



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Comunidades de helmintos de *Rhinella marina* (Anura:  
Bufonidae) de la Presa Cerro de Oro y de Cerro  
Tepezcuintle, Oaxaca, México.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Biólogo**

**PRESENTA:**

**Víctor Hansel Mercado Carpio**



**DIRECTORA DE TESIS:  
Dra. Rosario Mata López**

**Ciudad Universitaria, CDMX, 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**1. Datos del alumno**

Mercado  
Carpio  
V́ctor Hansel  
5557568313  
Universidad Nacional Aut3noma de M3xico  
Facultad de Ciencias  
Bioloǵa  
096041684

**2. Datos del tutor**

Dra.  
Rosario  
Mata  
L3pez

**3. Sinodal 1**

Dr.  
Adrián  
Nieto  
Montes de Oca

**4. Sinodal 2**

Dr.  
Juan  
Violante  
González

**5. Sinodal 3**

Dra.  
Rosario  
Mata  
L3pez

**6. Sinodal 4**

M. en C.  
Luis  
García  
Prieto

**7. Sinodal 5**

M en C.  
Isabel Cristina  
Cañeda  
Guzmán

**8. Datos del trabajo escrito**

Mercado-Carpio, V. 2017. Comunidades de helmintos de *Rhinella marina* (Anura: Bufonidae) de la Presa Cerro de Oro y de Cerro Tepezcuintle, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 103 pp.

## *Dedicatoria*

*A mis padres, Víctor y Victoria, por siempre creer en mí, por su apoyo en los momentos difíciles, por ser quienes me enseñaron el valor de luchar día a día por conseguir mis sueños y por ser el ejemplo para la construcción de mi vida profesional, sentando en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación.*

*A mis hermanas Rosalía, Azminda y Grettel, por sus consejos y por estar siempre conmigo, siendo un apoyo constante en el trayecto de mi vida.*

*A Anayeli, por apoyarme en cada decisión tomada, por tener la paciencia y entrega para conmigo, te agradezco, porque gracias a ti hoy puedo con alegría cumplir esta meta.*

*A mis hijos, Fabián y Regina, por haber venido a alegrar mi vida, porque son un pedacito de mi ser y entendieron que el resultado de haber sacrificado momentos familiares fue para ofrecerles un ejemplo a seguir. Si pudiera darles una sola cosa en la vida, les daría la habilidad de verse a ustedes mismos a través de mis ojos que tanto los aman.*

*Y a todos aquellos que han sido parte fundamental en mi vida y que no menciono en estas líneas.*

## **Agradecimientos**

Principalmente a mi tutora, Dra. Rosario Mata López, porque pude contar con su invaluable apoyo en el desarrollo de este trabajo y porque esto no hubiera sido posible sin todos sus consejos y la ayuda que me brindó. Por haberme transmitido los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional y por haberme permitido ser su estudiante.

Al M. en C. Luis García Prieto por el tiempo dedicado para aclarar mis dudas en la elaboración de mi tesis y la corrección de la misma.

A la M. en C. Isabel Cristina Cañeda Guzmán por sus sugerencias, que fueron un fuerte pilar en la construcción de esta tesis.

Al Dr. Juan Violante González, por sus comentarios que enriquecieron enormemente mi trabajo y por acceder a ser parte de mi jurado.

Al Dr. Adrián Nieto Montes de Oca, por haberme brindado sus comentarios para enriquecer mi tesis.

A la M. en C. Berenit Mendoza Garfias por su ayuda en la toma de las fotografías de Microscopía Electrónica de Barrido.

A la M. en C. Sara Angélica Ramírez Cañas por su ayuda en el análisis de los datos ecológicos, por ser mi maestra y por ser una gran amiga con la cual pasé momentos divertidos tanto en el “cubis” como en campo. Gracias por siempre escucharme.

Al proyecto de investigación PAPIIT-UNAM (IN220113) a cargo de la Dra. Rosario Mata López, puesto que me brindó el apoyo económico necesario para la colecta de los hospederos estudiados.

A mis amigos del cubículo, Uriel, Sarita, Sam y Karla que me ayudaron explicando y compartiendo muchas cosas, así como a la disección y obtención de los helmintos. Muchas gracias Uri por haberme ayudado en la colecta, aunque lloviera e hiciera frío.

Pero sobre todo a la UNAM por haberme dado la oportunidad de ser parte de una de las mejores universidades del mundo y brindarme todo su apoyo para que yo pudiera concluir mis estudios en tan prestigioso lugar.

**GRACIAS**

Comunidades de helmintos de *Rhinella marina* (Anura: Bufonidae) de la Presa Cerro de Oro y de Cerro Tepezcuintle, Oaxaca, México.

## ÍNDICE GENERAL

RESÚMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES.....	8
3. OBJETIVOS.....	11
3.1. GENERAL.....	11
3.2. PARTICULARES.....	11
4. BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO.....	11
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	16
5.1 PRESA CERRO DE ORO.....	16
5.2 CERRO TEPEZCUINTLE.....	18
6. MATERIALES Y MÉTODO.....	20
6.1 RECOLECTA Y REVISIÓN DE HOSPEDEROS.....	20
6.2 PROCESAMIENTO DEL MATERIAL HELMINTOLÓGICO.....	21
6.3 ANÁLISIS ECOLÓGICO.....	23
6.3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA INFECCIÓN.....	23
6.3.2 COMUNIDADES.....	24
7. RESULTADOS.....	25
7.1. GENERALIDADES.....	25
7.2. REGISTRO HELMINTOLÓGICO.....	27
7.3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....	31
7.4. ECOLOGÍA DE LAS HELMINTIASIS .....	74
7.4.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS INFECCIONES .....	74



7.4.2. ANÁLISIS DE LA INFRACOMUNIDAD .....	76
7.4.3. ANÁLISIS DEL COMPONENTE DE COMUNIDAD .....	87
8. DISCUSIÓN.....	80
9. CONCLUSIONES.....	90
10. BIBLIOGRAFÍA.....	91

## RESÚMEN

Con el objetivo de realizar un estudio de ecología de parásitos, se recolectaron un total de 74 sapos de la especie *Rhinella marina* en dos localidades de Oaxaca, México: Presa Cerro de Oro, (n= 40) y Cerro Tepezcuintle (n= 34). En general, un total de 10 taxa de helmintos fueron recuperados: tres trematodos (*Choledocystus hepatica*, *Gorgoderina megalorchis*, *Langeronia macrocirra*), un cestodo (*Nematotaeniidae* gen. sp.) y seis nematodos, 4 adultos (*Rhabdias pseudosphaerocephala*, *Aplectana itzocanensis*, *Oswaldocruzia* sp.), y 2 en estadio larvario (*Contracecum* sp. y *Physaloptera* sp.), totalizando 7034 helmintos colectados. Ocho de las 10 especies de helmintos se encontraron en los sapos de las 2 localidades, con excepción de *Folleyelides* sp., presente únicamente en Presa Cerro de Oro y *Physaloptera* sp. en Cerro Tepezcuintle. Se describió la estructura de la comunidad de helmintos en dos niveles: Infracomunidad y Componente de comunidad, teniendo como resultado que la diversidad en Presa Cerro de Oro fue ligeramente mayor y la especie dominante fue *R. pseudosphaerocephala*, mientras que en Cerro Tepezcuintle dominó *A. itzocanensis*. La riqueza promedio fue muy baja en ambos sitios: en Presa Cerro de Oro fue de 2.43, (teniendo sólo 1 hospedero negativo a infección), y para Cerro Tepezcuintle, donde todos los hospederos se encontraron parasitados por al menos una especie, fue de 2.29, con un rango de 1 – 102 individuos y de 3 – 672 respectivamente. Los nematodos son los helmintos que tienen una mayor presencia en ambas comunidades. La estructura se rige principalmente por los hábitos alimenticios, ya que el 60% de las especies que la componen infectan por esta vía al hospedero, seguido de la penetración como medio de infección. En estas localidades, *Rhinella marina* invierte tiempo tanto en el medio terrestre como en el acuático para realizar sus actividades. Los resultados del presente estudio, confirman el patrón general para las comunidades de helmintos de anfibios propuesto por Aho (1990), en el cual estas comunidades son depauperadas, altamente variables en composición, no interactivas y dominadas por una especie de helminto.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según el Convenio sobre Diversidad Biológica aprobado en Río de Janeiro en 1992 se entiende por "diversidad biológica" a la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (ONU, 1992).

En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, se pueden reconocer tres atributos, los cuales son composición, estructura y función.

La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.) (CONABIO, 2008).

México (extendiéndose entre los paralelos 14°32'27" y 32°43'06"), es considerado un país "megadiverso" (Cuadro 1), es decir, forma parte de un conjunto de países cuya riqueza reunida representa entre el 65 y el 70% de la biodiversidad global (Llorente-Ocegeda, 2008). Dada la enorme extensión de México, 1.9 millones de km<sup>2</sup> de superficie continental, 5 127 km<sup>2</sup> de superficie insular y 3.1 millones de km<sup>2</sup> de Zona Económica Exclusiva (faja marina situada fuera del mar territorial y adyacente a este) (INEGI, 1991 y 2015), posee una variada topografía e importantes diferencias climáticas, lo que propicia una flora y fauna multivariada (Llorente y Ocegeda, 2008).

La mayoría de las especies de metazoarios son de vida libre, sin embargo cada vez son más las especies parásitas que se describen, particularmente aquellas que tienen como huéspedes a vertebrados e invertebrados, tanto acuáticos como terrestres. El parasitismo tiene representantes en diversos grupos, entre los que se encuentran algunos nematodos, los acantocéfalos, monogéneos, cestodos y trematodos (Guzmán-Cornejo *et al.*, 2012). Lo

anterior los establece como un componente importante de la biodiversidad, que agrupa a representantes de todos los fila y que está conformado por su estilo de vida es el de los parásitos. El parasitismo representa una de las formas de vida más exitosas sobre el planeta, pues más de cincuenta por ciento de las especies conocidas son parásitos (Brooks y Hoberg, 2006). Los parásitos juegan un doble papel en la naturaleza; por un lado, funcionan como agentes reguladores de las poblaciones de hospederos, contribuyendo al mantenimiento de la diversidad genética y la estructura de las comunidades de vertebrados e invertebrados y, por otro lado, representan una amenaza para la salud humana, la agricultura, los sistemas naturales, las prácticas de conservación y la economía global (Horowitz y Wilcox, 2005; Brooks y Hoberg, 2006).

Cuadro 1. Países megadiversos. Modificado de Estado del conocimiento de la biota (2008).

Posición de México con respecto a otros países megadiversos							
Continente	País	Superficie	Plantas vasculares	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
América	<b>México</b>	<b>1,972,544</b>	<b>23,424</b>	<b>535</b>	<b>1107</b>	<b>804</b>	<b>361</b>
	Perú	1,285,210	17,144	441	1,781	298	420
	Brasil	8,511,965	56,215	578	1,712	630	779
	Colombia	1,141,748	48,000	456	1,815	520	634
	Ecuador	283,561	21,000	271	1,559	374	462
	Venezuela	912,050	21,073	353	1,392	293	315
África	Congo	2,344,000	6,000	166	597	268	216
	Madagascar	587,045	9,505	165	262	300	234
Asia	Indonesia	1,916,600	29,375	502	1,604	511	300
	China	9,561,000	32,200	502	1,221	387	334
Oceanía	Australia	7,686,810	15,638	376	851	880	224

El número de especies de parásitos (Riqueza) en un hospedero depende de diversos factores interrelacionados, algunos atribuibles al hospedero, otros al ambiente en el que éste vive y varios más inherentes a la biología del parásito mismo, por lo que la fauna parasitaria puede aportar una nueva dimensión al entendimiento de las interacciones ecológicas, al de los patrones de distribución de los hospederos y al de la compleja historia de muchas regiones y biotas (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2010)

La fauna parasitaria es un componente importante de la historia natural de los organismos hospederos que puede ser usado como una herramienta poderosa y predictora

para apoyar los estudios sobre biodiversidad e iniciativas de conservación (Hoberg, 1996, 1997; Brooks *et al.*, 2001). Todo el conocimiento generado por la investigación referente a la biodiversidad parasitaria es muy útil para saber las acciones que se pueden llevar a cabo en el caso de infecciones causadas por especies invasoras hacia las nativas, en estrategias de conservación o para saber si hay cambios bruscos en la población de hospederos como pueden ser contaminación o desastres naturales y saber de qué manera actuar.

Otro componente de la biodiversidad que es importante por la riqueza que presenta en el mundo es el de los anfibios. Particularmente, México tiene una diversidad total de 376 especies lo que lo posiciona como el quinto país en riqueza de anfibios. Cuenta con un total de 16 familias con representantes en los 3 órdenes (Anura, Gymnophiona y Caudata) (Parra-Olea *et al.*, 2014). Este grupo, al igual que los otros grupos de vertebrados, y la mayoría de los animales, son sujeto de una variedad de parásitos y enfermedades (Hoff *et al.*, 1984). Sin embargo, los helmintos son el grupo de invertebrados parásitos más comunes en los anfibios (González, 2012), constituyendo un grupo polifilético, sin valor en la jerarquía taxonómica (Guzmán-Cornejo *et al.*, 2012).

Del total de especies de anfibios y reptiles reportados para México (1240 de acuerdo con Flores-Villela y García-Velázquez, 2014), sólo 68 especies de anfibios (8%) y 219 (25.3%) de reptiles han sido estudiados desde el punto de vista helmintológico, lo que sugiere que el conocimiento acerca de los parásitos de estos grupos está aún lejos de considerarse completo (Paredes-León *et al.*, 2008).

## 2. ANTECEDENTES

De acuerdo con Paredes-León *et al.* (2008) se han reportado un total de 430 taxa de parásitos asociados a 68 anfibios y 219 especies de reptiles en México. De éstos, los que mayormente se encuentran en este grupo de hospederos son los nematodos (173 especies, 40.1%) y los trematodos (137, 31.8%), abarcando cerca del 71.9% de la fauna parasitaria; en menos proporción se encuentran los cestodos (29, 6.74%), los acantocéfalos (14, 3.25%), los monogeneos (10, 2.3%) y los hirudíneos (8,1.9%). Las diferencias entre la riqueza de estos grupos de parásitos asociados a un determinado grupo de hospederos está determinada tanto por el hábitat como por los hábitos que presentan los hospederos y los mismos grupos de parásitos (Brandt, 1936; Prokopic y Krivanec, 1975; Brooks, 1976).

Las especies de hospederos con el número mayor de especies parásitas son aquellas relacionadas con ambientes semiacuáticos como *Rhinella marina* (Paredes-León *et al.*, 2008), la cual cuenta con un total de 53 especies reportadas (Cuadro 2), debido a la exposición directa de helmintos, vectores y a la amplia variedad de organismos que ingieren y que funcionan como agentes transmisores como son peces, renacuajos, caracoles, mosquitos, hormigas, escarabajos, etc.

Cuadro 2. Helmintofauna de *Rhinella marina* a lo largo de su distribución en México (Espinoza *et al.*, 2007; Paredes-León *et al.* 2008; Ruíz, 2013).

Helmintos parásitos de <i>Rhinella marina</i> en México			
Clase	Nombre científico	Microhábitat	Localidad
Monogenea Trematoda	<i>Riojatrema bravoae</i>	Vejiga urinaria	Morelos
	<i>Mesocoelium monas</i>	Intestino	Oaxaca: Temascal Veracruz: Catemaco, El Zacatal, Los Tuxtlas.
	<i>Cephalogonimus americanus</i>	Intestino	Nuevo León: Laguna (Higueras) Veracruz; Los Tuxtlas.
	<i>Clinostomum attenuatum</i>	Ojos	No indicada
	<i>Gorgoderina festoni</i>	Vejiga urinaria	Oaxaca: Paso Canoa.
	<i>Telorchis</i> sp.	Intestino	Veracruz: Catemaco.
	<i>Gorgoderina megalorchis</i>	Vejiga urinaria	Oaxaca: Tuxtepec.
	<i>Haematoloechus medioplexus</i>	Pulmones	Veracruz: Los Tuxtlas
	<i>Langeronia macrocirra</i>	Intestino	Colima: Coquimatlán Nuevo León: Laguna (Higueras) Oaxaca: Tehuantepec

Cestoda			Veracruz: Los Tuxtlas, Catemaco
	<i>Choledocystus hepática</i>	Conductos biliares	Chiapas: Corozal, Huixtla Guerrero: San Pedro Las Playas Oaxaca: Paso Canoa, Cerro de Oro, Tuxtepec.
	<i>Rauschiella poncedeleoni</i>	Intestino	Guerrero: Tres Palos, San Pedro Las Playas
	<i>Rauschiella tineri</i>	Intestino	Guerrero: San Pedro Las Playas
	<i>Distoichometra bufonis</i>	Intestino	Nuevo León: Laguna (Higueras), Villareal (El Carmen), Rodrigo Gómez, Pesquería
	<i>Nematotaenia dispar</i>	Intestino	Colima Guerrero: Tres Palos Veracruz: Catemaco Nuevo León
Acanthocephala	<i>Pseudophyllidea</i> gen. sp.	Músculo	Oaxaca: Temascal
	<i>Centrorhynchus</i> sp.	Mesenterio	Jalisco: Emiliano Zapata Veracruz: Catemaco, Los Tuxtlas
	<i>Prosthenorchis</i> sp.	Mesenterio	Veracruz: Laguna Escondida
Nematoda	<i>Polymorphus</i> sp.	Mesenterio	Veracruz: Catemaco
	<i>Lueheia inscripta</i>	Mesenterio	Morelos: Tescalitejalpa
	<i>Contracecum</i> sp.	Mesenterio	Oaxaca: Cerro de Oro
	<i>Ascaridoidea</i> gen. sp.	Vejiga urinaria	Veracruz: Catemaco
	<i>Aplectana incerta</i>	Intestino	Chiapas: Huixtla Puebla
	<i>Aplectana itzocanensis</i>	Intestino	Oaxaca: Cerro de Oro, Temascal Puebla: Matamoros Veracruz: Catemaco
	<i>Aplectana waltoni</i>	Intestino	D.F.: Coyoacán
	<i>Aplectana</i> sp.	Intestino	Veracruz: Escondida, Los Tuxtlas
	<i>Cosmocerca</i> sp.	Intestino	Oaxaca: Cerro de Oro, Temascal Veracruz: Catemaco, Laguna Escondida, Los Tuxtlas
	<i>Cosmocercoides</i> sp.	Intestino	Nuevo León: Laguna (Higueras), Villareal (El Carmen), Pesquería, Salinas
	<i>Raillietnema</i> sp.	Intestino	Oaxaca: Cerro de Oro
	<i>Cruzia morleyi</i>	Intestino	Oaxaca: Cerro de Oro, Temascal Veracruz: Catemaco Yucatán: Xtoloc
	<i>Gnathostoma</i> sp.	Músculo	Oaxaca: Temascal
<i>Oswaldocruzia pipiens</i>	Intestino	Nuevo León: Pesquería	

	<i>Oswaldocruzia</i> sp.	Intestino, Estómago	Oaxaca: Cerro de Oro Veracruz: Catemaco, Los Tuxtlas
	<i>Oswaldocruzia subauricularis</i>	Intestino	Chiapas: Huixtla Yucatán: Xtoloc
	<i>Oswaldocruzia lamotheargumedo</i>	Intestino medio	Guerrero: Coyuca
	<i>Icosiella</i> sp.	Vejiga urinaria	Yucatán: Xtoloc
	<i>Foleyellides rhinellae</i>	Cavidad	Guerrero: Coyuca
	<i>Ochoterenella caballeroi</i>	Mesenterio	Chiapas: Huixtla
	<i>Ochoterenella chiapensis</i>	Mesenterio	Chiapas: Huixtla
	<i>Ochoterenella digiticauda</i>	Mesenterio y cavidad corporal	Chiapas: Huixtla Jalisco: Emiliano Zapata Oaxaca: Cerro de Oro, Temascal Veracruz: Catemaco, Lázaro Cárdenas
	<i>Ochoterenella figueroai</i>	Mesenterio	Chiapas: Huixtla
	<i>Ochoterenella lamothei</i>	Cavidad corporal	Chiapas: Huixtla
	<i>Ochoterenella nanolarvata</i>	Mesenterio	Oaxaca: Tuxtepec Chiapas
	<i>Ochoterenella</i> sp	Cavidad corporal	Veracruz: Escondida
	<i>Pharyngodonidae</i> sp.	Intestino posterior	Guerrero: Coyuca
	<i>Physaloptera</i> sp.	Estómago	Jalisco: Emiliano Zapata Oaxaca: Cerro de Oro Veracruz: Catemaco
	<i>Rhabdias americanus</i>	Pulmones	Oaxaca: Cerro de Oro, Temascal
	<i>Rhabdias füelleborni</i>	Pulmones	Jalisco: Emiliano Zapata Nuevo León: Laguna (Higueras), Villareal (El Carmen), Pesquería Oaxaca: Cerro de Oro, Temascal Veracruz: Catemaco
	<i>Rhabdias</i> sp.	Pulmones	Veracruz: Laguna Escondida, Los Tuxtlas
	<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	Pulmones	Chiapas: Huixtla Nuevo León: Rodrigo Gómez, Pesquería Veracruz: Catemaco
	<i>Hysterothylacium</i> sp.	Pared corporal	Guerrero: Coyuca
	<i>Physocephalus sexalatus</i>	Intestino, estómago, mesenterio	Oaxaca: Cerro de Oro, Temascal Jalisco
	<i>Physocephalus</i> sp	Estómago	Veracruz: Catemaco Guerrero: Coyuca
Hirudinea	<i>Haementeria lopezi</i>	Superficie corporal	Jalisco



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 General

Registrar la fauna helmintológica de dos poblaciones de *Rhinella marina* en Presa Cerro de Oro y Cerro Tepezcuintle en Oaxaca, México.

