Digenea: Mesocoeliidae) revisited; a revision of the family and re-evaluation of species composition in the genus. ZOOTAXA. 3387: 1-96.

Escalante, T., E. A. Martínez-Salazar, J. Falcón-Ordaz, M. Linaje y R. Guerrero. 2011. Analisis panbiogeográfico de *Vexillata* (Nematoda: Ornithostrongylidae) y sus huéspedes (Mammalia: Rodentia). Acta Zoológica Mexicana. 27: 25-46.

Espinosa Organista, D., J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente. 2000. Regionalización Biogeográfica de México: Provincias Bióticas. Cap. 2, pp. 6194. *In* Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento Vol. II. F

Espinoza Jiménez A. F. 2006. Registro Helminológico de *Bufo marinus* en dos localidades de Oaxaca, México (Tesis de Licenciatura). México. Universidad Nacional Autónoma de México. p 1-12.

Espinoza-Jiménez, A., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y V. León-Règagnon. 2007. Checklist of Helminth Parasites of the Cane Toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) From Mexico. Journal of Parasitology. 93 (4), 937-944.

Esslinger, J. H. 1986a. Redescription of *Foleyellides striatus* (Ochoterena and Caballero, 1932) (Nematoda: Filarioidea) from a Mexican Frog, *Rana montezumae*, with Reinstatement of the Genus *Foleyellides* Caballero, 1935. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 53: 218-223.

Esslinger, J. H. 1986b. Redescription of *Ochoterenella digiticauda* Caballero, 1944 (Nematoda: Filarioidea) from the toad, *Bufo marinus*, with a Redefinition of the

genus *Ochoterenella* Caballero, 1944. Proceedings of the Helminthological Society of Washington. 53: 210-217.

Esslinger, J.H. 1987. *Ochoterenella caballeroi* sp. n. and *O. nanolarvata* sp. n. (Nematoda: Filaroidea) from the Toad *Bufo marinus*. Proceedings of the Helminthological Society of Washington. 54:126-132.

Esslinger, J.H. 1988a. *Ochoterenella chiapensis* n. sp. (Nematoda: Filaroidea) from the Toad *Bufo marinus* in Mexico and Guatemala. Transactions of the American Microscopical Society. 107: 203-208.

Esslinger, J.H. 1988b. *Ochoterenella figueroai* sp. n. and *O. lamothei* sp. n. (Nematoda: Filaroidea) from the toad *Bufo marinus*. Proceedings of the Helminthological Society of Washington. 55:146-154.

Falcón-Ordaz J., R. Acosta, J. A. Fernández y G. Lira-Guerrero. 2012. Helminthos parásitos de cinco especies de roedores en localidades de la Cuenca Oriental, en el centro de México. Acta Zoológica Mexicana. 28: 287-304.

Falcón-Ordaz, J., S. Monks, G. Pulido-Flores y R. Rodríguez-Amador. 2014. A new species of *Aplectana* (Nematoda:Cosmocercidae) in *Ambystoma velasci* (Amphibia: Ambystomatidae) from Mexico. Comparative Parasitology. 81:220-224.

Falcón-Ordaz, J., C. Windfield-Pérez, B. Mendoza-Garfias, G. Parra-Olea y G. Pérez-Ponce de León. 2007. *Cosmocerca acanthurum* n. sp. (Nematoda: Cosmocercidae) in *Pseudoeurycea leprosa* and *Chiropterotriton orculus* from the Transmexican Volcanic Belt, Central Mexico, with a checklist of the helminth parasites of plethodontid salamanders. Zootaxa. 1434:27-49.

Frost, D. R. 2016. Amphibian Species of the World. Disponible en: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Última consulta: 28.VI.2016.

García-Prieto, L., B. Mendoza-Garfias y G. Pérez-Ponce de León. 2014a. Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 164-170.

García-Prieto, L., D. Osorio-Sarabia y M. R. Lamothe-Argumedo. 2014b. Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 171-176.

García-Prieto, L., M. García Varela y B. Mendoza-Garfias. 2014c. Biodiversidad de Acanthocephala en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 177-182.

Gobierno del Estado de Hidalgo, Secretaría de Planeación, Desarrollo Regional y Metropolitano. 2011a. Enciclopedia de los municipios del estado de Hidalgo: Eloxochitlán. Disponible en: <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx>. Última consulta: 20.VI.2016.