#### 3.2 Particulares

- 1) Determinar y caracterizar morfológicamente los helmintos obtenidos en ambas poblaciones de hospederos.
- 2) Caracterizar las helmintiasis registradas.
- 3) Analizar la estructura de las comunidades de helmintos asociadas a ambas poblaciones de sapos con base en atributos tales como riqueza, dominancia, similitud, diversidad y equidad.
- 4) Determinar los patrones que estructuran la composición helmintológica de las comunidades analizadas.

### 4. BIOLOGÍA DEL HOSPEDERO



**Reino** Animalia

**Phylum** Chordata

**Clase** Amphibia

**Orden** Anura

**Familia** Bufonidae

**Género** *Rhinella*

**Especie** *R. marina* (Linneo, 1758)

Debido a las características biológicas que presenta esta especie de anfibio, fue introducida para erradicar las plagas que afectaban los cultivos agrícolas, principalmente de caña de azúcar, lo que le dio su nombre "Sapo de caña" (Cane toad). Tiene otros nombres comunes como: sapo gigante, sapo marino, sapo dominicano, sapo Neotropical gigante. Pertenece al género *Rhinella*, el cual actualmente concentra a 10 especies (Maciel, 2010):

- ✚ *R. marina* (Linnaeus, 1758)
- ✚ *R. icterica* (Spix, 1824)
- ✚ *R. poeppigi* (Tschudi, 1845)
- ✚ *R. arenarum* (Hensel, 1867)
- ✚ *R. schneideri* (Werner, 1894)
- ✚ *R. rubescens* (A.Lutz, 1925)
- ✚ *R. jimi* (Stevaux, 2002)
- ✚ *R. achavali* (Maneyro, Arrieta y de Sá, 2004)
- ✚ *R. veredas* (Brandão, Maciel y Sebben, 2007)
- ✚ *R. cerradensis* (Maciel, Brandão, Campos y Sebben, 2007)

Sin embargo, la UICN RedList (2016) cita que se compone de 77 especies y las sitúa en la categoría de preocupación menor, la cual incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo (UICN, 2001). Por esta situación, se requiere de una revisión taxonómica de las especies que componen al género *Rhinella*.

*Rhinella marina* fue descrita por Linneo en 1758 en su "Systema Naturae"; basó su epíteto específico en una ilustración del zoólogo holandés Albertus Seba, quien erróneamente describió que esta especie se localizaba tanto en ambientes terrestres, como

en marinos (Beltz, 1995). Es un organismo muy abundante, con una tendencia al incremento de su población por su alta tasa de natalidad y la falta de depredadores (Zug y Zug, 1979).

Antropológicamente se le ha dado varios usos de acuerdo a su rango geográfico, ya sea con propósitos educacionales, para la manufactura de artesanías o como remedios medicinales tradicionales (INEGI, 2007).

### **Morfología**

Es un sapo de gran tamaño, las hembras son significativamente más grandes que los machos, teniendo un promedio en longitud de 10 a 15 cm y un peso de 105 g. Tiene una esperanza de vida de 10 a 15 años en vida silvestre y en cautiverio puede alargarse un poco más (Zug y Zug, 1979).

Su piel es seca y verrugosa. Tiene distintas protuberancias que comienzan encima de los ojos y terminan en el hocico llamadas crestas craneales. Pueden ser de color gris, café o ligeramente verde olivo con diferentes patrones de manchas. Poseen un par de glándulas parotoides detrás de cada ojo, las cuales son alargadas, planas y gruesas y secretan un fluido blanco alcaloide llamado bufotoxina (Figura 1), que contiene componentes que resultan tóxicos para muchos animales. La superficie ventral es color crema y puede tener manchas en sombras de negro o café. Las pupilas son horizontales y los iris dorados (Zug y Zug, 1979).



Figura 1. Glándula secretando bufotoxina ([www.duketox.edu](http://www.duketox.edu)).

Presenta membranas interdigitales reducidas en los miembros posteriores y carece de ellas en los miembros anteriores, los cuales presentan callos en la base plantar (Zug y Zug, 1979).

### **Distribución geográfica**

Es nativa de Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guyana Francesa, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago, Estados Unidos (Texas) y Venezuela (Figura 2).

Ha sido introducida en Antigua y Barbuda, Aruba, Australia (1935), Barbados, República Dominicana, Granada, Guadalupe, Guam, Haití, Hawái (1932), Jamaica (1844), Japón, Martinique, Montserrat, Norte de las Islas Mariana, Papúa, Nueva Guinea, Filipinas, Puerto Rico (1920), Santa Lucía, Saint Vincent y Las Grenadinas, Islas Salomón, Taiwán, China, Islas Vírgenes y parte de Estados Unidos.

Su rango de distribución abarca desde el sur de Texas, EU, a través de México y Centroamérica, hasta Sudamérica (Zona central de Brasil, Perú, norte de Bolivia, Colombia, Venezuela (incluyendo la Isla Margarita) y las Guyanas.

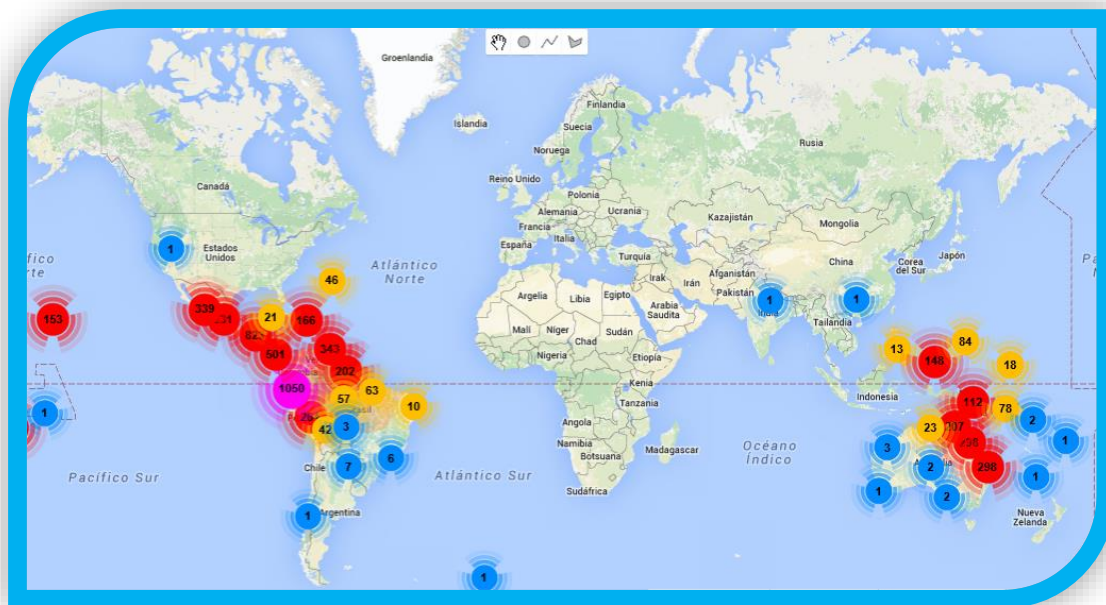


Figura 2. Distribución de *Rhinella marina* (www.amphibiaweb.org). Registros: azul: 1-9, anaranjado: 10 a 99; rojo: 100 a 999; morado: 1000 en adelante.

Se encuentra generalmente en tierras bajas, a una elevación no mayor a 1000 msnm., aunque se sabe de poblaciones a elevaciones mayores (Zug y Zug, 1979).

### Hábitat

Es un sapo que habita una amplia variedad de hábitats, pero ninguna parte es más común que en áreas abiertas y/o perturbadas como resultado de la actividad del hombre. El hábitat con una incidencia mayor es cerca de los asentamientos humanos. Suele evitar los lugares con áreas densas en vegetación, las cuales pueden funcionar como barrera para su dispersión (Zug y Zug, 1979).

### Alimentación

Su dieta es muy amplia, se considera oportunista, ya que se alimenta de casi cualquier objeto animado que pueda capturar. Pero principalmente consta de artrópodos (especialmente hormigas y termitas) y pequeños vertebrados e invertebrados (caracoles, lombrices, etc.) (Zug y Zug, 1979), aunque también suele alimentarse de carroña, plantas, desechos y de otros sapos o renacuajos.

## Reproducción

De acuerdo con Zug y Zug (1979), los machos llevan a cabo vocalizaciones cerca de cuerpos de agua para atraer hembras. El llamado es una vibración larga y ruidosa. Como todos los sapos verdaderos, el macho y la hembra experimentan un amplexo inguinal, en el cual el macho se posa detrás de la hembra, y la agarra alrededor de la cintura. La hembra entonces pone los huevos para que el macho los cubra con esperma. La temporada de reproducción sucede a finales de la temporada de secas y principios de la época de lluvias. Las hembras depositan cadenas largas de 4,000 a 36,000 huevos (Figura 3), y se reproducen por lo menos dos veces al año. Son de color negro y están rodeados de un material transparente gelatinoso de 4 a 5 mm de diámetro. El tiempo que tardan en eclosionar los huevos depende de la temperatura del agua (36 hrs. a cuatro días). El desarrollo de los renacuajos también varía entre 1 y 2 meses, dependiendo también de la temperatura del medio.



Figura 3. Cadenas de huevos de *Rhinella marina* ([www.canetoadsinoz.com](http://www.canetoadsinoz.com)).

## 5. ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1 Presa Cerro de Oro, San Juan Bautista, Tuxtepec, Oaxaca.

La Presa Cerro de Oro (PCO), también llamada Presa Miguel de la Madrid ( $18^{\circ}00'31''N$  y  $96^{\circ}16'22''O$ ) (Figura 4), está ubicada en el cauce del Río Santo Domingo en el municipio

de San Juan Bautista, Tuxtepec, Oaxaca a 80 m.s.n.m. y se encuentra rodeada por las sierras de Zongolica, de Juárez y Tuxtepec y la vertiente de Golfo. El municipio colinda al norte con el estado de Veracruz y con el municipio de San Miguel Soyaltepec, al sur con Santiago Jocotepec y Loma Bonita, en la zona poniente están Santa María Jacatepec, San Lucas Ojitlán y San José Chiltepec y al oriente limita con el municipio de Loma Bonita (INEGI, 2007). Su construcción fue llevada a cabo por la Comisión Nacional del Agua, comenzó en el año 1981 y fue inaugurada en 1988, provocando el reasentamiento de 26000 personas.

El tipo de suelo es Vertisol, Feozem, Luvisol, Rendzina, Acrisol y Cambisol.

Tiene una capacidad aproximada de 5920 millones de metros cúbicos. En los últimos años la presa se ha transformado de oligotrófica a eutrófica, con aumento en la liberación de nutrientes y estratificación térmica de sus aguas (CONAGUA, 2008).

Los principales usos que se le dan son para agua de riego, pesca deportiva y comercial, actividades turísticas, deportes acuáticos y abrevadero. Temperatura media anual de 18-26°C. Precipitación total anual de 1 200-4500 mm.

La actividad económica preponderante es la pesca, ganadería y la agricultura.

La vegetación está compuesta por macrófitas acuáticas, helechos arborescentes y cícadas como *Dioon spinulosu*.

La fauna está compuesta por ranas, sapos, geko, mazacuata, garza blanca, cerceta, gallito de agua, golondrina, carpintero, lindatarde, gavián pajarero, mosquero, halcón guaco, murciélago frutero, pochitoque, teterete, lagartijón, ratonera, cormorán, pato boludo, perico, calandria, chichita, azulejo, halcón arrebatador, mapache y zopilote. En cuanto a peces, se encuentran *Astyanax fasciatus*, *Belonesox belizanus*, *Cichlasoma salvini*, *Dorosoma anale*, *D. petenense*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia mexicana*, *P. sphenops*, *Poeciliopsis gracilis*, *Priapella bonita*, *Rhamdia guatemalensis*; hay algunos endemismos en crustáceos como *Alpheopsis stygicola* (habita en cuevas), *Disparithelphusa pecki*,

*Neopalaemon nahuatlus*, *Procambarus (Austrocambarus) oaxacae*, *Pseudothelphusa granatensis* y *Stygothelphusa lopezbornienti*, de peces *Cichlasoma callolepis*, *C. fenestratum*, *C. nebuliferum*, *Notropis moralesi* y de aves *Aimophila notosticta*, *Cyanolyca nana* y *Hylorchilus sumichrasti*.

## 5.2 Cerro Tepezcuintle, San Miguel Soyaltepec, Tuxtepec, Oaxaca.

El Cerro Tepezcuintle (CT) (18°08'51"N y 96° 20'28"O) se encuentra en el municipio de San Miguel Soyaltepec, Tuxtepec, Oaxaca a 96m.s.n.m., está ubicado en la cuenca del río Papaloapan (Figura 4). Colinda al Norte con Acatlán de Pérez Figueroa, al sur con San Juan Bautista Tuxtepec, San Juan Ojitlán y San Pedro Ixcatlán, al este con el estado de Veracruz y al oeste con San José Independencia y San Pedro Ixcatlán (INEGI,2007).

La temperatura media anual va de 20° C a 28° C, la precipitación pluvial promedio es de 2790 mm.

El clima predominante es de tipo cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Rzedowski, 1994; Flores–Martínez y Manzanero–Medina, 1999). La temporada de lluvias comprende los meses de mayo a octubre y la seca de noviembre a abril (INEGI, 2007).

El tipo de vegetación es una selva mediana, conformada por aguacatillo, higo, hormiguillo, amate, caoba (*Swietenia macrophylla*), ceiba (*Ceiba petandra*), guapinol (*Bursera simarruba*), lináloe (*Bursera aeloxilon*), palma (*Chamaedorea elegans*), pastizal y roble, con presencia de potreros y áreas de cultivo. La vegetación se encuentra distribuida en Selva (25.36%) y pastizal inducido (1.21%).

La zona presenta una proporción alta de área dedicada a la agricultura (29.13%), pastizal cultivado (8.93%) y zona urbana (0.23%).

La fauna silvestre está conformada por águila, lechuza, tucán, chachalaca, pájaro carpintero, zopilote, faisán pecho amarillo, tepexcuintle, tigrillo, tlacuache, ardilla, conejo, gato montés, mapache, coyote, zorrillo y armadillo (INEGI,2007).



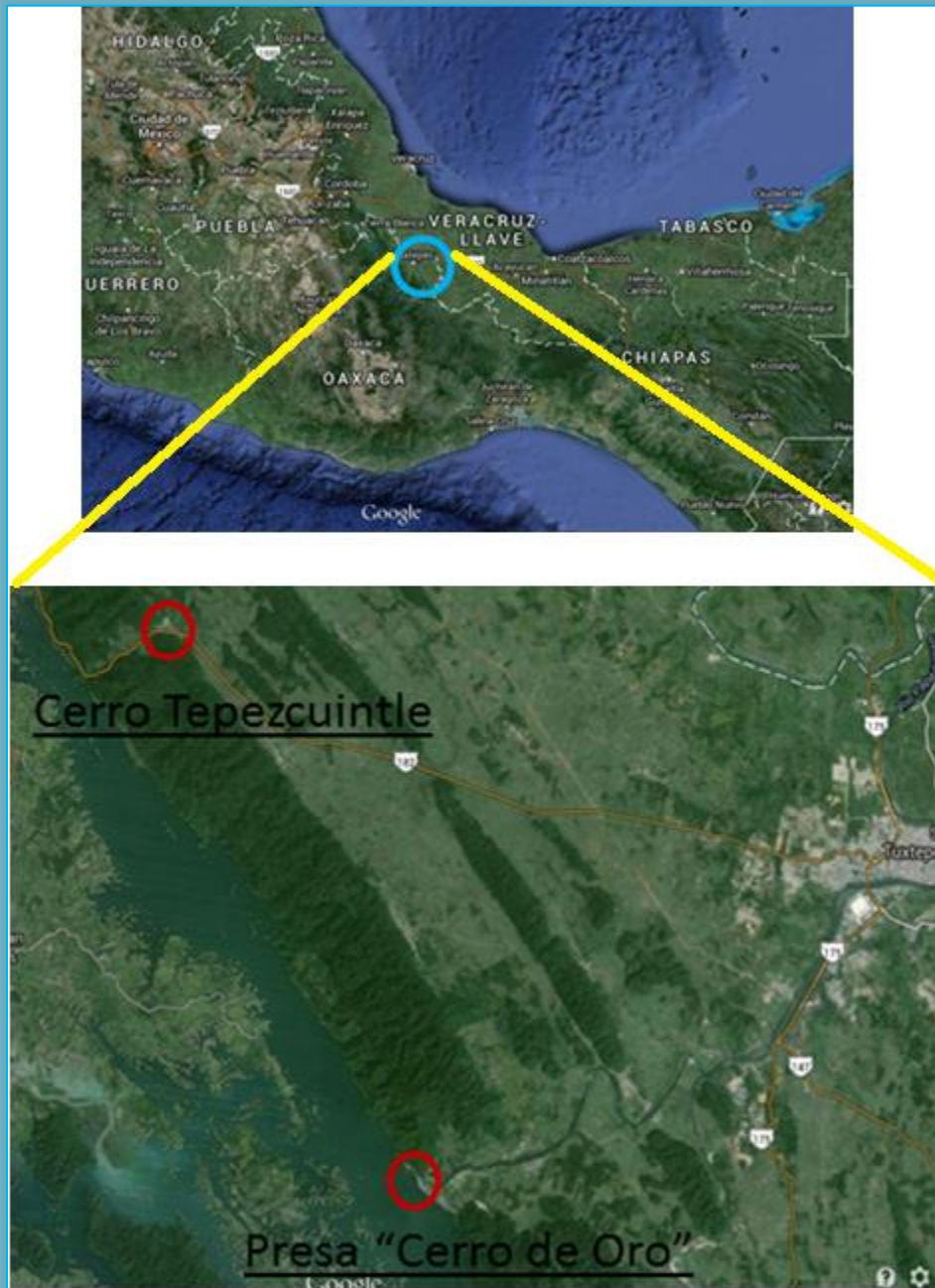


Figura 4. Mapa de las localidades estudiadas (Google Earth, 2015).

La distancia total entre las dos localidades es de 17.23 km y se encuentran separadas por un área boscosa.

## 6. MATERIALES Y METODO

### 6.1 Recolecta y revisión de hospederos

Se recolectaron un total de 74 ejemplares de la especie *Rhinella marina*; 40 en la Presa Cerro de Oro y 34 en Cerro Tepezcuintle (Oaxaca) en el mes de Junio de 2014.

Los sapos fueron capturados a mano y colocados en costales pequeños de tela, posteriormente se mantuvieron en ambiente frío (hielera con hielo), para transportarlos al laboratorio y ser disectados (Figura 5).



Figura 5. Disección de ejemplar de *Rhinella marina*.

Antes de la revisión se pesaron, sexaron y midieron (hocico cloaca) para registrar los datos en las hojas de campo. Se les practicó un examen helmintológico tanto externa como internamente en busca de parásitos (Lamothe-Argumedo, 1997).

Después de la disección, los órganos internos (aparato digestivo, pulmones, gónadas, vejiga) fueron extraídos, colocados en cajas Petri con solución salina al 0.65% y revisados bajo microscopio estereoscópico (Figura 6), así también la cavidad fue revisada. Para optimizar el proceso de revisión, la totalidad de los parásitos encontrados fueron colocados en solución salina al 0.65% y fijados posteriormente de acuerdo al grupo taxonómico al que pertenecían (Lamothe-Argumedo, 1997).



Figura 6. Órganos revisados bajo el microscopio estereocópico.

## 6.2 Procesamiento del material helmintológico.

Los ejemplares destinados a estudios morfológicos fueron fijados de la siguiente manera:

- a) Nematodos y trematodos con formol caliente al 4% y colocados en viales con alcohol al 70%.
- b) Cestodos con formol al 10% caliente y colocados en viales con alcohol 70%

Ejemplares de cada uno de los grupos de helmintos encontrados fueron fijados con alcohol absoluto (100%) para estudios moleculares posteriores no incluidos en este estudio.

Posteriormente, los organismos obtenidos de cada taxón de helminto encontrado fueron contados *in situ* y transportados al laboratorio.

Para el estudio morfológico y la determinación taxonómica, los helmintos fueron teñidos y/o montados en preparaciones permanentes y semipermanentes de la siguiente manera:

- a) Cestodos y trematodos

Se tiñeron con Paracarmín de Meyer y Tricrómica de Gomori de acuerdo con la metodología de Lamothe-Argumedo (1997), posteriormente se montaron en preparaciones permanentes con bálsamo de Canadá para poder ser observados al microscopio óptico.

b) Nematodos

Se transparentaron con una solución de alcohol al 70% y glicerina a una proporción de 1:1 y se montaron en preparaciones temporales para poder ser observados al microscopio óptico e identificar estructuras.

Los helmintos sometidos a microscopía electrónica de barrido (MEB) se fijaron y preservaron convencionalmente en alcohol al 70%. Posteriormente se deshidrataron en alcoholes graduales (80°, 90° y 100°) y se secaron hasta punto crítico con dióxido de carbono; se montaron y cubrieron con una mezcla de oro y paladio con el metalizador Emitech K550 para ser observados al alto vacío en el microscopio electrónico de barrido Hitachi SU1510.

Después del procesamiento respectivo, fueron determinados taxonómicamente con el uso de claves taxonómicas y literatura especializada.

Para evaluar la representatividad del muestreo (que tan completo fue el inventario de especies de helmintos que se registraron en el presente estudio) se realizó una curva de acumulación de especies. Esta curva relaciona el número de especies registradas (eje y) con respecto a la unidad de muestreo (eje x). Igualmente se realizó una curva de rarefacción, a través del programa XLSTAT v.2015.4.1, con la que se determinó si el número de especies de helmintos encontradas en nuestra muestra corresponde con la riqueza que se esperaría obtener dado el número de hospederos examinados.

## 6.3 Análisis ecológico

### 6.3.1 Caracterización de la infección

Para caracterizar la infección se utilizaron parámetros ecológicos como prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad, definidos por Bush *et al.* (1997):

a) Prevalencia. Es el número de hospederos infectados con uno o más individuos de una especie particular de parásito (o grupo taxonómico) dividido entre el número de hospederos examinados para esa especie de parásito.

$$\frac{\# \text{hospederos infectados}}{\# \text{hospederos examinados}}$$

b) Abundancia promedio. Es el número total de individuos de una especie de parásito en particular dividido entre el número total de hospederos de la especie examinada (infectados o no infectados).

$$\frac{\# \text{parasitos}}{\# \text{hospederos examinados}}$$

c) Intensidad promedio. Es el promedio de intensidad de una especie de parásito entre los miembros infectados de una especie de hospedero.

$$\frac{\# \text{parasitos}}{\# \text{hospederos infectados}}$$

d) Intervalo de intensidad. Es el número mínimo y máximo de individuos de una especie particular de parásito encontrados en un solo hospedero infectado.

Para evaluar la significancia estadística de las diferencias en las prevalencias de las especies de helmintos que estuvieron presentes en las dos localidades se emplearon pruebas de Chi-cuadrada ( $X^2$ ,  $\alpha=0.05$ ,  $gl=1$ ), calculadas con el programa XLSTAT versión 2015.4.1.

### 6.3.2 Comunidades

La descripción de la comunidad se realizó a dos niveles:

- A) Infracomunidad. Lo que incluye todas las poblaciones (de todas las especies) contenidas en un hospedero individual, y
- B) Componente de comunidad. Todas las infracomunidades contenidas en una población de hospederos (muestra).

Analizando los siguientes atributos ecológicos:

- a) Riqueza. Es el número total de especies presentes en la comunidad.
- b) Abundancia. Es el número total de individuos de todas las especies.
- c) Diversidad. Combina la abundancia y la riqueza de especies presentes en la comunidad.
- a) Equidad. Refleja la distribución de las abundancias proporcionales de las especies presentes en la comunidad.

Éstos últimos dos descriptores (Diversidad y equidad), fueron calculados mediante el índice de Brillouin en el programa GW-Basic.exe y el script Acom.bas.

Para los análisis de las variaciones de la abundancia por especie de helminto en las infracomunidades de diferentes localidades, así como para los realizados para las variaciones conjuntas de la abundancia total y la riqueza, se utilizaron métodos basados en la distancia entre estas variables, implementados en las rutinas de PRIMER versión 6.6.16 (<http://www.primer-e.com>) y PERMANOVA versión 1.0.6 (Clarke y Gorley, 2006). Los datos de abundancia de cada taxón en cada infracomunidad fueron transformados a la raíz cuarta y posteriormente se utilizó la similitud de Bray-Curtis. Dicha transformación permite minimizar el efecto de las especies superabundantes o poco abundantes en las muestras (Ramirez-Cañas, 2016). Luego se realizó un PERMANOVA de la abundancia de las especies de helmintos en las infracomunidades considerando como factores las dos localidades estudiadas y se utilizó un Análisis de Coordenadas Principales (PCo) para ordenar las infracomunidades en un espacio reducido a dos dimensiones, que representan a aquellas que dan cuenta de la mayor variación en el espacio de la similitud de Bray-Curtis. Se representó además, la correlación entre la abundancia de cada taxón parasitario con los

2 primeros ejes del PCo, para lo que se usó el coeficiente de Pearson con un valor de significancia de 0.4.

Se evaluaron las diferencias entre las abundancias y riquezas totales de las infracomunidades entre localidades siguiendo un método análogo al anteriormente descrito pero basado en la distancia euclidiana.

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Generalidades

En la localidad de Presa Cerro de Oro (PCO) fueron colectados 40 ejemplares de *Rhinella marina*, mientras el que en Cerro Tepezcuintle (CT) se colectaron 34 ejemplares (Cuadro 3).

Cuadro 3. Datos merísticos de los hospederos muestreados en las 2 localidades de Oaxaca.

	<b>Cerro de Oro</b> <b>n=40</b>	<b>Cerro Tepezcuintle</b> <b>n=34</b>
Longitud promedio	130 ± 0.56 (81 – 186)	131.6 ± 0.60 (92 - 170)
Peso promedio	238.3 ± 2.84 (72.5 – 574)	270.1 ± 4.04 (99 – 599)
Total ejemplares	n = 40	n = 34

Longitud expresada en milímetros ± desviación estándar. Peso expresado en gramos ± desviación estándar. Entre paréntesis se registra el intervalo.

Los datos de longitud promedio y peso promedio no son significativamente diferentes entre localidades, por lo que consideré homogéneo el muestreo.

De acuerdo a lo observado en los contenidos estomacales, encontré diferentes especies de himenópteros, dípteros, coleópteros y arácnidos que probablemente conforman la dieta del sapo (Figura 7).

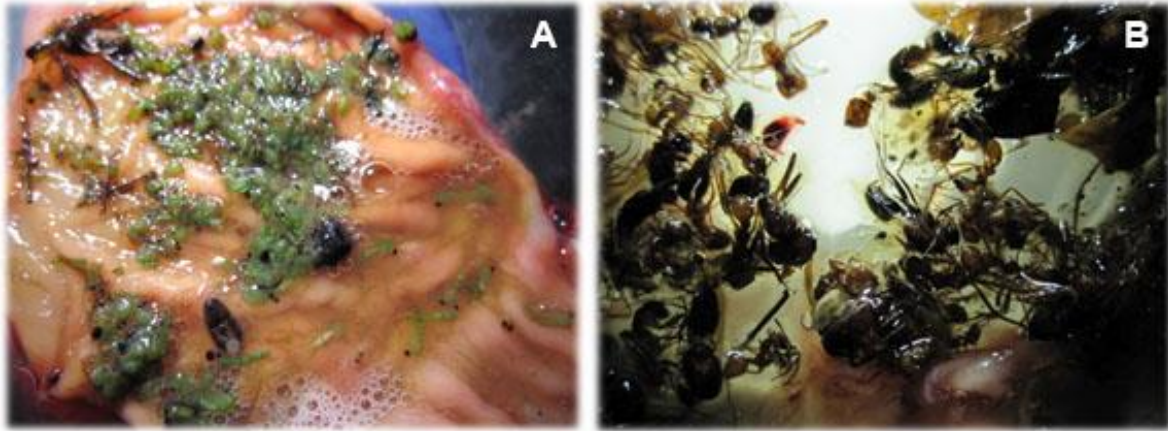


Figura 7. Contenidos estomacales de *Rhinella marina*. A) Vista general. B) Hormigas.

El número de ejemplares de *R. marina* revisados (40) fue representativo de la población de esta especie en la localidad estudiada, al registrar la totalidad de especies de helmintos en el hospedero 14. (Figura 8).



Figura 8. Curva acumulativa de especies de helmintos del sapo *Rhinella marina* en “Presa cerro de Oro”.

Con respecto a la localidad “CT”, la asíntota se alcanzó al registrar 9 especies de helmintos en el hospedero 23, conformando el 100% de las especies presentes en los sapos



de esta localidad (Figura 9); tomando en cuenta que en este lugar fueron examinados 34 ejemplares, la curva de acumulación de especie indica que el número de muestra fue representativo de la riqueza de helmintos en la localidad.

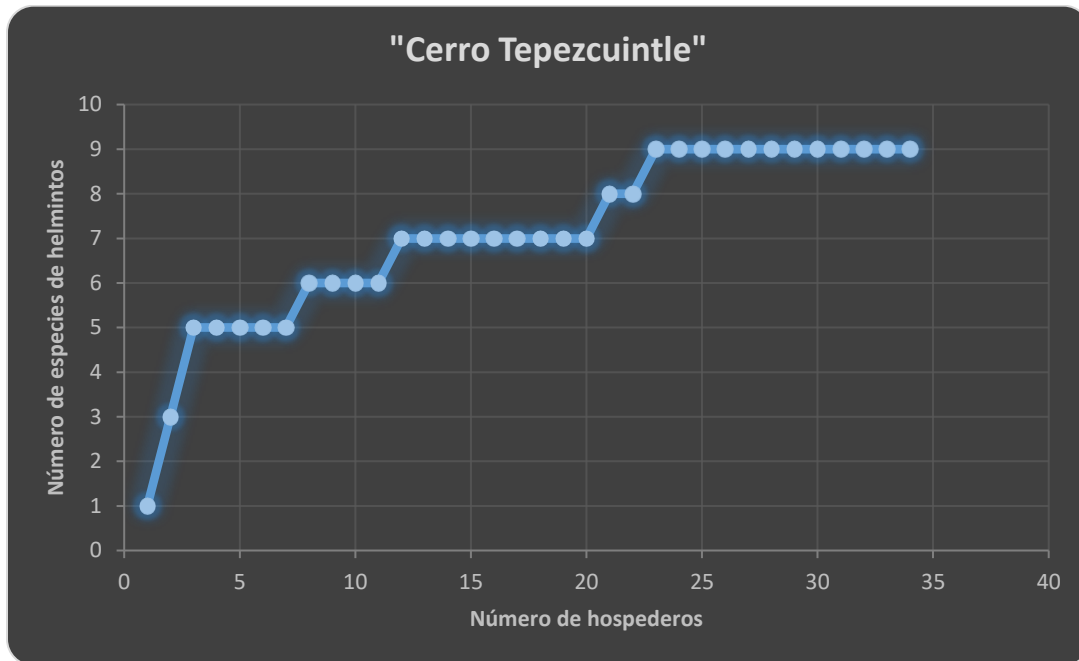


Figura 9. Curva acumulativa de especies de helmintos de *R. marina* en “Cerro Tepezcuintle”, Oaxaca.

## 7.2 Registro helmintológico

El registro helmintológico de *Rhinella marina* en las dos localidades de Oaxaca se encuentra conformado por un total de 10 taxa de helmintos (Cuadro 4); tres de digeneos, uno de cestodo y seis de nematodos, de los cuales 8 se encontraron en estado adulto y 2 en estado larvario, sumando un total de 7034 gusanos, distribuidos de diferente manera en ambas localidades muestreadas.

En “PCO”, el registro consta de un total de 9 especies con 3324 helmintos: tres especies de trematodos, *Choledocystus hepatica*, *Gorgoderina megalorchis* y *Langeronia macrocirra*, un cestodo adulto, *Nematotaeniidae* gen. sp.; cinco nematodos, tres adultos:

*Rhabdias pseudosphaerocephala*, *Aplectana itzocanensis* *Oswaldocruzia* sp., y dos larvas: *Contraecum* sp. y *Physaloptera* sp. (Figura 10).

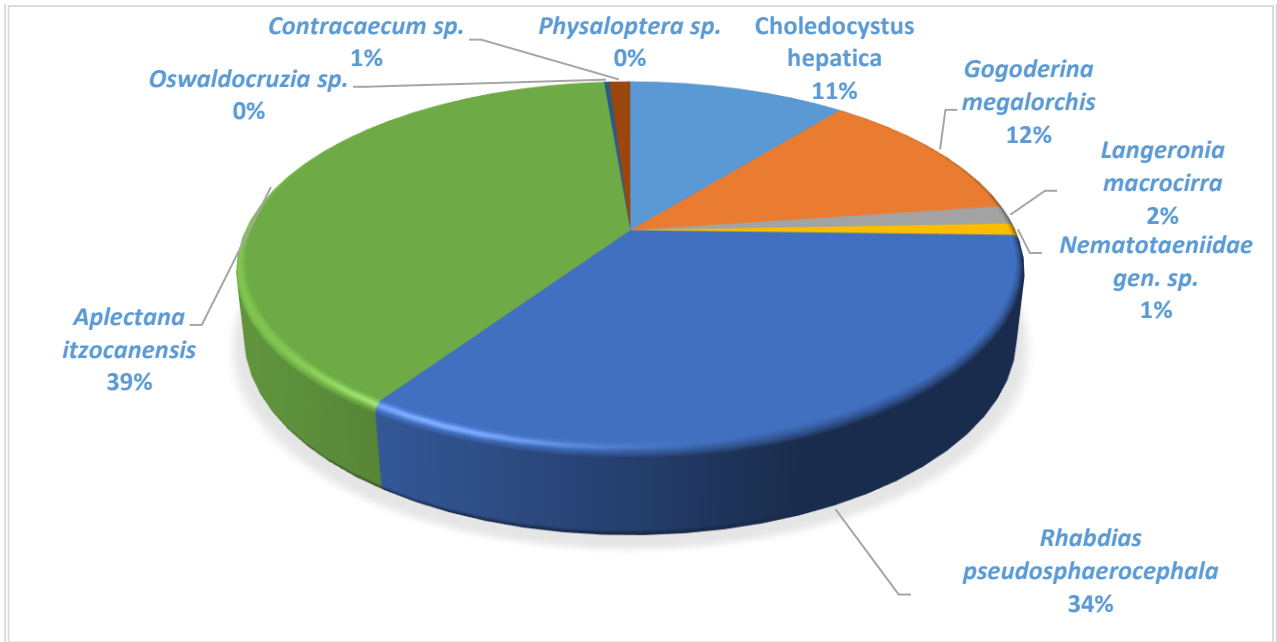


Figura 10. Representatividad de Helmintos en la localidad Presa Cerro de Oro.

Para "CT", el registro de esta especie de sapo consta de 9 especies conformadas por 3710 helmintos: tres especies de trematodos, *C. hepatica*, *G. megalorchis* y *L. macrocirra*, un cestodo adulto, *Nematotaeniidae* gen. sp.; y seis nematodos, *Rhabdias pseudosphaerocephala*, *Folleyelides* sp, *A. itzocanensis*, *Oswaldocruzia* sp. (adultos) y *Contraecum* sp. (larva) (Figura 11).

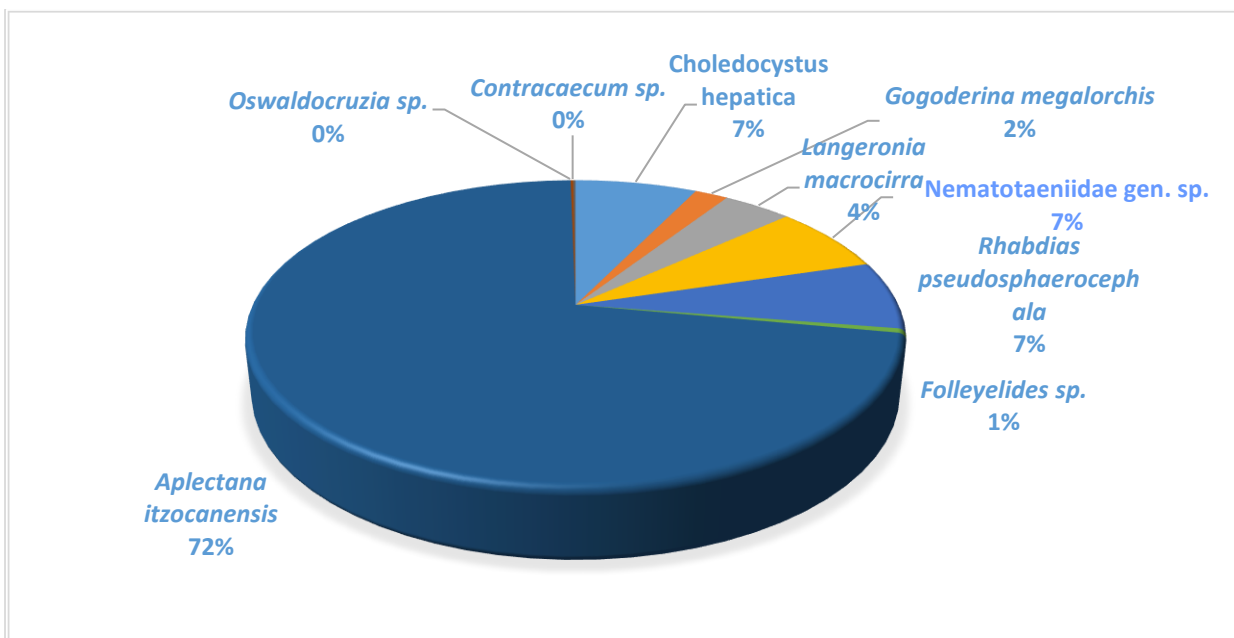


Figura 11. Representatividad de Helmintos en la localidad Cerro Tepezcuente, Oaxaca.

De los helmintos reportados, 2 taxa se determinaron como alogénicos (que su ciclo de vida no se encuentra restringido a algún cuerpo de agua): *Contracaecum sp.* y *Physaloptera sp.*, mientras que los 8 taxa restantes fueron determinados como autogénicos (que completan su ciclo de vida en ambientes acuáticos).

Cuadro 4. Registro helmintológico de *R. marina* en dos localidades de Oaxaca, México.

Helminto	Presa Cerro de Oro n = 40		Cerro Tepezcuente n = 36	
	Helmintos colectados	Hospederos parasitados	Helmintos colectados	Hospederos parasitados
<b>DIGENEA</b>				
<i>Choledocystus hepatica</i>	358	22	267	2
<i>Gogoderina megalorchis</i>	399	7	73	2
<i>Langeronia macrocirra</i>	54	3	151	3
<b>CESTODA</b>				
<i>Nematotaeniidae gen. sp.</i>	34	6	262	19
<b>NEMATODA</b>				
<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	1131	34	267	19
<i>Folleyelides sp.</i>	-	-	17	5

<i>Aplectana itzocanensis</i>	1305	13	2662	23
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	8	3	6	3
<i>Contraecum</i> sp.	34	7	5	2
<i>Physaloptera</i> sp.	1	1	-	-

El hábitat que tuvo una mayor incidencia en infecciones fue el intestino, siendo cuatro las especies (*L. macrocirra*, *Nematotaeniidae* gen. sp., *A. Itzocanensis* y *Oswaldocruzia* sp.) que se encontraron parasitando este lugar (Cuadro 5). *Contraecum* sp. y *Physaloptera* sp. completan su ciclo de vida en aves, mamíferos o reptiles, siendo esta la razón por la que se encontraron en estado larvario, entonces la infección en *R. marina* puede considerarse como paraténica o podría ser de tipo accidental.

Cuadro 5. Clasificación de los helmintos de *R. marina* en dos localidades de Oaxaca, México.

Helminto	Estadio	Hábitat	Alogénica	Autogénica	Especialista	Generalista
<i>Choledocystus hepatica</i> <sup>l</sup>	Adulto	Hígado		X	X	
<i>Gorgoderina megalorchis</i> <sup>l</sup>	Adulto	Vejiga		X		X
<i>Langeronia macrocirra</i> <sup>l</sup>	Adulto	Intestino		X		X
<i>Nematotaeniidae</i> gen. sp. <sup>l</sup>	Adulto	Intestino		X	X	
<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i> <sup>P</sup>	Adulto	Pulmón		X	X	
<i>Folleyelides</i> sp. <sup>v</sup>	Adulto	Cavidad		X		X
<i>Aplectana itzocanensis</i> <sup>l</sup>	Adulto	Intestino		X		X
<i>Oswaldocruzia</i> sp. <sup>P</sup>	Adulto	Intestino		X		X
<i>Contraecum</i> sp. <sup>l</sup>	Larva	Mesenterio	X			X

<i>Physaloptera</i> sp. <sup>1</sup>	Larva	Estómago	X	X
--------------------------------------	-------	----------	---	---

Vía de infección: I= ingestión, P= penetración, v= vector.

### 7.3 Caracterización Morfológica

Phylum Nematoda Rudolphi, 1808

Clase Secernentea (Von Linstown, 1905) Chitwood, 1958

Orden Ascaridida Skrajabin & Schultz, 1940

Familia Cosmocercidae (Railliet, 1916) Travassos, 1925

Género *Aplectana* Railliet & Henry, 1916

*Aplectana itzocanensis* Bravo-Hollis, 1943

El material biológico obtenido presenta tres labios en el extremo anterior; cuatro grandes papilas cefálicas, una en cada labio ventrolateral y dos en el labio dorsal, faringe corta, esófago dividido en una porción anterior tubular llamada corpus, una región media tubular de diámetro menor al corpus llamada itsmo y una región posterior globosa llamada bulbo esofágico. Los machos presentaron una longitud de las espículas de 175-210 µm, ambas de igual tamaño y cubiertas en la extremidad distal por una vaina redondeada transparente. El patrón papilar caudal que presentan es: 8 pares de papilas subventrales precloacales en dos hileras extendiéndose anteriormente desde el nivel de la apertura cloacal; en la región adcloacal hay 1 papila grande (impar) en el labio anterior de la cloaca y 3 pares de papilas situadas lateralmente a la impar; en la región postcloacal se encuentran 2 pares adyacentes subventrales situadas a la mitad de la cauda, 1 par lateral, 1 par subventral y 1 par subdorsal.