Gobierno del Estado de Hidalgo, Secretaría de Planeación, Desarrollo Regional y Metropolitano. 2011b. Enciclopedia de los municipios del estado de Hidalgo: Huehuetla. Disponible en: <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx>. Última consulta: 20.VI.2016.

Gobierno del Estado de Hidalgo, Secretaría de Planeación, Desarrollo Regional y Metropolitano. 2011c. Enciclopedia de los municipios del estado de Hidalgo: San Felipe Orizatlán. Disponible en: <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx>. Última consulta: 20.VI.2016.

Goodman, J.D. 1989. *Langeronia brenesi*, new species (Trematoda: Lecithodendridae) in the mountain yellow-legged frog *Rana muscosa* from Southern California (USA). *Transactions of the American Microscopical Society*. 108:387-393

Guerrero, R. 2013. Two new species of *Oswaldocruzia* (Nematoda: Trichostrongylina: Molineoidea) parasites of the cane toad *Rhinella marina* (Amphibia: Anura) from Peru. *Acta parasitologica*. 58.30-36.

Guillén-Hernández, S., Salgado-Maldonado, G. y R. Lamothe-Argumedo. 2000. Digenean (Plathelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 35:10–13.

Hasewaga, H. 1989. *Cosmocercella iwatsukii* sp. n. (Nematoda: Cosmocercidae) from *Rhacophorus viridis* (Anura: Racophoridae) on Okinawa Island, Japan. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*. 56:20-23.

Hickman Jr. C. P., L. S. Roberts. y A. Larson. 2001. *Principles of Integrated Zoology*. 11ª Edición. Mc Graw Hill. New York. 918p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1992. *Síntesis geográfica del estado de Hidalgo*. INEGI. Hidalgo, México. 136 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009a. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Eloxochitlán*. Disponible en: <http://eloxochitlan.hidalgo.gob.mx>. Última consulta: 10.VII.2016.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009b. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Huehuetla*. Disponible en: <http://huehuetla.hidalgo.gob.mx>. Última consulta: 10.VII.2016.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009c. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, San Felipe Orizatlán*. Disponible en: <http://orizatlan.hidalgo.gob.mx>. Última consulta: 10.VII.2016.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. *Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo*. INEGI, México. 611 p.

Iruegas-Buentello, F.J. y N. Salinas-López. 1989. Trematodos de anfibios de Nuevo León, México. *Langeronia jimenezi*, Nueva especie (Trematoda: Lecithodendriidae) en *Rana pipiens*. *The Southwestern Naturalist*. 34:369-373.

Justine, J. L., M. Briand y R. A. Bray. 2012. A quick and simple method, usable in the field, for collecting parasites in suitable condition for both morphological and molecular studies. *Parasitology Research*, Springer Verlag, Germany. 111: 341-351.

Khalil, M. 1927. *Cruzia mexicana* n. sp., parasite d'un lézard mexicain. *Anales de Parasitologie*. 5:41-45.

Kusmin, Y., V. V. Tkach y S. D. Snyder. 2003. The nematode Genus *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae) from Amphibians and reptiles of the Nearctic. *Comparative Parasitology*. 70:101-114.

Lemos Espinal, J. A. y H. M. Smith. 2009. Anfíbios y reptiles del estado de Chihuahua, México. CONABIO. 611p.

León-Règagnon V. y D.R. Brooks. 2003. Molecular phylogeny of *Haematoloechus* LOOSS, 1899 (Digenea: Plagiorchiidae), with emphasis on North American species. *Journal of Parasitology*. 89:1206-1211

León-Règagnon, V., D.R. Brooks, y G. Pérez-Ponce de León. 1999. Differentiation of Mexican species of *Haematoloechus* Looss, 1899 (Digenea: Plagiorchiformes): Molecular and morphological evidence. *Journal of Parasitology*. 85: 935-946

León-Règagnon, V., E. A. Martínez-Salazar, D. Lazcano-Villarreal y R. Rosas-Valdez. 2005. Helminth parasites of four species of anurans from Nuevo Leon Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50: 251-258.

León-Règagnon V., y E. L. Paredes-Calderón. 2002. *Haematoloechus danbrooksi* n. sp. (Digenea: Plagiorchoidea) from *Rana vaillanti* from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Journal of Parasitology*. 88:1215-1221.

López-García, A. S. 2016. Revisión taxonómica de las especies del género *Mesocoelium* Odhner, 1910 (Digenea: Mesocoeliidae) Depositadas en la colección nacional de helmintos, instituto de biología, UNAM. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.