Notas taxonómicas: La determinación taxonómica de los ejemplares de *Aplectana* distribuidos en México ha sido complicada debido a la similitud de caracteres entre las especies válidas, así como también en la falta de estudio de los caracteres de importancia taxonómica desde una perspectiva en Sistemática. Sin embargo, las especies *Aplectana itzocanensis* y *A. incerta*, fueron redescritas por Baker (1985) diferenciando entre las dos el

patrón papilar. Los ejemplares obtenidos comparten estas características descritas por el autor y las características diagnósticas utilizadas fueron con base a Baker (1985).

Registros previos en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

#### Familia Hylidae

- *Agalychnis dacnicolor*, Sonora.
- *Dendropsophus microcephalus*, Laguna El Zacatal, Veracruz.
- *Pseudacris regilla*, Miraflores, Baja California Sur.
- *Smilisca baudinii*, Sonora.
- *Smilisca cyanosticta*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz.

#### Familia Bufonidae

- *Anaxyrus kelloggi*, Sonora.
- *Incilius mazatlanensis*, Sonora.
- *Incilius nebulifer*, Lagunas de Yalahau, Yucatán.
- *Incilius nebulifer*, Neblinas, Querétaro.
- *Rhinella marina*, Lago de Catemaco, Veracruz.
- Lagunas de Yalahau, Yucatán.
- Paso Canoa, Oaxaca.
- Presa Presidente Miguel Alemán (Temascal), Oaxaca.
- Izúcar de Matamoros, Puebla.
- Presa Cerro de Oro, Oaxaca.

#### Familia Ranidae

- *Lithobates magnaocularis*, Sinaloa.
- *Lithobates* sp., Rancho Julio Carrillo (Ticuiztán), Colima.

#### Familia Leptodactylidae

- *Leptodactylus melanonotus*, Los Mayos, Guerrero.
- Carretera Tepic-Aguamilpa, Nayarit.
- Bajos de Coyula (Barrio Boca Vieja) Oaxaca.
- Guiricoba, Sonora.

#### Familia Scaphiopodidae

- *Spea multiplicatus*, Izúcar de Matamoros, Puebla.

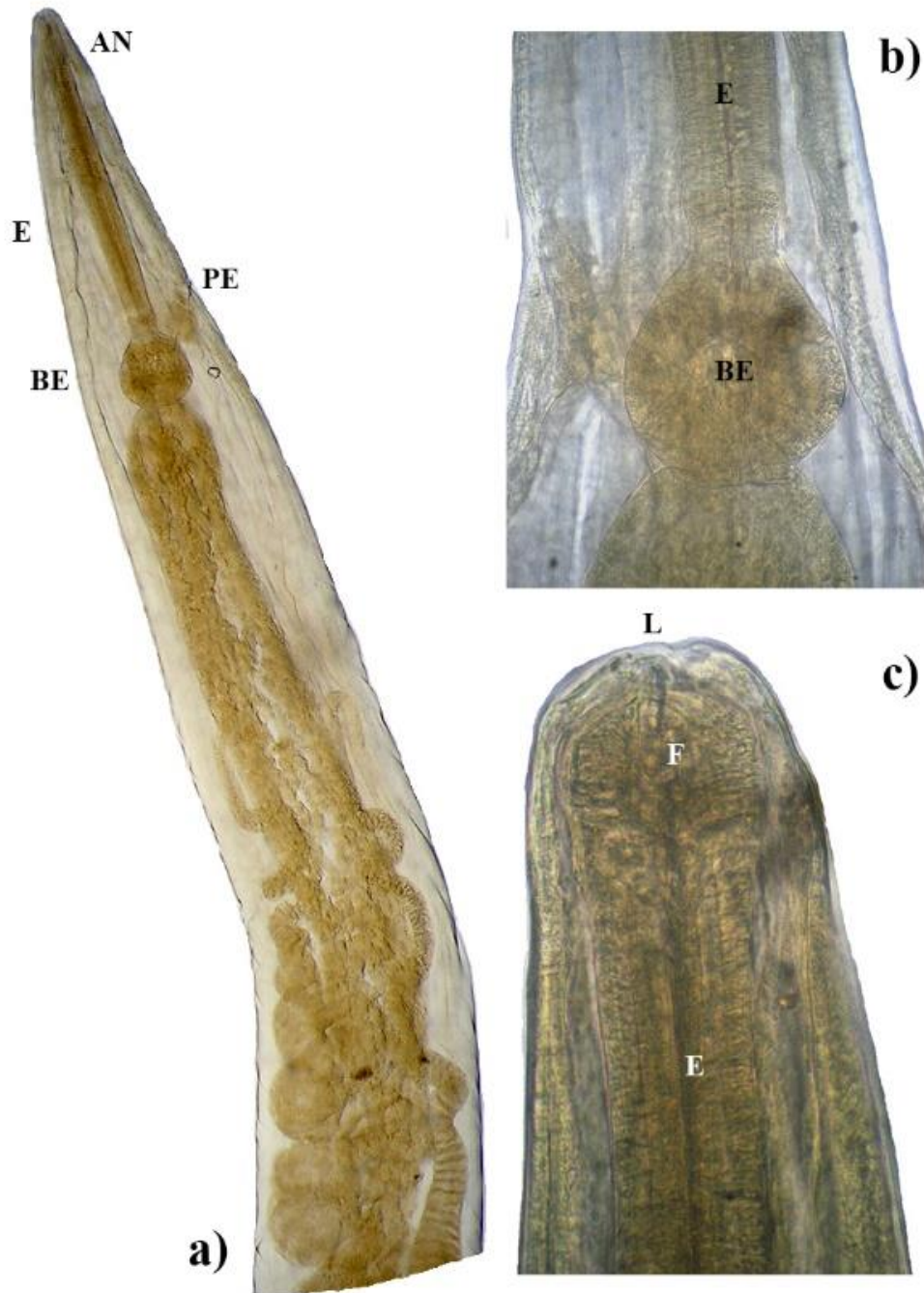


Figura 12.- *Aplectana itzocanensis*. a) Región anterior. AN = anillo nervioso, E = esófago, BE = bulbo esofágico, PE = poro excretor. b) Región bulbar. E = esófago, BE = bulbo esofágico. c) Extremo anterior. L = labios, F = faringe, E = esófago.

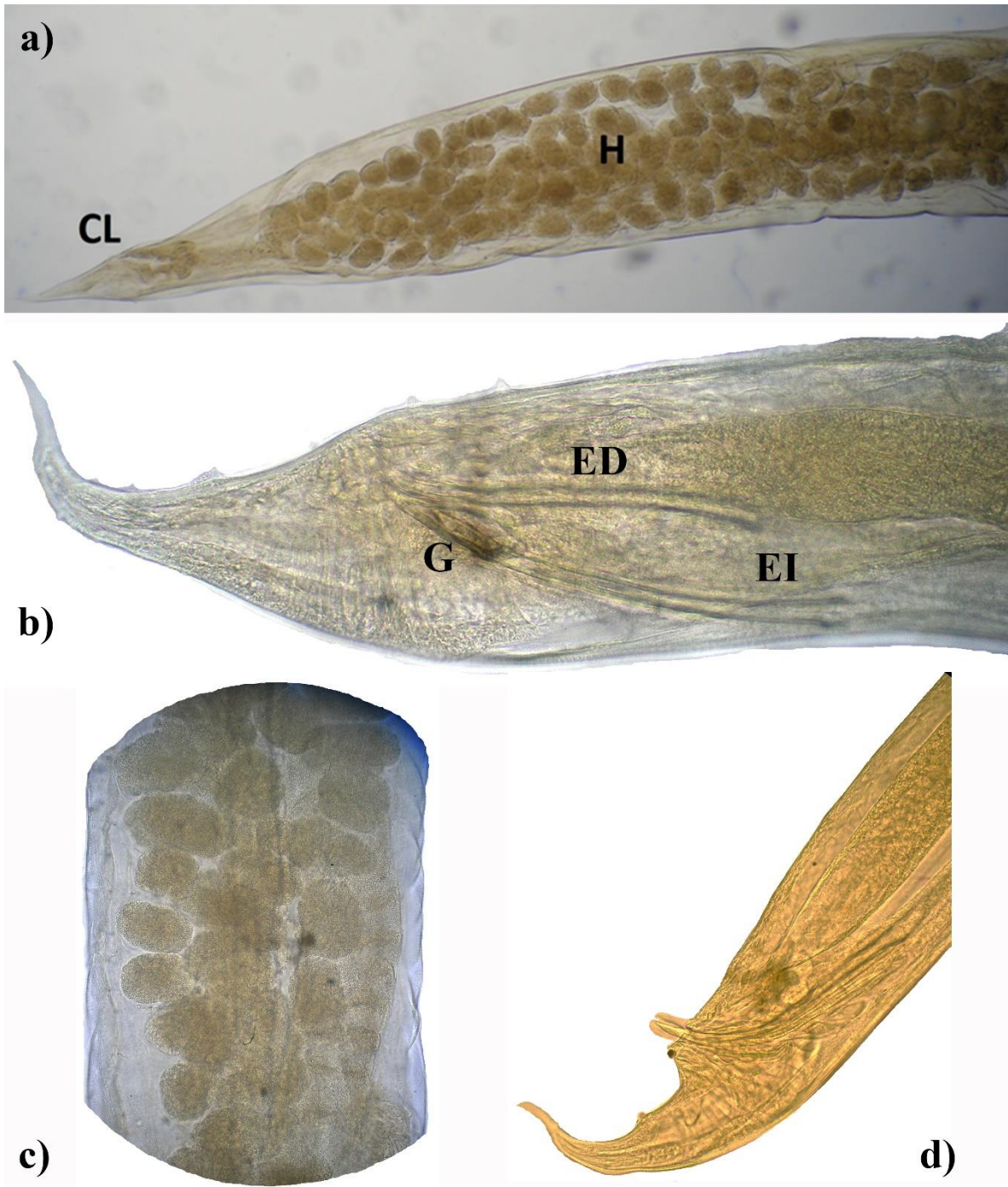


Figura 13.- *Aplectana itzocanensis*. a) Región posterior de hembra. H = huevos, CL = cloaca. b) Región posterior macho. ED = espícula derecha, EI = espícula Izquierda, G = gubernáculo. c) Huevos. d) Extremo posterior del macho donde se muestran las espículas proyectadas parcialmente.



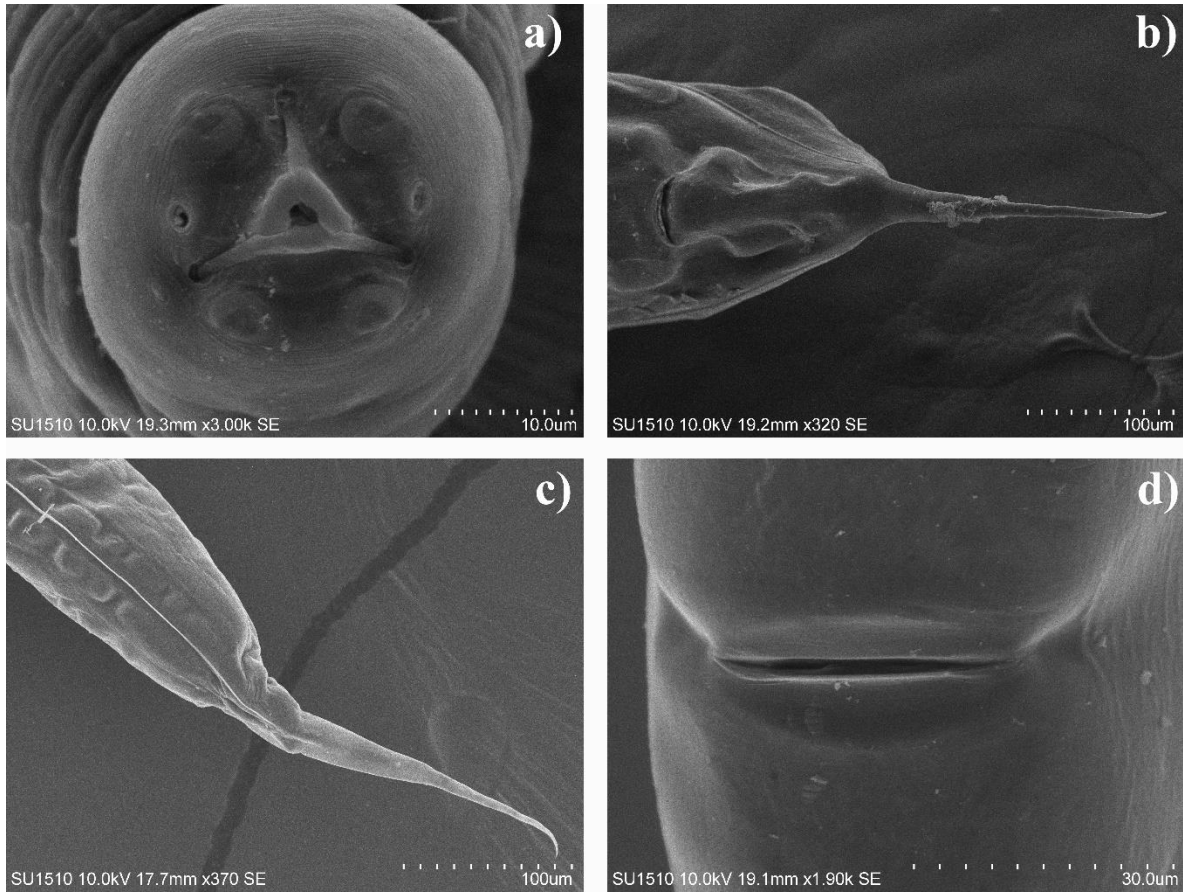


Figura 14.- *Aplectana itzocanensis*. a) Acercamiento de la apertura oral mostrando los 3 labios y las 4 grandes papilas cefálicas. b) Extremo posterior de hembra, mostrando la cloaca. c) Extremo posterior de hembra, mostrando la terminación del ala posterior. d) Apertura vaginal.

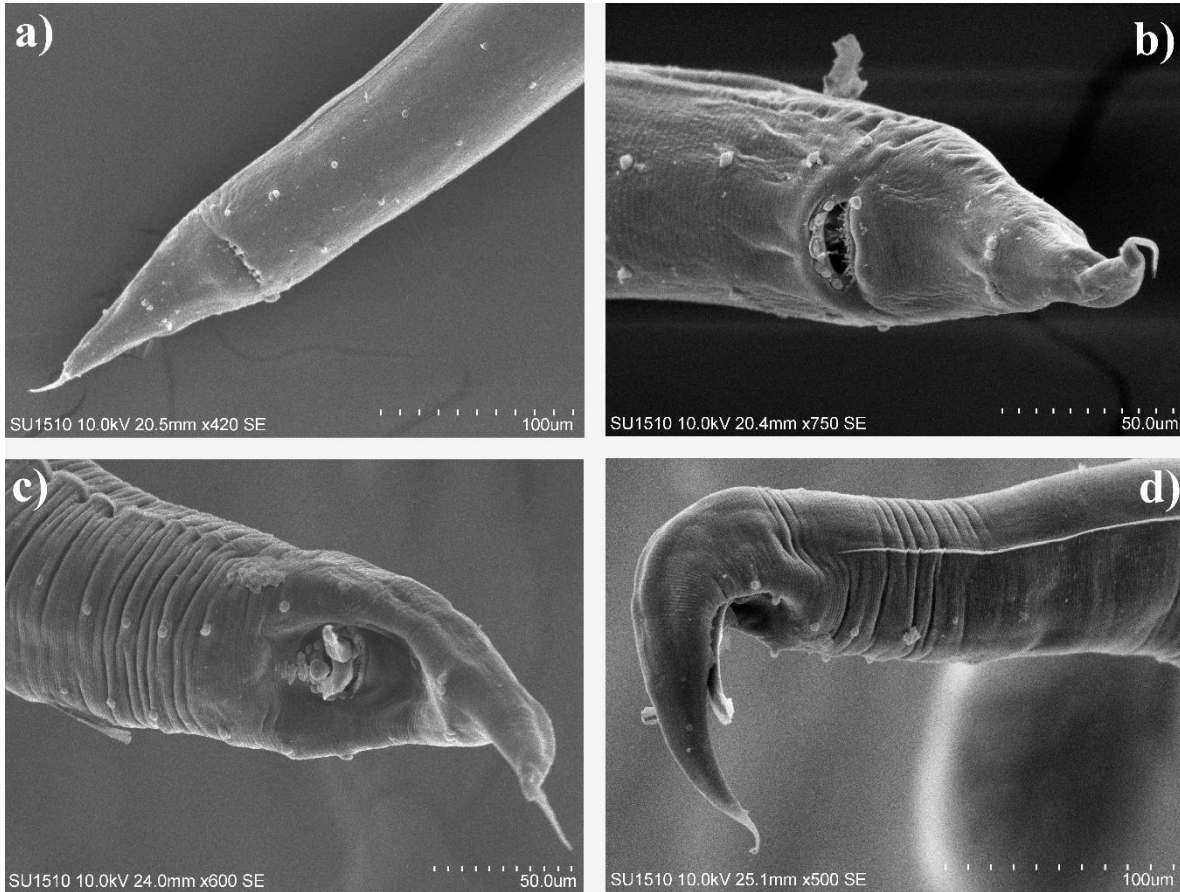


Figura 15.- *Aplectana itzocanensis*. a) Región posterior mostrando papilas precloacales y postcloacales. b) Vista cloacal donde se observan las papilas adanales. c) Región posterior donde se observan las papilas precloacales, adanales y postcloacales. d) Vista lateral observándose la terminación del ala lateral, así como la proyección de las espículas con la capa hialina que las cubre en el extremo distal.

Orden Spirurida Chitwood, 1933

Familia Physalopteridae Leiper, 1908

Subfamilia Physalopterinae Railliet, 1893

Género *Physaloptera* Rudolphi, 1819

*Physaloptera* sp.

Extremo apical con 2 grandes labios laterales simples armados con dientes: un diente externolateral por labio y 3 pequeños interlaterales. Cutícula proyectada más allá de los labios formando un collar cefálico o cuticular hasta el primer tercio del esófago, posteriormente la cutícula presenta estriaciones transversales a lo largo del cuerpo. El extremo posterior termina en punta cónica.

Notas Taxonómicas: La identificación de este material se basó en los caracteres diagnósticos presentados por Yamaguti (1961). En México, los registros de este taxón en hospederos anfibios siempre han sido solo en estadio larval, por lo que no se han determinado específicamente. El hospedero definitivo de este taxón son mamíferos, reptiles y aves, y la infección en anfibios es considerada paraténica o de tipo accidental (Anderson, 2000).

Registros previos en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

Familia Bufonidae

- *Anaxyrus kelloggi*, Sonora.
- *Rhinella marina*, Emiliano Zapata, Jalisco.
- Presa Cerro de Oro, Oaxaca.
- Lago de Catemaco, Veracruz.
- *Incilius mazatlanensis*, Sonora.

Familia Hylidae

- *Pseudacris regilla*, San Ignacio, Baja California Sur.
- *Agalychnis dacnicolor*, Sonora.
- *Smilisca baudinii*, Sonora.
- *Dendropsophus microcephalus*, Laguna El Zacatal, Veracruz.

Familia Ranidae

- *Lithobates montezumae*, Jardín Botánico (UNAM), CU, D.F.
- *Lithobates* sp., San Pedro Las Playas, Guerrero.
- *Lithobates magnaocularis*, Sinaloa.
- *Lithobates forreri*, Sinaloa.
- *Lithobates tarahumarae*, Yecora, Sonora.
- *Lithobates brownorum*, Reserva de la Biósfera de Celestún, Yucatán.
- Lagunas de Yalahau, Yucatán.

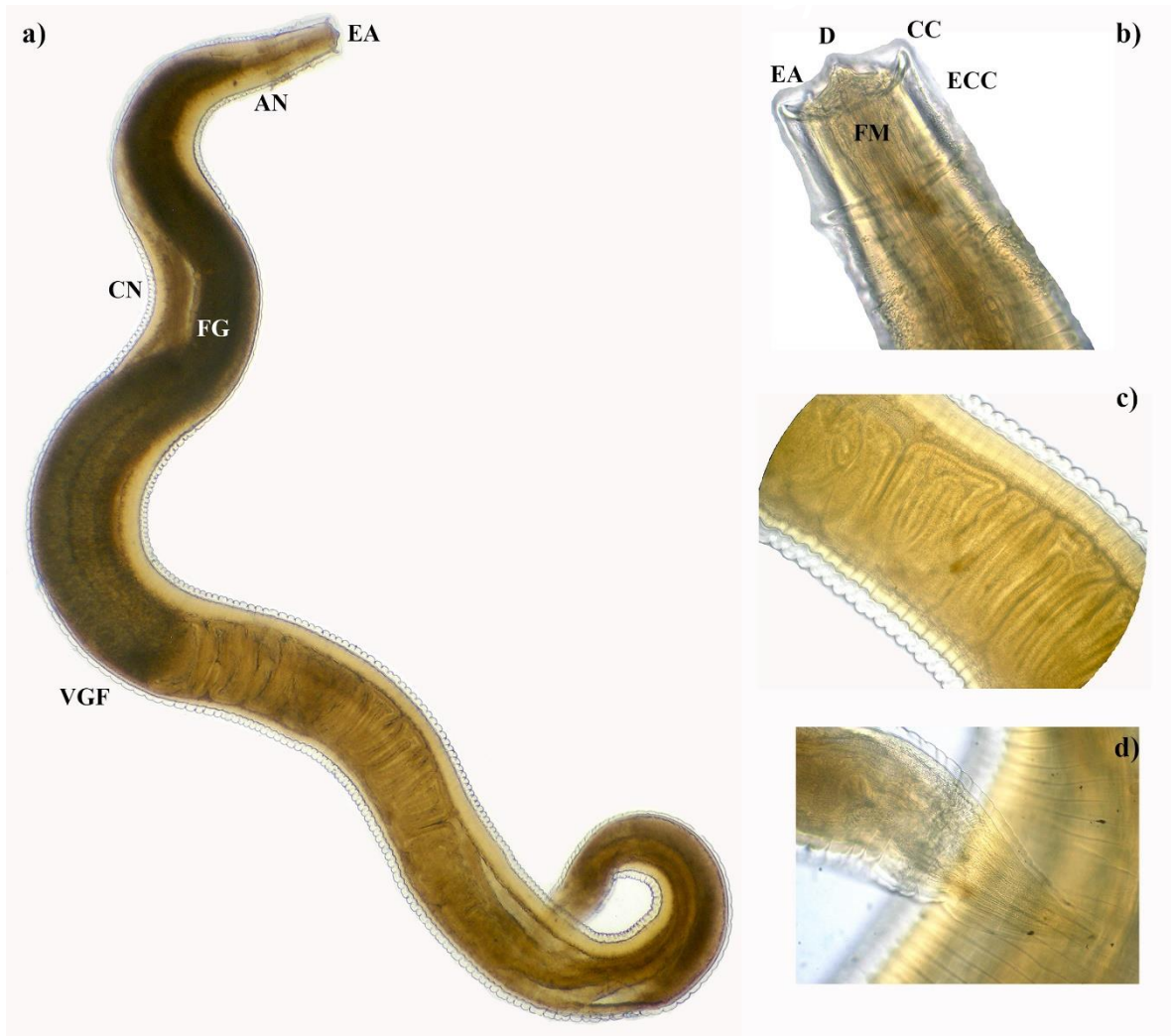


Figura 16.- *Physaloptera* sp. a) Vista de cuerpo completo. EA = espinas apicales, AN = anillo nervioso, CN = cadena nerviosa, FG = faringe glandular, VGF = válvula gastrofaríngea. b) Región anterior. D = diente, EA = espina apical, FM = faringe muscular, CC = collar cefálico cuticular, EC = expansión cuticular cefálica. c) Región media del cuerpo observándose las estriaciones cuticulares. d) Región posterior.

Familia Anisakidae Raillet & Henry, 1912

Subfamilia Anisakinae Raillet & Henry, 1912

Género *Contracaecum* Raillet & Henry, 1912

*Contracaecum* sp.

Cuerpo cilíndrico con estriaciones transversales a lo largo del cuerpo. En el extremo cefálico presenta una boca con tres labios, uno dorsal y dos ventrolaterales, entre ellos se encuentra un diente larvario. Esófago con ventrículo posterior, apéndice ventricular corto, dirigido posteriormente y ciego intestinal grande extendiéndose anteriormente. El poro excretor se localiza en el margen distal de la región cefálica (en la base de los labios). El extremo posterior es de forma cónica y presenta un mucrón pequeño al final.

Notas taxonómicas: Debido a que este taxón se encontró en estado larval, no se pudo determinar a un nivel más específico, por lo que las características observadas sólo permitieron llegar hasta nivel de género basados en Yamaguti (1961), Moravec *et al.* (1995), Pardo (2007) y Gibbons (2010). La razón de la presencia de larvas en este anfibio es considerada accidental, debido a que el hospedero intermediario de este taxón son los copépodos, posteriormente peces y finalmente el hospedero definitivo son aves ictiófagas o algunos mamíferos asociados al consumo de peces (Anderson, 2000).

Registros previos en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Presa Cerro de Oro, Oaxaca.

Familia Ranidae

- *Lithobates brownorum*, Lagunas de Yalahau, Yucatán.
- Reserva de la Biósfera de Celestún, Yucatán.
- Reserva de la Biósfera de Ría Lagartos, Yucatán.
- *Lithobates megapoda*, Lago de Chapala (Tizapán El Alto), Jalisco.
- *Rana megapoda*, Lago de Cuitzeo, Michoacán.

- *Lithobates* sp., San Pedro Las Playas, Guerrero.
- *Lithobates vaillanti*, Laguna Escondida, Veracruz.

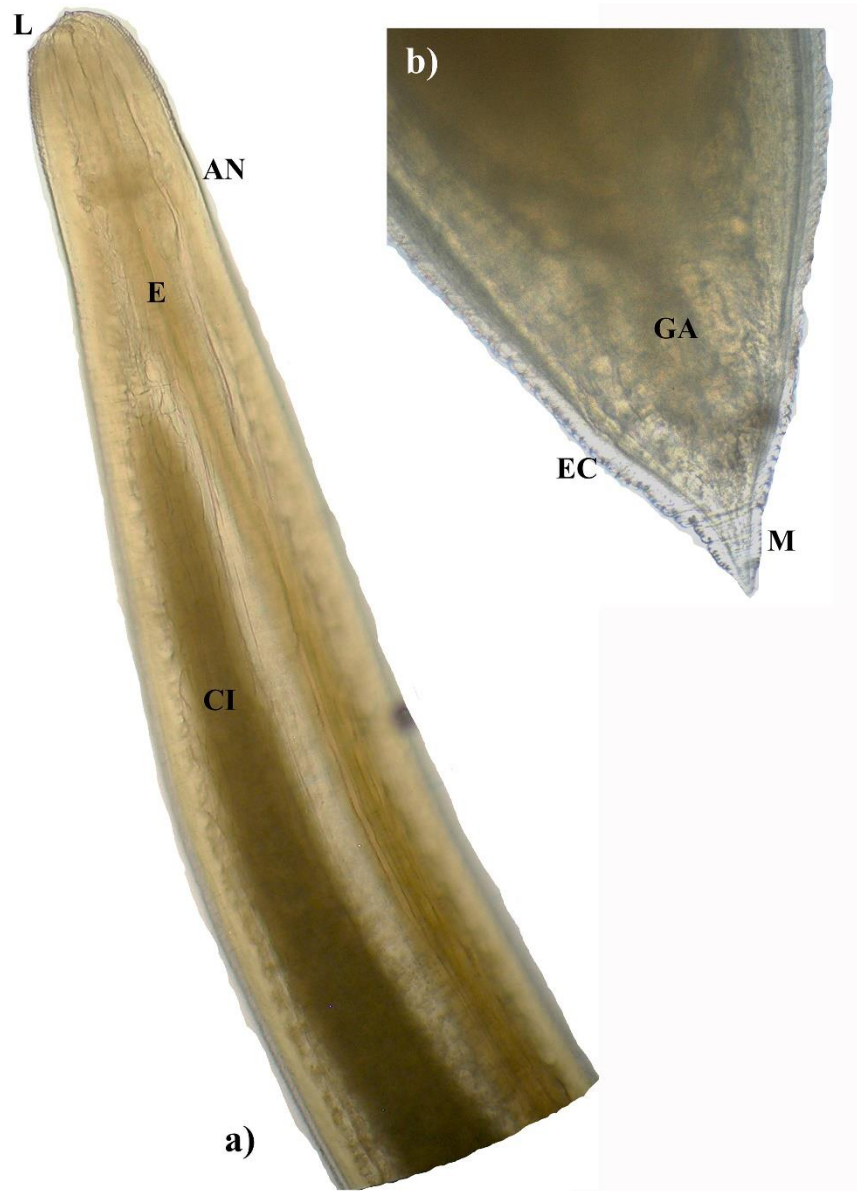


Figura 17.- *Contracaecum* sp. A) Extremo anterior. L = labios ventrolaterales, CI = ciego intestinal, E = esófago, AN = anillo nervioso. B) Cauda. EC = estriación cuticular, GA = glándulas anexas, M = mucrón.

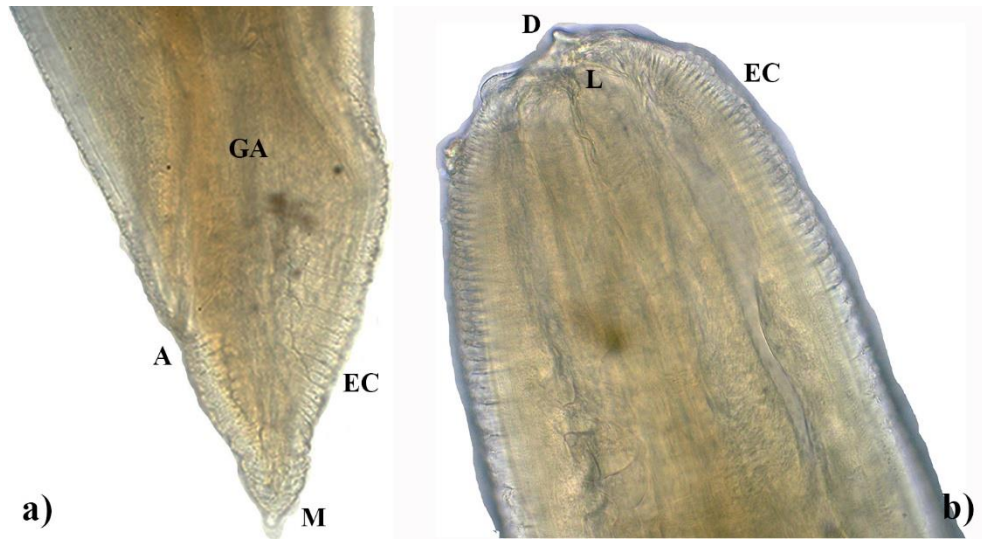


Figura 18.- *Contracaecum* sp. A) Extremo posterior. A = ano, EC = estriación cuticular, GA = glándulas anexas, M = mucrón. B) Extremo cefálico. D = diente cuticular, L = labios ventrolaterales, EC = estriación cuticular.



Orden Rhabditida Railliet, 1915

Familia Rhabdiasidae Railliet, 1915

Género *Rhabdias* Stiles y Hassall, 1905

*Rhabdias pseudosphaerocephala* Kuzmin, 2007

Extremo anterior redondeado, extremo posterior afilado. Cutícula del cuerpo hinchada, especialmente en el extremo anterior, cubierta de pliegues transversales irregulares. Apertura oral redonda, rodeada de 4 labios submedianos sobresaliendo de la apertura oral y 2 pseudolabios laterales. Cápsula bucal en forma de embudo de pared gruesa. Aparato reproductor anfidélfico, vulva ligeramente preecuatorial y huevos ovales, larvados y numerosos, de pared delgada.

Notas taxonómicas: Las características diagnósticas de la especie fueron con base en Kuzmin (2007). *Rhabdias pseudosphaerocephala* es muy similar a *R. fülleborni* Travassos, 1926 en su morfología general y especificidad hospedatoria, pero se diferencian porque *R. fülleborni* presenta un cuerpo más delgado, especialmente en el extremo anterior y una parte más estrecha en la parte anterior del esófago; *R. pseudosphaerocephala* posee un esófago relativamente más corto. La diferencia entre *R. sphaerocephala* Kloss, 1971 y *R. pseudosphaerocephala* es en el número de labios, presentando la primera especie 6 labios rodeando la apertura oral (en vez de 4 descritos para la segunda); además, la distribución geográfica también permite diferenciarlas, ya que *R. sphaerocephala* no se encuentra en América (Kuzmin, 2007). Anteriormente, en una de las dos localidades del presente estudio, Espinoza (2007) registró a *R. fülleborni* en la localidad Cerro de Oro, pero Martínez (2008) por medio de estudios moleculares, morfométricos y de distribución determinó que el material pertenece a *R. pseudosphaerocephala*. Los ejemplares de *Rhabdias* recolectados recientemente de *R. marina* en ambas localidades del presente trabajo comparten las características citadas por Martínez (2008), por lo que se determinaron como *R. pseudosphaerocephala*.

Registros previos de *Rhabdias* en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

*Rhabdias pseudosphaerocephala*

Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Presa Cerro de Oro, Oaxaca.
- Río Huixtla, Chiapas.
- Presa Rodrigo Gómez, Nuevo León.
- Río Pesquería, Nuevo León.
- Lago de Catemaco, Veracruz.
- Puerto de Veracruz, Veracruz.

Familia Hylidae

- *Smilisca baudini*, Potrero Viejo, Veracruz.

Familia Ranidae

- *Lithobates* sp., Carretera Acapulco-Aeropuerto, Guerrero.
- San Pedro Las Playas, Guerrero.
- Presa Rodrigo Gómez, Nuevo León.
- Laguna Montford, Nuevo León.
- *Lithobates vaillanti*, Laguna Escondida, Veracruz.

*Rhabdias füelleborni*

Familia Bufonidae

- *Incilius marmoreus*, Emiliano Zapata, Jalisco.
- *Incilius nebulifer*, Neblinas, Querétaro.
- Lagunas de Yalahau, Yucatán.
- *Rhinella marina*, Emiliano Zapata, Jalisco.
- La Laguna (Higueras), Nuevo León.
- Río Pesquería (Zuazua), Nuevo León.
- La Presita (El Carmen), Nuevo León.
- Presa Presidente Miguel Alemán (Temascal), Oaxaca.
- Lago de Catemaco, Veracruz.
- Lagunas de Yalahau, Yucatán.

Familia Hylidae

- *Smilisca cyanosticta*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz.
- *Lithobates berlandieri*, La Laguna (Higueras), Nuevo León.
- *Lithobates vaillanti*, Laguna Escondida, Veracruz.
- *Lithobates brownorum*, Lagunas de Yalahau, Yucatán.
- Reserva de la Biósfera de Celestún, Yucatán.



Figura 19.- *Rhabdias pseudosphaerocephala*. a) Región anterior. L = labios, CB = cápsula bucal, AN = anillo nervioso, F = faringe. b) Región posterior. c) Región media. V = vagina.

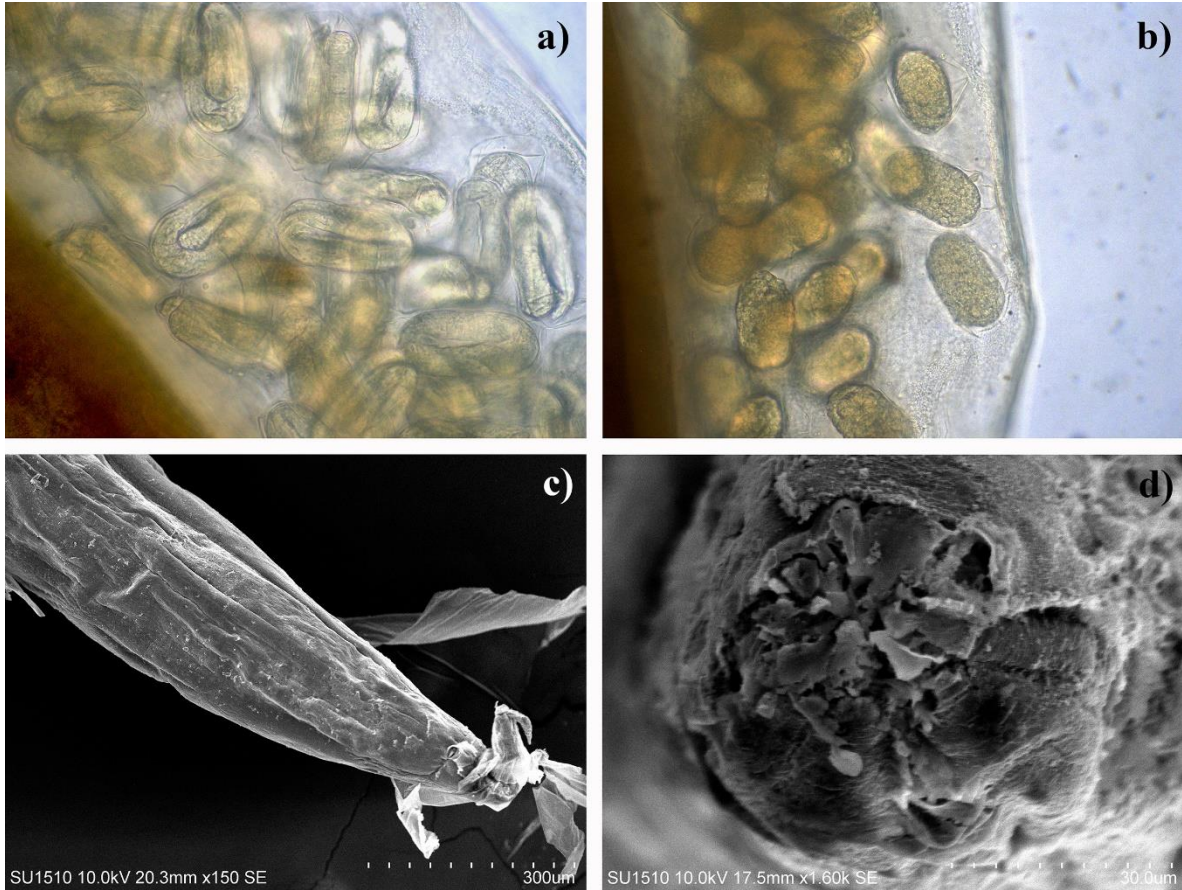


Figura 20.- *Rhabdias pseudosphaerocephala*. a) Huevos larvados b) Huevos morulados. c) Región anterior. Escala = 300 µm. d) Labios. Escala = 30 µm.

Familia Trichostrongylidae Leiper, 1912

Subfamilia Oswaldocruziinae Skrjabin & Schikhob, 1952

Género *Oswaldocruzia* Travassos, 1917

*Oswaldocruzia* sp.

La región cefálica en los ejemplares hembras obtenidos presentan cutícula vesicular en la región apical, la cual está dividida en una parte anterior larga y una posterior más pequeña, lo que semeja un capuchón cefálico. La cavidad bucal pequeña. La cutícula presenta estriaciones transversales y crestas longitudinales. La cola se estrecha hasta tomar una forma puntiaguda, es anfidelfa y la vulva se localiza en la mitad posterior del cuerpo.

Nota. Las características diagnósticas fueron con base en Yamaguti (1961). Debido a que sólo se encontraron ejemplares hembras no se pudo determinar específicamente puesto que la taxonomía del género se basa principalmente en características de los machos (particularmente arreglo de los rayos de la bursa copulatriz y la forma y dimensiones de las espículas). Espinoza (2007) comparó ejemplares de hembras colectados en la localidad PCO y determinó que tenían caracteres compartidos con *O. subauricularis*, sin embargo, tres especies de *Oswaldocruzia* han sido registradas en *R. marina* en México: *O. pipiens* en el norte del país (Baker, 1976), *O. subauricularis* y *O. lamotheargumedei* en el centro y sureste del país (Ruiz, 2013). Por lo tanto, no podemos asignar nuestros ejemplares a alguna de las tres especies debido a la falta de ejemplares machos.

Registros previos en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

*Oswaldocruzia* sp.

Familia Bufonidae

- *Bufo marinus*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz
- Lago de Catemaco, Veracruz
- Presa Cerro de Oro, Oaxaca
- Estación de Biología Chamela, Jalisco

- Lagunas de Yalahau, Yucatán
- *Incilius marmoreus*, Laguna El Zacatal, Veracruz
- Estación de Biología Chamela, Jalisco

Familia Craugastoridae

- *Craugastor rhodopsis*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz
- Laguna El Zacatal, Veracruz
- Laguna Escondida, Veracruz

Familia Hylidae

- *Smilisca baudinii*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz
- *Smilisca cyanosticta*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz

Familia Leptodactylidae

- *Leptodactylus melanonotus*, Carretera 180 Km 52 Villahermosa-Frontera, Tabasco
- Emiliano Zapata (La Huerta), Jalisco
- Frontera Corozal (Ocosingo), Chiapas
- Laguna Escondida, Veracruz
- Rancho El Pinito, Guerrero

Familia Ranidae

- *Lithobates berlandieri*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz
- *Lithobates vaillanti*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz
- Laguna Escondida, Veracruz

*Oswaldocruzia pipiens*

Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Río Pesquería, Nuevo León.
- *Incilius mazatlanensis*, Sonora.

Familia Hylidae

- *Pseudacris regilla*, Cataviña, Baja California Norte.
- *Pseudacris hypochondriaca*, La Bocana, Baja California Norte.
- Sierra La Laguna, Baja California Norte.
- San Ignacio, Baja California Norte.
- *Pseudacris regilla*, San Ignacio, Baja California Sur.
- Sierra La Laguna, Baja California Sur.
- Miraflores, Baja California Sur.