López, L. O., G. A. Woolrich-Piña y J. A. Lemos-Espinal. 2009. La familia Bufonidae en México. CONABIO, México. 139 p.

Lemos-Espinal, J. A., H. S. Smith, J. R. Dixon y A. Cruz. 2015 Anfibios y reptiles de Sonora, Chihuahua y Coahuila, México. Vol I. CONABIO, México. 714 p.

Martínez-Meyer, E., J. E. Sosa-Escalante, y F. Álvarez. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección?. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 1-9.

Martínez-Salazar E. A. 2008. Sistemática y biogeografía del genero *Rhabdias* Stiles y Hassal, 1905 (Nematoda: Rhabdiasidae) en México. (Tesis de postgrado). Universidad Nacional Autónoma de México.

Martínez-Salazar E.A. y V. León-Règagnon. 2007. New species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae) from *Bufo occidentalis* (Anura: Bufonidae) from Sierra Madre del Sur, Mexico. Journal of Parasitology. 93:1171-1177.

Martínez-Salazar E.A. y V. León-Règagnon. 2010. Molecular evidence that *Langeronia macrocirra* and *Langeronia* cf. *parva* (Trematoda: Pleurogenidae) parasites of anurans from Mexico are conspecific. Mitochondrial DNA. 21:3-11.

Mata-López, R., S. Guillen-Hernández y V. León- Règagnon. 2008. A new species of *Cosmocercella* parasite of *Diaglena spatulata* and *Tripion petasatus* (Anura: Hylidae) from Mexico, based on new morphological information for the genus. ZOOTAXA. 1940:16-24.

Merino, S. 2002. Evolución de la interacción Parasito-hospedador. In Soler, M. 2002. Evolución: La base de la biología.

Mejenes-López, S. A., M. Hernández-Bautista, J. Barragán-Torres y J. Pacheco-Rodríguez. 2010. Los mamíferos en el estado de Hidalgo México. THERYA. 1: 161-188.

Monks, S., G. Pulido-Flores, C. E. Bautista-Hernández, B. Alemán-García y J. Falcón-Ordaz. 2013. El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la

evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztlán, Hidalgo, México. Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas. Vol II. 25-34.

Olsen, O. W. 1986. Animal Parasites. Their Life Cycles and Ecology. Dover Publications. 562 p.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 460-466.

Paredes-León, R., L. García-Prieto, C. Guzmán-Cornejo, V. León-Règagnon, y T. M. Pérez. 2008. Metazoan Parasites of Mexican amphibians and reptiles. Zootaxa. 1904: 166 pp.

Parker, G. A., M. A. Ball y J.C. Chubb. 2015. Evolution of complex life cycles in trophically transmitted helminths. Host incorporation and trophic ascent. Journal of Evolutionary Biology. 28:267-291.

Pérez-Ponce de León, G., L. Garcia-Prieto, y U. Razo-Mendivil. 2002. Species richness of helminth parasites in Mexican amphibians and reptiles. Biodiversity research 8: 211-218.

Pérez-Ponce de León, G. y L. García Prieto. 2001a. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. Biodiversitas. 37: 7-11.

Pérez-Ponce de León, G. y L. García Prieto. 2001b. Los parásitos en el contexto de la biodiversidad y la conservación. Biodiversitas 34:11-15.

Pérez-Ponce de León, G., V. León-Règagnon, L. García-Prieto, U. Razo-Mendivil y A. Sánchez-Álvarez. 2000. Digenean fauna of amphibians from Central Mexico: Nearctic and Neotropical Influences. Comparative Parasitology. 67: 92-106.

Pérez-Romero, G. 2006. Helmintos Parásitos de *Rana spectabilis* Hillis y Frost, 1985, en una localidad de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México (Tesis de Licenciatura). México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 1-15.

Petit, G., y P. Yen. 1979. *Waltonella malayensis* n.sp., une nouvelle Filaire de Batracien, en Malaisie. Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. 1: 213-218.

Pulido-Flores, G. W. S. Monks y G. Pérez-Romero. 2009. Helminthos parásitos de *Lithobates spectabilis* Hillis y Frost, 1985, De la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Estudios Científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas. Vol I. 23-33.

Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, F. Mendoza-Quijano, R. Cruz-Elizalde, B. P. Stephenson, V. Vite-Silva y A. Leyte-Manrique. 2010. Lista anotada de anfibios y reptiles de Hidalgo, México. CONABIO. México. 104 p.

Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizalde, C. Berriozabal-Isas, D. Lara-Tufiño, I. Goyenechea Mayer-Goyenechea, y J. M. Castillo-Cerón. 2014. Los anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación. Sociedad Herpetológica Mexicana. México. 387 p.

Rico-Hernández, G. 2011. Evolución de interacciones parásito-hospedero: Coevolución, selección sexual, y otras teorías propuestas. Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica. 14: 119-130.

Rodríguez-Amador, R., S. Monks y G. Pulido-Flores. 2013. Primer reporte helmintológico de *Ambystoma velasci* Dugés, 1888 de Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas. Vol II. 113-120

Rodríguez-Diego, J.G., J.L. Olivares, J. Arece y E. Roque. 2009. Evolución de los parásitos: Consideraciones generales. Revista de Salud Animal. 31: 13-17.

Romero-Mayén Á. R. 2011. Fauna helmintológica de la rana *Lithobates psinolata* (Webb, 2001) en dos localidades del Occidente de México (Tesis de Postgrado). México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ruiz-Torres, N. G. 2013. Fauna helmintológica asociada a *Rhinella marina* en la Laguna de Coyuca, Guerrero, México. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.

Ruiz-Torres, N., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia D., y J. Violante-González. 2013. A new species of nematode (Molineidae) from *Rhinella marina* (Amphibia: Bufonidae) in Guerrero, México. *Journal of Parasitology*. 99: 509-512.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación en México. CONABIO. México, 504 p.

Sacks, M. 1952. *Langeronia provitellaria* (Lecothodendriidae) a new species of trematode from *Rana pipiens sphenoccephala*. *Transactions of the American Microscopical Society*. 3: 267-269

Sarasquete, C., B. Borrega, R. Robles, R. Nuñez, L. Bermudez, J. B. Ortiz-Delgado, M.M. Barrios y J.M. García de Lomas. 2013. Parásitos como bioindicadores de calidad y salud en cultivos semiintensivos en esteros. Diagnóstico y pronóstico de histopatologías branquiales en dorada, *Sparus aurata*, y lubina, *Dicentrarchus labrax*. XIV Congreso Nacional de Acuicultura. 320-323.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2011. Biodiversidad, Conocer para conservar. Serie ¿Y el medio ambiente?. México. Gobierno Federal. 158 p.

Sepulveda, M. S. y J. M. Kinsella, 2013. Helminth collection and identification from wildlife. *Journal of Visualized Experiments*. 82: 1-5.

Skrjabin K.I., N. P. Shiklobalova y A. Mozgovi. 1982. Key to the parasitic nematodes. Vol. 2. Oxyurata y Ascaridata. Amerind Publishing CO. Put. Ltd, New Dehli. 703 pp.

Schmidt G. D., y L. S. Roberts. 2000. *Foundations of Parasitology*. Sexta edición. Mc Graw Hill. EUA. 670p.

Snyder S. D. y J. Janovy. 1994. Second intermediate Host-Specificity of *Haematoloechus complexus* and *Haematoloechus medioplexus* (Digenea: Haematoloechidae). *Journal of Parasitology*. 80:1052-1055.

Thomas, J.D. 1965. The anatomy, life history and size allometry of *Mesocoelium monodi* Dollfus, 1929. *Journal of Zoology*. 146: 413-446.

Thompson, P. 2012. *Wildlife pathology, short course*. Australian Registry of Wildlife Health, Toronga Conservation Society. Australia. 49 pp.

Villavicencio-Nieto y B.E. Pérez-Escaldón. 2010 Vegetación e inventario de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepéhua de Hidalgo. *Ciencia Universitaria UAEH*. 1: 23-33

Vitt L.J y J. P. Caldwell. 2014. *Herpetology, an introduction to amphibians and reptile biology*. 4a Edición. Elsevier Inc. 745 p.

Weaver H. J., S. Monks y S. Gardner. 2016. Phylogeny and biogeography of species of *Syphacia* Seurat, 1916 (Nemata: Oxyurida: Oxyuridae) from the Australian Bioregion. *Australian Journal of Zoology*.

Yamaguti, S. 1961. *Systema Helminthum*. Vol III. The nematodes of Vertebrates. Part I & II. Interscience Publishers, Inc. New York. 669 p.

Zamparo, D., A. Ferrao, D. R. Brooks, J. Bettaso y R. Mata-López. 2011. New species of *Haematoloechus* (Digenea: Plaguiorchidae) in the lung of the foothill yellow-legged frog *Rana boylei* (Anura), from Humboldt County, California, USA. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 445-451.