Familia Leptodactylidae

- *Leptodactylus melanonotus*, Alamos, Sonora.

Familia Ranidae

- *Lithobates* sp., Presa Rodrigo Gómez, Nuevo León.
- Laguna Montford, Nuevo León.
- *Lithobates magnaocularis*, Sinaloa.
- *Lithobates tarahumarae*, Yecora, Sonora.

*Oswaldocruzia subauricularis*

Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Río Huixtla, Chiapas
- Cenote Xtoloc, Yucatán

Familia Hylidae

- *Smilisca baudinii*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz

Familia Leptodactylidae

- *Leptodactylus melanonotus*, Coquimatlán, Colima
- Laguna de Tres Palos, Guerrero
- San Pedro Las Playas, Guerrero
- Río San Antonio, Oaxaca
- Centro Acuícola de Teapa, Tabasco
- Laguna Champayán, Tamaulipas
- Laguna del Chairel, Tamaulipas

Familia Ranidae

- *Lithobates* sp., Rancho Julio Carrillo (Ticuiztán), Colima
- Rancho Julio Carrillo (Ticuiztán), Colima
- San Pedro Las Playas, Guerrero
- Carretera Acapulco-Aeropuerto, Guerrero
- *Lithobates vaillanti*, Laguna Escondida, Veracruz
- *Lithobates brownorum*, Lagunas de Yalahau, Yucatán





Figura 21.- *Oswaldocruzia* sp. a) Región anterior. E = esófago. B) Región posterior. C = cloaca. c) Región media. V = vulva

Familia Onchocercidae Leiper, 1911

Subfamilia Dirofilarinae Sandground, 1921

Género *Foleyellides* Caballero, 1935

*Foleyellides* sp.

Los ejemplares obtenidos son gusanos de cavidad largos, blanquecinos y transparentes, presentan 4 pares de papilas cefálicas. Alas lateral y caudal presentes. Un par de estructuras similares a aletas en los costados de la boca, esófago dividido en una porción muscular y corta, y otra glandular más larga y gruesa. Vulva en la unión de la región esofagointestinal.

Notas taxonómicas: Las características diagnósticas que permitieron la determinación a nivel de género fueron con base en Esslinger (1986). No se pudo llevar a cabo una determinación específica debido a que todos los ejemplares colectados fueron hembras y las diagnósisis de las especies se basan principalmente en las características que presentan los machos, como la forma y tamaño de las espículas, así como el número de papilas caudales. El género es parásito de anfibios anuros, predominantemente de Ranidae; en México se han registrado dos especies (García-Prieto, 2014) *F. striatus* Ochoterena y Caballero, 1932, en *Rana montezumae* Baird, 1854 y *F. rhinellae* García, Ruiz, Osorio y Merlo, 2014, descrita para *Rhinella marina* en Laguna de Coyuca, Guerrero, siendo la primer especie registrada en bufónidos en México. Por lo tanto, sería necesario obtener ejemplares en futuras colectas para identificar si los presentes en la localidad CT, Oaxaca pertenecen a una de estas especies o se trata de una especie nueva, ya que es el primer registro que se hace en esta localidad para el género *Foleyellides*.

Registros previos en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

*Foleyellides striatus*

Familia Ranidae

- *Lithobates megapoda*, Lago de Atotonilco (Villa Corona), Jalisco.
- Lago de Chapala (Ocotlán), Jalisco.
- Lago de Cajititlán, Jalisco.
- *Lithobates brownorum*, Lagunas de Yalahau, Yucatán.
- Reserva de la Biósfera de Celestún, Yucatán.
- Reserva de la Biósfera de Río Lagartos, Yucatán.
- *Lithobates dunni*, Lago de Zacapu, Michoacán.
- *Lithobates forreri*, Sinaloa.
- *Lithobates magnaocularis*, Sinaloa.
- *Lithobates megapoda*, Lago de Cuitzeo Michoacán.
- *Lithobates montezumae*, Ciudad de México, Distrito Federal.
- Xochimilco, Distrito Federal.
- Ciénaga de Lerma, Estado de México.
- *Lithobates* sp., Rancho Julio Carrillo (Ticuizitán) Colima.
- Rancho Julio Carrillo (Ticuizitán) Colima.
- Carretera Acapulco-Aeropuerto Guerrero.
- San Pedro Las Playas, Guerrero.
- *Lithobates tarahumarae*, Yecora, Sonora.

*Foleyellides* sp.

Familia Ranidae

- *Lithobates psilonota*, Zapopan, Jalisco.
- Atenquique, Jalisco.

*Foleyellides rhinellae* García, Ruiz, Osorio y Merlo, 2014

Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Laguna de Coyuca, Guerrero.

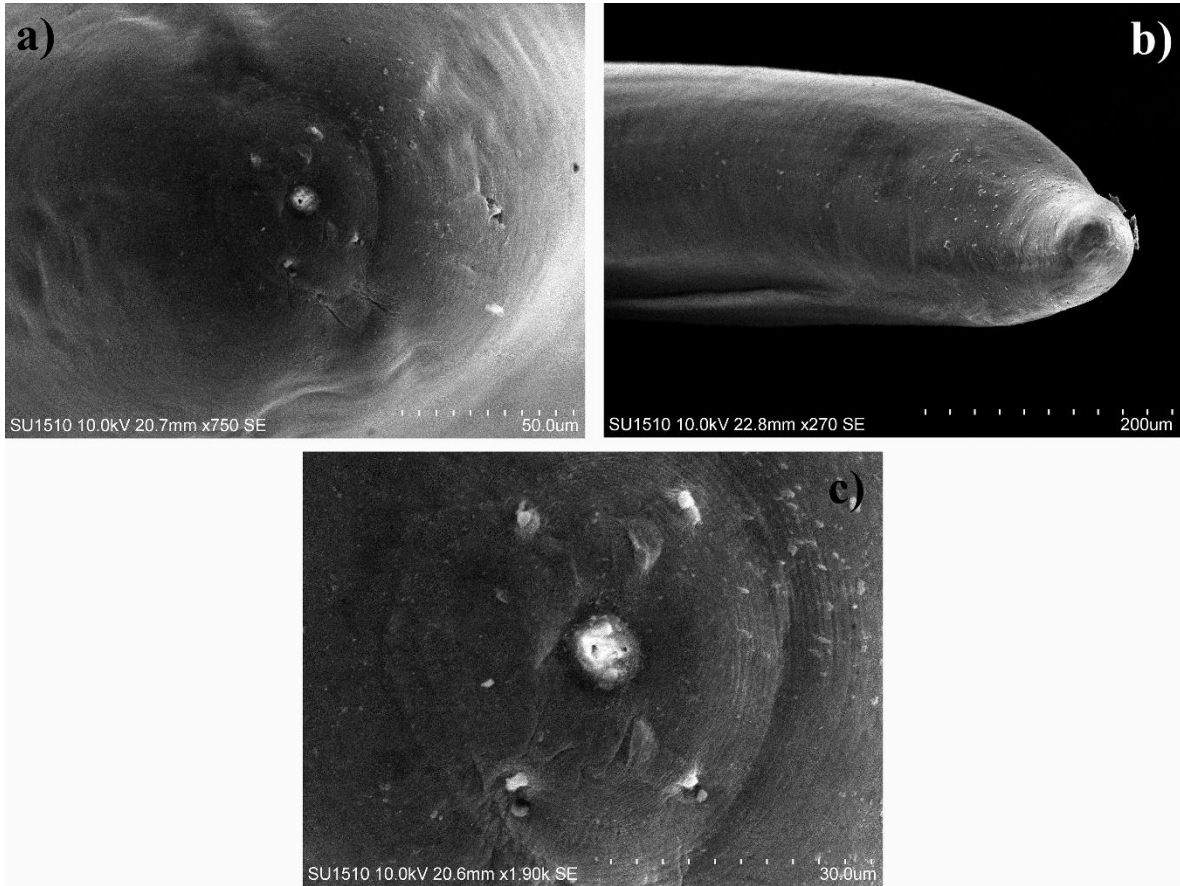


Figura 22.- *Foleyllides* sp. a) Región oral observándose las estructuras paraestomales. b) Región caudal. c) Vista apical de la región oral.

Phylum Plathyelminthes Gebenbaur, 1859

Clase Digenea Van Beneden, 1858

Familia Macroderoididae Mc Mullen, 1937

Género *Choledocystus* Pereira & Cuocolo, 1941

*Choledocystus hepatica* (Lutz, 1928) Sullivan, 1977

Gusanos robustos de los conductos hepáticos. Presentan prefaringe. Los ciegos llegan hasta cerca del extremo posterior. Testículos esféricos a transversalmente alargados, de contorno regular, situados diagonalmente en la mitad de la región corporal, testículo anterior situado a la izquierda. Bolsa del cirro sacular. Ovario dextral, esférico, regular en su contorno, pretesticular (entre la zona del testículo anterior y el acetábulo). Canal de Laurer presente. Útero extracecal con espirales transversas llenando la totalidad de la zona posterior del cuerpo hasta los testículos. Poro genital preacetabular, medial o submedial. Glándulas vitelógenas acinosas que se distribuyen en los campos laterales del cuerpo, solapándose dorsalmente a los ciegos y ventralmente, comenzando posteriores al nivel de la bifurcación cecal y extendiéndose hasta o cercanamente más allá del nivel del testículo posterior. El útero se distribuye en la región intercecal. Vesícula excretora en forma de “Y” con tronco largo bifurcándose entre los testículos, los brazos alcanzan el nivel acetabular.

Notas taxonómicas: Las características diagnosticas de la especie fueron con base en Sullivan (1977) y Razo-Mendivil *et al.* (2006). La especie es la única registrada para México dentro del género *Choledocystus*, el cual fue restablecido como género válido por Razo-Mendivil *et al.* (2006). Debido a su preferencia hospedatoria que presenta hacia *R. marina*, además de estudios filogenéticos que demuestran que *Choledocystus* conforma un linaje independiente del género *Glypthelmins*, y características estudiadas por este autor validan a este género, como son la configuración del útero ascendente y la presencia de una estructura en forma de ventosa que rodea el atrio genital. Prudhoe y Bray (1982) mencionan la ausencia de un receptáculo seminal y la extensión de las asas uterinas en la región

externa de los ciegos intestinales como rasgos determinantes para separar a *Choledocystus* de *Glyphelmins*.

Registros previos en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE; Razo-Mendivil, 2004):

#### Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Corozal, Chiapas.
- Río Huixtla, Chiapas.
- San Pedro Las Playas, Tres Palos, Guerrero.
- Presa Cerro de Oro, Oaxaca.
- Paso Canoa, Río Papaloapan, Oaxaca.
- Tuxtepec, Oaxaca.
- Laguna de Tres Palos, Guerrero.

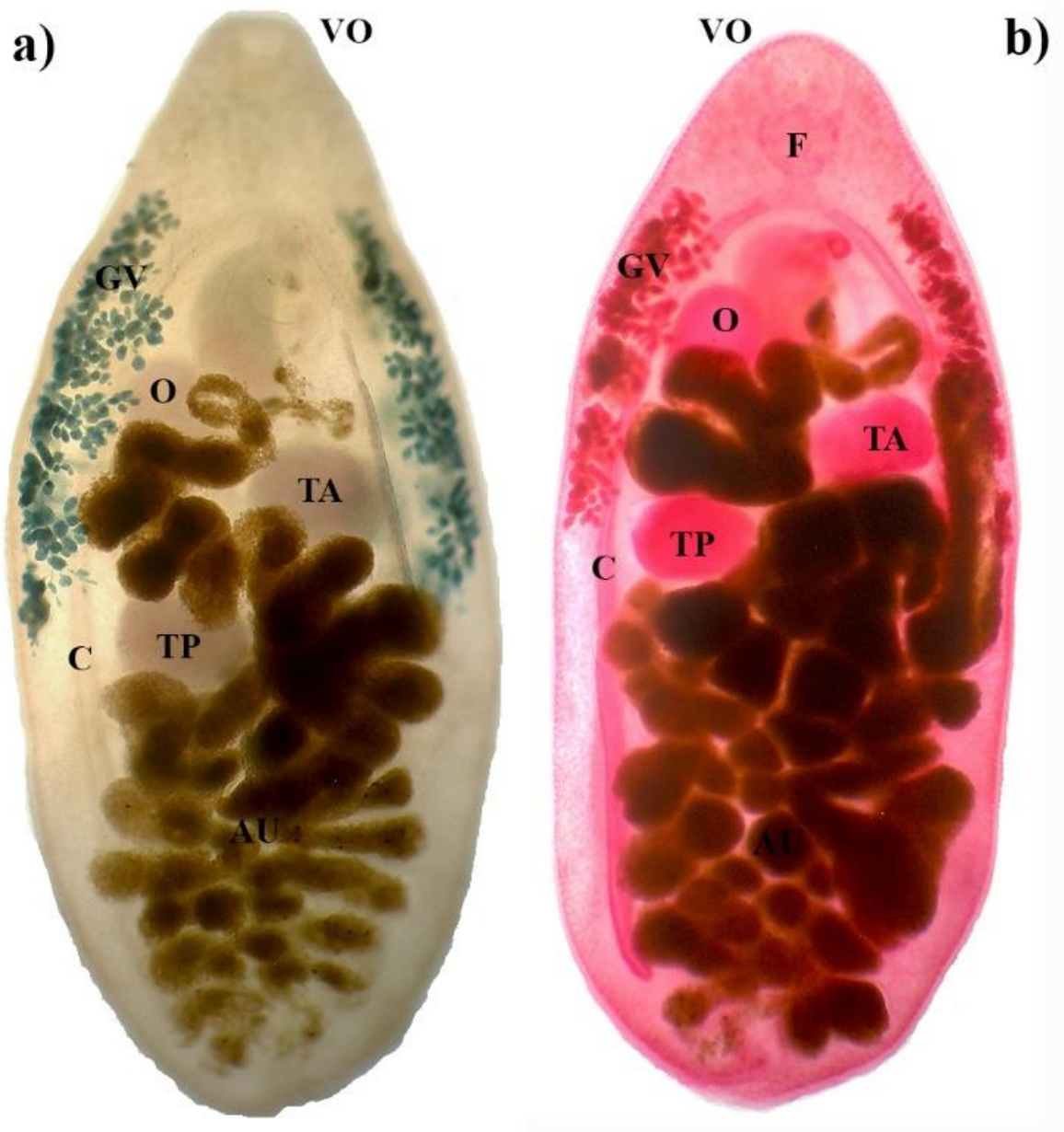


Figura 23.- *Choledocystus hepatica*. VO = ventosa oral, A = acetábulo, GV = glándulas vitelógenas, O = ovario, TA = testículo anterior, TP = testículo posterior, AU = asas uterinas, C = ciego Intestinal.

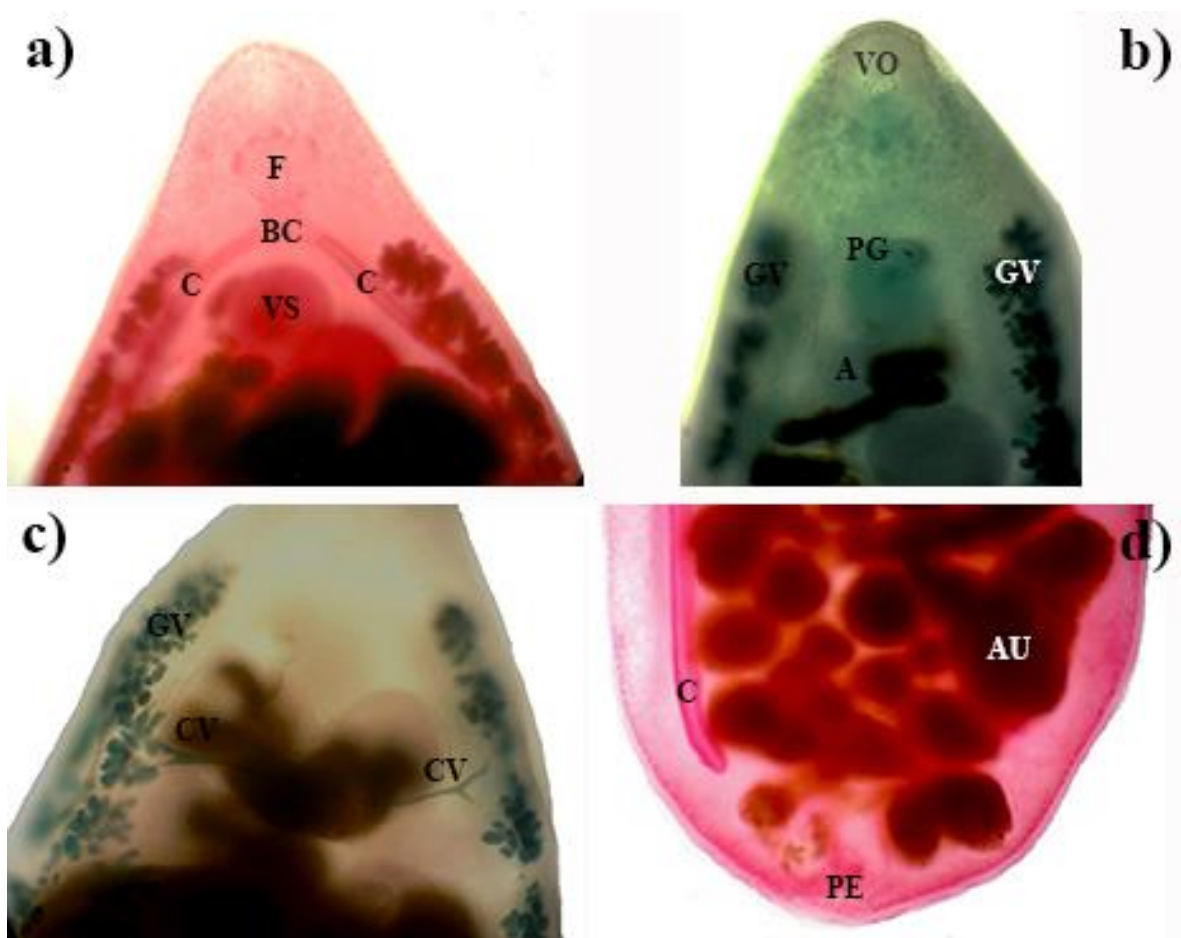


Figura 24.- *Choledocystus hepatica*. a), b) Extremo anterior. VO = ventosa, F = faringe, BC = bifurcación cecal, VS = vesicula seminal, C = ciegos, GV = glándulas vitelógenas, PG = poro genital, A = acetábulo. c) GV = glándulas vitelógenas, CV = conductos vitelógenos. d) Extremo posterior. C = ciego, AU = asas uterinas, PE = poro excretor.



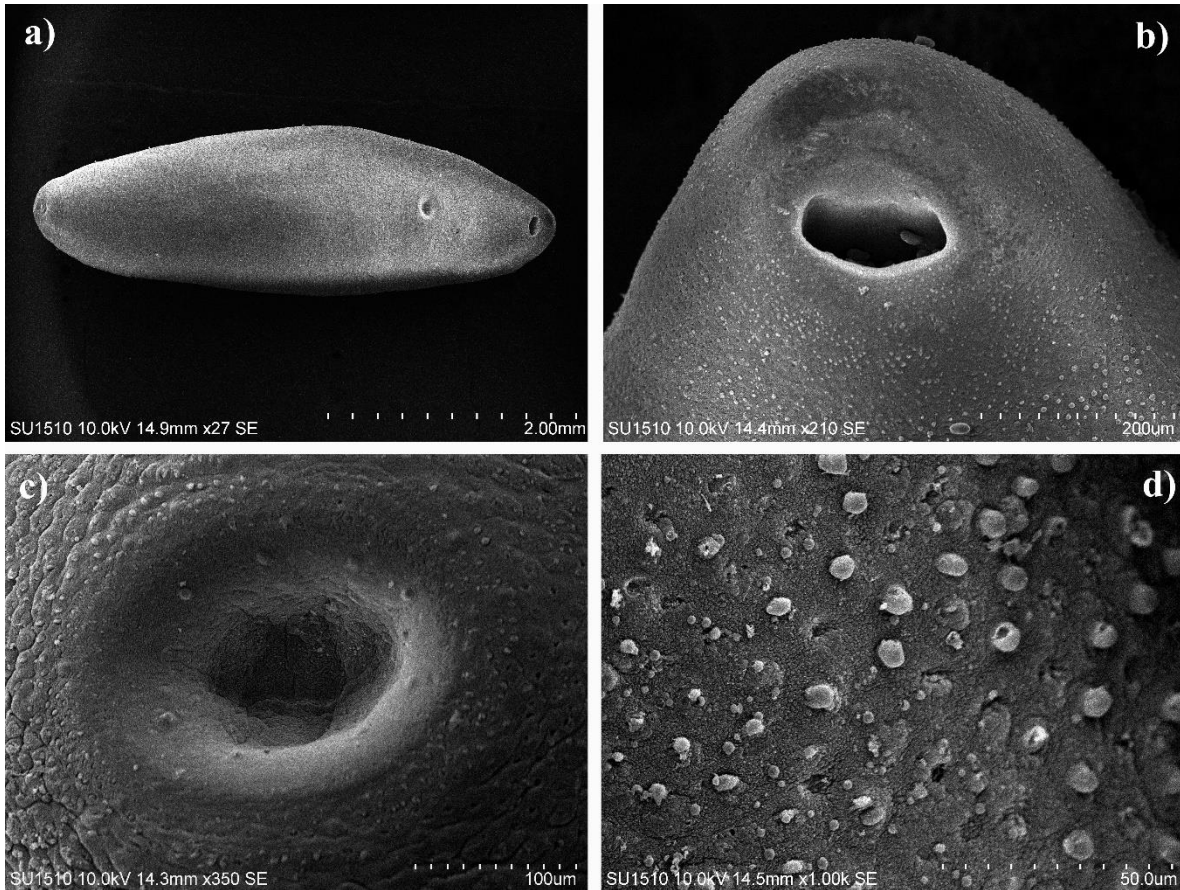


Figura 25.- *Choledocystus hepatica*. a) Vista ventral de cuerpo completo, donde se observa el poro genital lateral. b) Ventosa oral. c) Acetábulo. d) Espinas corporales.

Superfamilia Microphalloidea

Familia Lecithodendriidae (Luhe, 1901) Odhner, 1910

Subfamilia Pleurogeninae (Looss, 1899) Travassos, 1921

Género *Langeronia* Caballero & Bravo-Hollis, 1949

*Langeronia macrocirra* Caballero & Bravo-Hollis, 1949

Cuerpo cónico redondeado posteriormente y cubierto de espinas. Ventosa oral subterminal, más pequeña que el acetábulo, el cual está localizado en la parte central; faringe pequeña y esférica; esófago largo y recto; ciegos intestinales se extienden posteriormente al acetábulo, poro genital lateral localizado al lado izquierdo del acetábulo. Testículos arreglados simétricamente entre la terminación de los ciegos y al acetábulo. Ovario localizado entre el acetábulo y el ciego derecho, anterior a los testículos. Las glándulas vitelógenas foliculares, dispuestas lateralmente desde el nivel posterior de la ventosa oral hasta el extremo posterior de los testículos. Vesícula excretora en forma de "V".

Notas taxonómicas: La diagnosis fue con base en Martínez-Salazar (2004). En México se han registrado 2 especies del género *Langeronia* parasitando principalmente el intestino de anfibios del género *Lithobates*: *L. macrocirra* y *L. jimenezi* (Martínez-Salazar, 2004), aunque la autora sugiere que hay sinonimia entre estas dos especies. Los registros de *L. jimenezi* mencionan que se recolectó en Nuevo León en el hospedero *Lithobates berlandieri*, a diferencia de *L. macrocirra* que ha sido colectada en *R. marina* en Colima, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Yucatán. Paredes (2000) mencionó la gran variación de los caracteres morfológicos de ejemplares recolectados de *L. macrocirra* en Laguna escondida contra los recolectados en la estación de Los Tuxtlas dándose principalmente en el tamaño del cuerpo, la forma y tamaño de los órganos reproductores y la distribución de las glándulas vitelógenas. Martínez-Salazar (2004) reconoce como válidas tres especies del género *Langeronia*: *L. brenesi*, *L. burseyi* y *L. macrocirra*, de las cuales esta última se encuentra en México y las dos restantes en USA y considera a la especie como polimórfica debido a que presenta variación principalmente en la forma del cuerpo, presencia o ausencia de la

prefaringe, en la localización del poro genital y en la distribución y forma de las glándulas vitelógenas. Este es el primer registro que se tiene para esta especie en la localidad Presa Cerro de Oro, Oaxaca.

Registros previos de en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

#### Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Coquimatlán, Colima.
- La Laguna (Higueras), Nuevo León.
- Río Tehuantepec, Oaxaca.
- Salto del Eyipantla, Veracruz.
- Lago de Catemaco, Veracruz.
- Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz.
- Lagunas de Yalahau, Yucatán.

#### Familia Hylidae

- *Smilisca baudinii*, Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz.

#### Familia Ranidae

- *Lithobates* sp., Rancho Julio Carrillo (Ticuizitán), Colima.
- La Parotita, Colima.
- Coquimatlán, Colima.
- Presa Rodrigo Gómez, Nuevo León.
- Río Pesquería, Nuevo León.
- Tehuantepec, Oaxaca.
- *Lithobates brownorum*, Tuxtla Gutiérrez (Jardín Botánico), Chiapas.
- Lagunas de Yalahau, Yucatán.
- Reserva de la Biósfera de Río Lagartos, Yucatán.
- Reserva de la Biósfera de Celestún, Yucatán.
- *Lithobates berlandieri*, Presa Rodrigo Gómez, Nuevo León.
- Río Pesquería, Nuevo León.
- La Laguna (Higueras), Nuevo León.
- Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz.
- *Lithobates tarahumarae*, Yecora, Sonora.
- *Lithobates vaillanti*, Chapultepec, Oaxaca.

- San José Independencia, Oaxaca.
- Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz.
- Laguna Escondida, Veracruz.
- Lagunas de Yalahau, Yucatán.

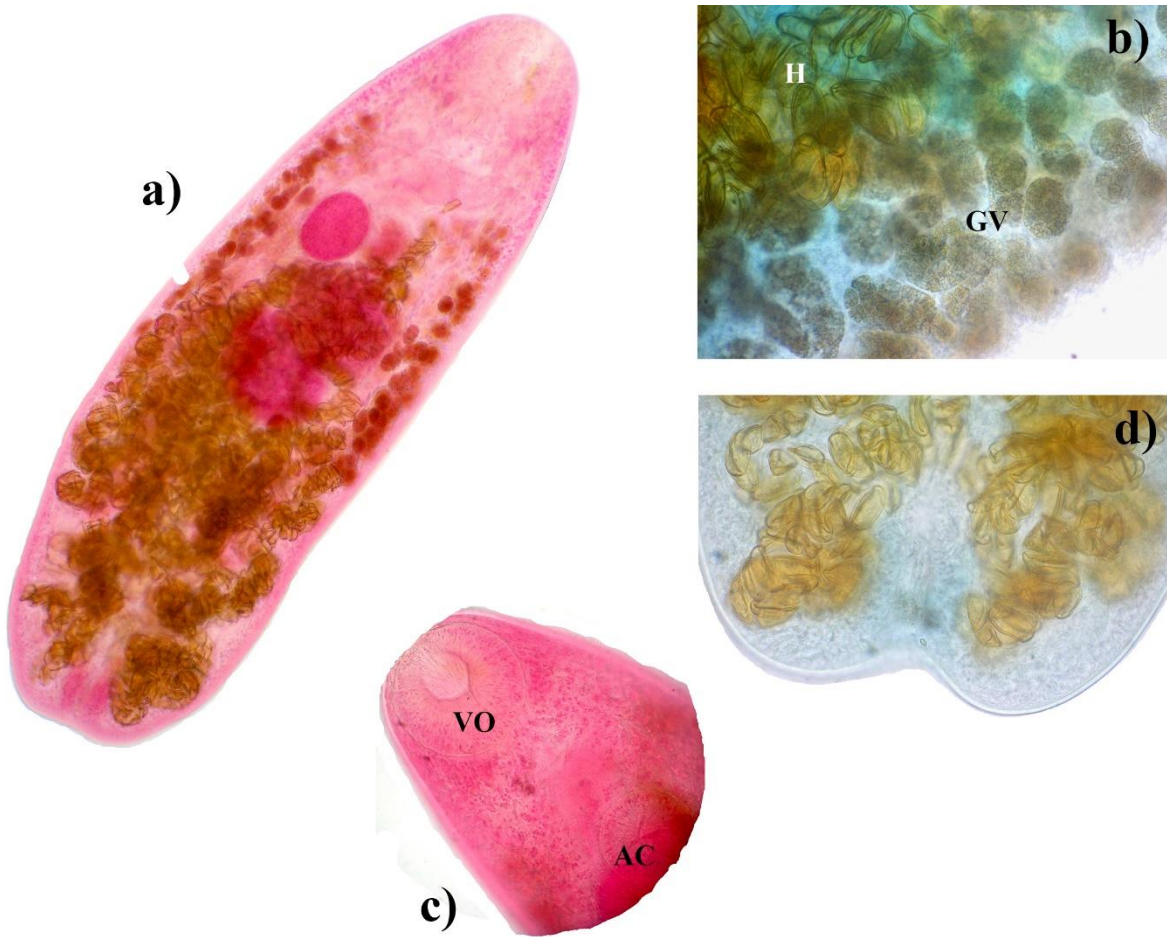


Figura 26.- *Langeronia macrocirra*. a) Vista ventral. O = ovario, TA = testículo anterior, TP = testículo posterior, V = glándulas vitelógenas, PE = poro excretor. b) H= huevos, GV = glándulas vitelógenas. c) Extremo anterior. VO = ventosa oral, A = acetábulo. d) Extremo posterior mostrando el poro excretor.

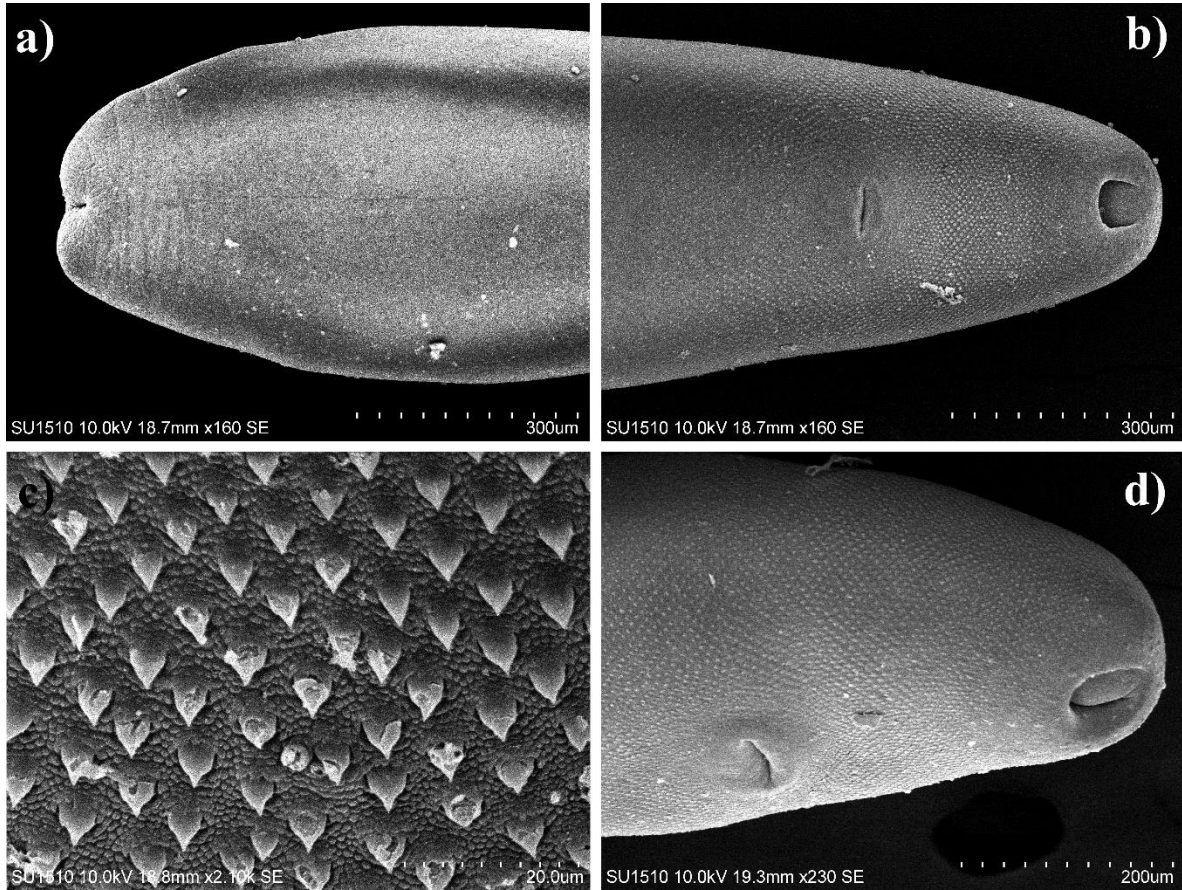


Figura 27.- *Langeronia macrocirra*. a) Extremo posterior donde se observa el poro excretor. b) Extremo anterior donde se observa la ventosa oral y el acetábulo. c) Espinas corporales afiladas. d) Vista lateral del extremo anterior.

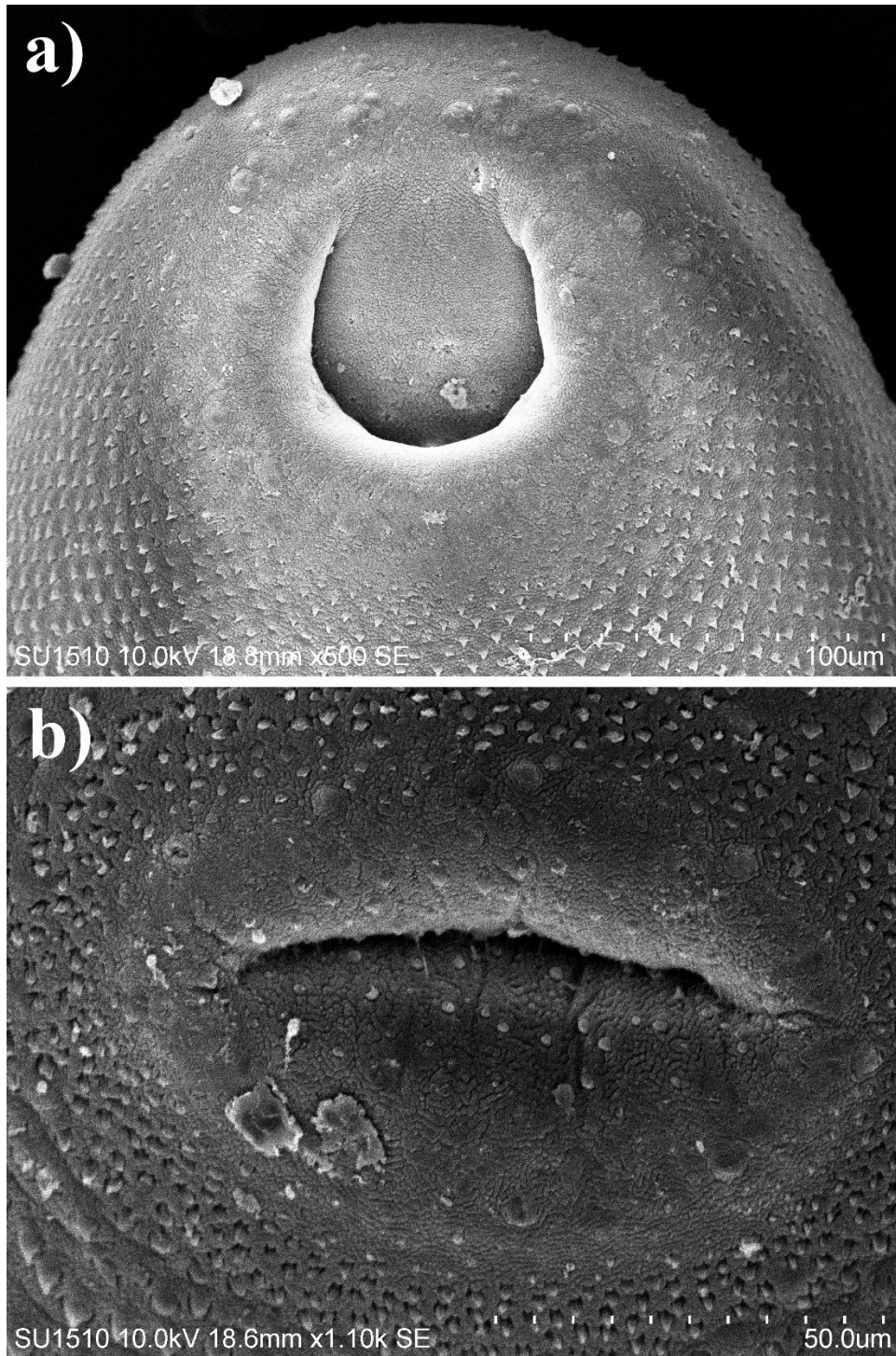


Figura 28.- *Langeronia macrocirra*. a) Ventosa oral donde se observan papilas. b) Acetábulo donde se observan papilas.

Superfamilia Gorgoderoidea Looss, 1899

Familia Gorgoderidae Looss, 1899

Subfamilia Gorgoderinae Looss, 1899

Género *Gorgoderina* Looss, 1902

*Gorgoderina megalorchis* Bravo-Hollis, 1948

Trematodos parásitos de la vejiga urinaria, tienen cuerpo cilíndrico, alargado, extremos adelgazados, siendo la región anterior más atenuada que la posterior. Ventosa oral subterminal. Ventosa ventral prominente, en el tercio anterior del cuerpo. Esófago corto, Ciegos intestinales simples, terminal cerca del extremo posterior. Dos testículos, intercecales, postováricos, en tándem, poro genital medial o submedial, de tamaño mayor al ovario. Ovario en el medio tercio corporal, submedial. Útero complejo donde las asas uterinas se distribuyen principalmente en la parte posterior del cuerpo, extendiéndose lateralmente a los ciegos. Masas vitelinas en dos cuerpos compactos, lobuladas, pareadas, preováricas. Vesícula excretora delgada, en forma de "I"; poro excretor terminal.

Notas taxonómicas: Las características diagnósticas de la especie fueron con base en Bravo (1948). Hay registro de 6 especies del género *Gorgoderina* para México (Mata-López, 2005, 2006). *Gorgoderina megalorchis* fue descrita por Bravo (1948) en *R. marina* en la localidad de Tuxtepec, Oaxaca. Las características que el material obtenido en el presente trabajo coinciden con las descritas por ambos autores. El presente material de *Gorgoderina megalorchis* es el primer registro en la localidad Presa Cerro de Oro.

Registros previos en anfibios para México (Mata-López, 2005; Paredes-León *et al.*, 2008):

Familia Bufonidae

- *Rhinella marina*, Paso Canoa, Oaxaca.
- Tuxtepec, Oaxaca.

Familia Hylidae

- *Ecnomiohyla miotympanum*, Paraje de los osos, Villa de Santiago, Nuevo León.





Figura 29.- *Gorgoderina megalorchis*. VO = ventosa oral, E = esófago, CI = ciego intestinal, A = acetábulo, O = ovario, TA = testículo anterior, TP = testículo posterior.

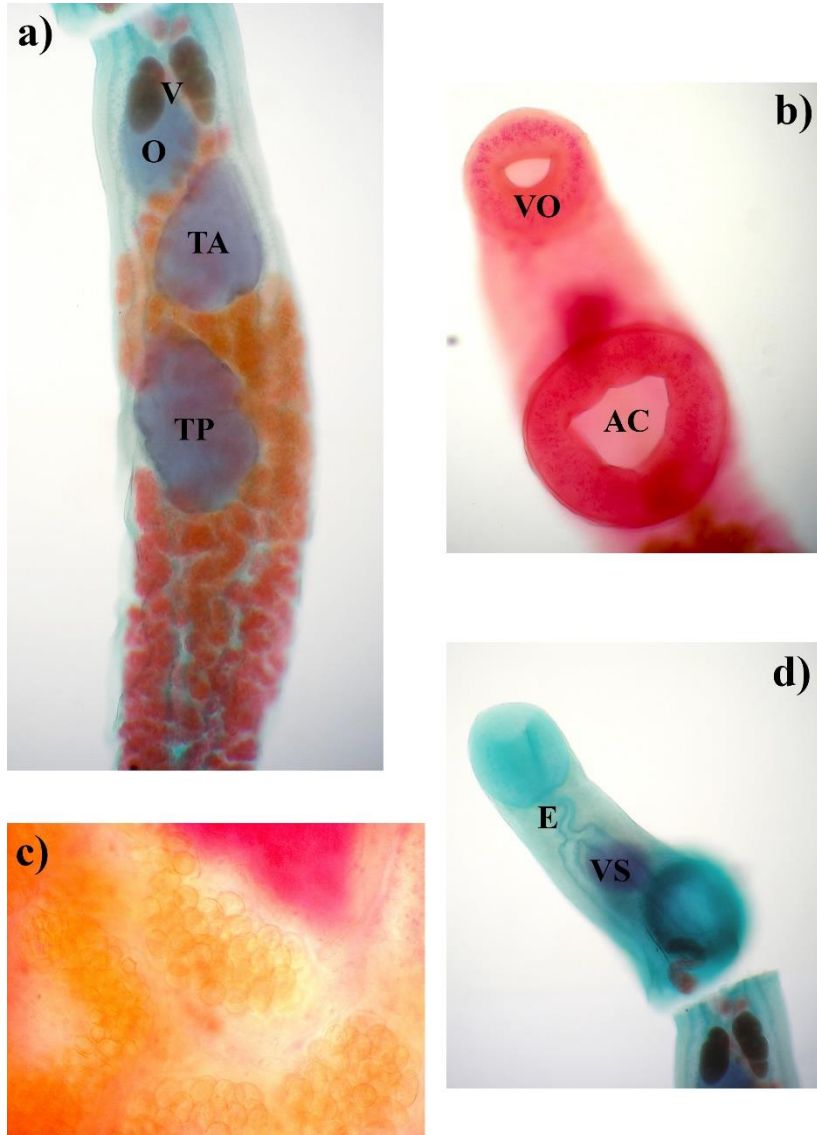


Figura 30.- *Gorgoderina megalorchis*. a) Tercio medio del cuerpo. V = glándulas vitelógenas, O = ovario, TA = testículo anterior, TP = testículo posterior. b) Tercio Anterior. VO = ventosa oral, A = acetábulo. c) Asas uterinas con huevos. d) Tercio anterior. E = esófago, VS = vesícula seminal.



Figura 31.- *Gorgoderina megalorchis*. a) Vista ventral de cuerpo completo. b) Ventosa oral. c) Acetábulo protruido. d) Acetábulo contraído, papilas visibles.

Clase Cestoidea Rudolphi, 1808

Orden Cyclophyllidea Van Beneden, in Braun, 1900

Familia Nematotaeniidae Lühe, 1910

Nematotaeniidae gen. sp.

Estróbilo cilíndrico, filiforme e indistintamente segmentado excepto posteriormente. Escólex provisto de cuatro ventosas, no presenta rostelo. Par simple de órganos genitales en cada segmento. Poros genitales marginales, alternados irregularmente. Ovario y vitelaria compactos. Cápsulas paruterinas en un rango de 16 a 25 por proglótido.

Notas taxonómicas: Características diagnósticas con base en Prudhoe y Bray (1982). No se pudo llegar a nivel de especie debido a que las características en el material teñido no fueron fácilmente observadas, además de que presentaba ciertas características del género *Distoichometra* en el que las cápsulas paruterinas se encuentran agrupadas, pero en el presente material están localizadas en la región central del proglótido y en la descripción de esta especie se localizan en la región posterior; y características de *Nematotaenia* como el número de cápsulas paruterinas que van de 5 a 150, solo que en la descripción de la especie se encuentran distribuidas a lo largo del proglótido, por lo que se requiere analizar más material para poder determinarlo específicamente. Es el primer registro para este taxón en la localidad Presa Cerro de Oro, Oaxaca.

Registros previos en anfibios para México (Paredes-León *et al.*, 2008; CNHE):

Familia Bufonidae

- *Incilius mazatlanensis*, Sonora.
- *Rhinella marina*, Colima, Colima.
- Laguna de Tres Palos, Guerrero.
- Lago de Catemaco, Veracruz.
- Lago de Catemaco, Veracruz.

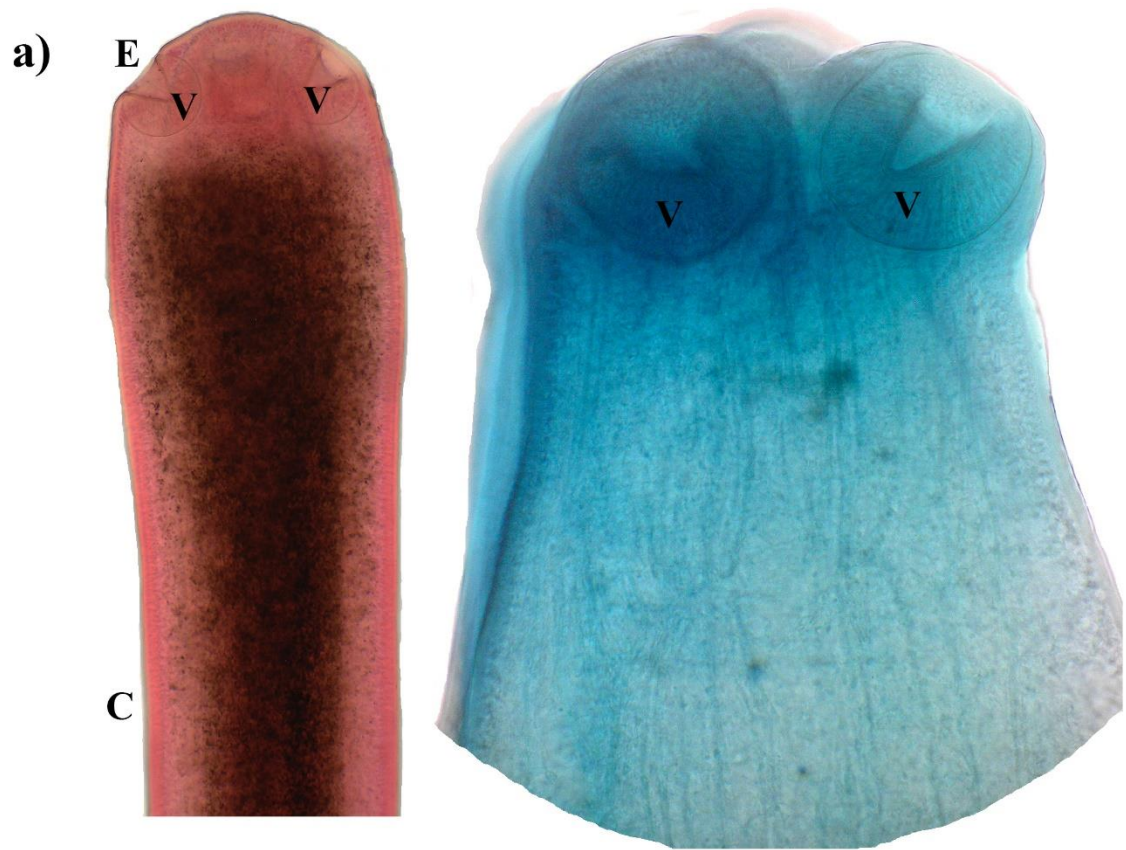


Figura 32.- Nematotaeniidae gen. sp. Vista lateral, V = ventosa, E =escólex, C = cuello.

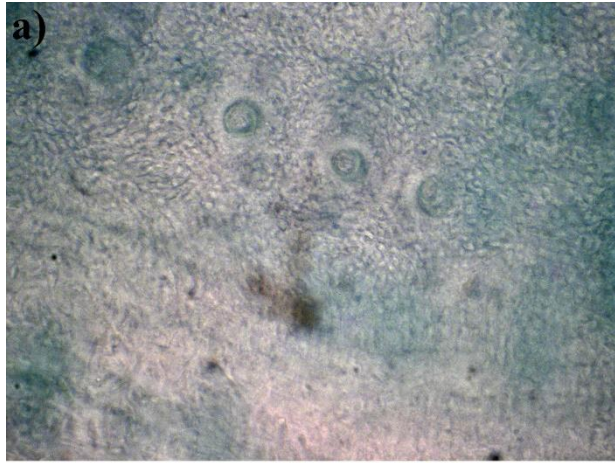


Figura 33.- Nematotaeniidae gen. sp. a) Poros genitales. b), c) Proglótididos maduros.

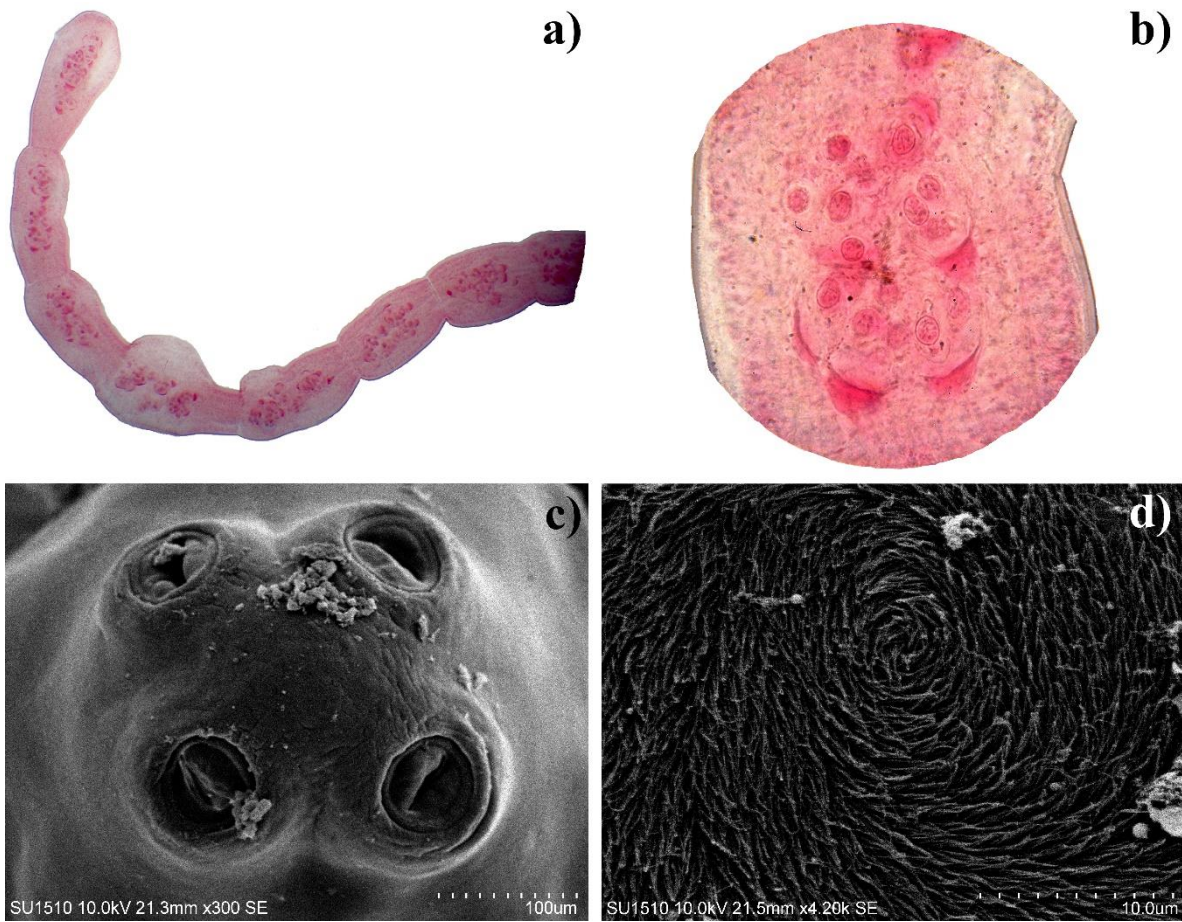


Figura 34.- Nematotaeniidae gen. sp. a) Proglótidos grávidos. b) Proglótido grávido. c) Vista apical de escólex mostrando las 4 ventosas. d) Ápice del escólex.

## 7.4. ECOLOGÍA DE LAS HELMINTIASIS

### 7.4.1. Caracterización de las infecciones

Al considerar los valores de prevalencia y abundancia en PCO, los niveles de infección más elevados fueron los registrados por *R. pseudosphaerocephala* seguido por *A. itzocanensis* (Cuadro 6), mientras que éste último fue el taxón que obtuvo los valores más altos para CT.

Por el contrario, los valores más bajos obtenidos fueron para *Physaloptera* sp., antecedido por *Oswaldocruzia* sp. en PCO y *Contraecaecum* sp., junto con *Oswaldocruzia* sp. para la localidad de Cerro Tepezcuintle. Las filarias de *Foleyellides* sp. fueron colectadas exclusivamente en los sapos muestreados en esta localidad.

El taxón con el mayor número de helmintos estuvo representado por *A. itzocanensis*, mientras que el que tuvo menos representatividad fue *Physaloptera* sp, siendo colectado únicamente en PCO.

Cuadro 6. Parámetros de infección de helmintos parásitos de *R. marina* en las localidades del presente estudio. P=prevalencia, I=intensidad promedio, Abu=abundancia promedio, I-I=intervalo de intensidad, DE=Desviación estándar.

Helminto	"Presa Cerro de Oro"				"Cerro Tepezcuintle"			
	P (%)	I ± DE	Abu ± DE	I - I	P (%)	I ± DE	Abu ± DE	I - I
<i>Choledocystus hepatica</i>	55	16.2±0.7	9±0.4	1-92	5.8	1-266	133.5±23	1-266
<i>Gogoderina megalorchis</i>	17.5	57±5.3	10±0.9	2-226	5.8	12-61	36.5±5.3	12-61
<i>Langeronia macrocirra</i>	7.5	18±1.7	1.3±0.1	8-28	8.8	5-34	50.3±6.5	5-34
Nematotaeniidae gen. sp.	15	5.6±0.5	0.8±0.07	1-15	52.7	1-56	13.7±0.6	1-56
<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	85	33.2±0.9	28.2±0.7	1-122	55.8	1-64	14±0.8	1-64
<i>Folleyellides</i> sp.	–	–	–	–	14.7	1-8	3±0.2	1-8
<i>Aplectana itzocanensis</i>	32.5	100±7	32.6±2.2	7-440	67.6	1-649	115.7±6.2	1-649
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	7.5	2.6±0.2	0.2±0.02	1-5	8.8	1-3	2±0.2	1-3



<i>Contraecum</i> sp.	17.5	4.8±0.3	0.8±0.05	1-10	5.8	2-3	2.5±0.3	2-3
<i>Physaloptera</i> sp.	2.5	1±0.1	0.02±0.0	–	–	–	–	–

### Comparación de prevalencias y abundancias entre localidades

Las prevalencias de *A. itzocanensis*, *R. pseudosphaerocephala*, Nematotaeniidae gen. sp. y de *C. hepatica* presentaron diferencias significativas entre localidades para el análisis de  $\chi^2$  (Cuadro 7), ya que el valor obtenido de  $\alpha$  fue menor al propuesto que es de 0.05, lo que nos demuestra que no hay homogeneidad para la prevalencia entre las poblaciones de estos helmintos para ambas localidades.

Cuadro 7. Comparación de las prevalencias entre localidades, mediante la prueba de  $\chi^2$  (chi cuadrada) con  $\alpha = 0.5$  y GL = 1.

Taxa de helminto	$\chi^2$	$\rho$
<i>C. hepatica</i>	20.233	< 0.0001
<i>G. megalorchis</i>	2.322	0.128
<i>L. macrocirra</i>	3.841	0.835
Nematotaeniidae gen. sp.	13.731	0.000
<i>R. pseudosphaerocephala</i>	7.666	0.006
<i>A. itzocanensis</i>	9.088	0.003
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	0.043	0.835
<i>Contraecum</i> sp.	2.322	0.128

Para evaluar las diferencias en las abundancias de los distintos taxa de helmintos entre las dos localidades, se utilizó un análisis de PERMANOVA (P = 0.0001,  $\alpha = 0.05$ , gl = 1) lo que nos indicó que sí existen diferencias significativas entre las abundancias de las dos localidades.

Estas diferencias en cuanto a las abundancias son evidenciadas en el análisis de Coordenadas principales, donde los ejes explican el 45.6% y el 19.6% de la variación total entre las infracomunidades (Figura 35).

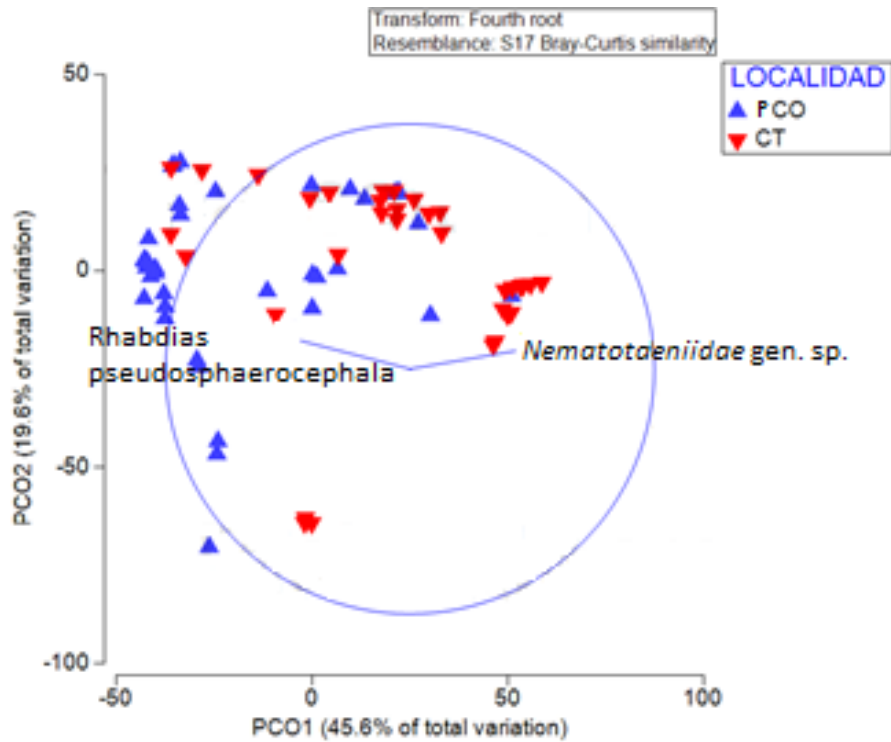


Figura 35. Análisis de Coordenadas Principales de la variación en la abundancia de las infracomunidades y los taxa de helmintos que presentaron una correlación de Pearson  $>0,04$ . Localidad PCO = Presa Cerro de oro, CT = Cerro Tepezcuintle.

Mediante la figura 35, utilizando una correlación de Pearson de 0.4, pudimos evidenciar que las principales especies que hacen estas diferencias son *Nematotaeniidae* gen. sp., que está más relacionada a la localidad de Cerro Tepezcuintle, y *R. pseudosphaerocephala*, que está más relacionada con la localidad PCO

#### 7.4.2. Análisis de la infracomunidad

Los resultados de los análisis para las infracomunidades de helmintos (Cuadro 8) mostraron que la riqueza en ambas localidades es muy similar, presentando valores ligeramente superiores a 2 especies de helmintos por infracomunidad. La especie dominante en PCO fue *Rhabdias pseudosphaerocephala* presente en el 37.5% de las infracomunidades con un valor de dominancia de 0.71, por lo que la equidad presenta valores bajos y en

consecuencia, la diversidad también presenta valores bajos para esta localidad. Situación muy similar para la localidad CT, en la que la especie dominante fue *Aplectana itzocanensis*, que al tener un Berger-Parker de 0.78 y dominar en el 44.1% de las infracomunidades, presenta valores muy bajos para equidad, mostrando que la abundancia proporcional de los helmintos no se encuentra equitativamente distribuidas entre los hospederos y por lo tanto son infracomunidades poco diversas.

Cuadro 8. Composición de las infracomunidades de helmintos de *R. marina* en dos localidades de Oaxaca, México.

	Presa Cerro de Oro	Cerro Tepezcuintle
Riqueza	2.43±1.04	2.29±0.93
Abundancia total	85.2±115.7	109±145.6
Diversidad (Brillouin)	0.68±0.48	0.52±0.42
Equidad (Brillouin)	0.53±0.34	0.44±0.34
Especie dominante	<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	<i>Aplectana itzocanensis</i>
Dominancia (Berger-Parker)	0.71±0.17	0.78±0.17
% de infracomunidades dominadas	37.5%	44.1%
% de Infracomunidades con 0-1 sp. de helmintos	17.5%	20.6%

#### 7.4.3. Análisis del componente de comunidad

En el presente trabajo, se utilizaron curvas de rarefacción como estimador no paramétrico (Figura 36 y 37), para dar fiabilidad y estimar el total de especies que estarían presentes en las localidades. Las curvas junto con sus valores de desviación estándar obtenidos muestran que el número de hospederos revisados fueron los adecuados para estimar la riqueza de especies presentes en ambas localidades, teniendo una tendencia a llegar a la asíntota, mostrando que la riqueza esperada fue la obtenida.

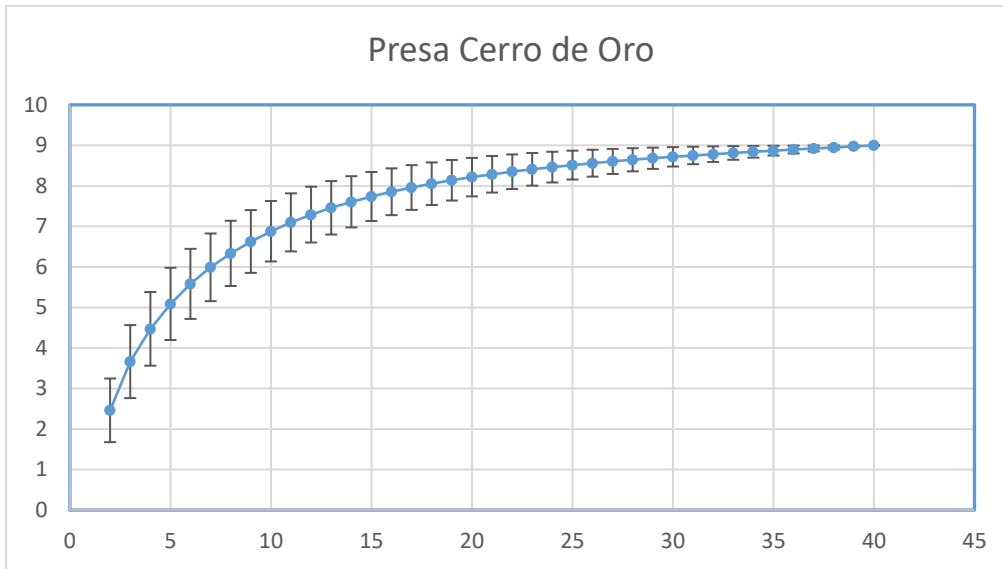


Figura 36. Curva de rarefacción en Presa cerro de Oro, Oaxaca, México.

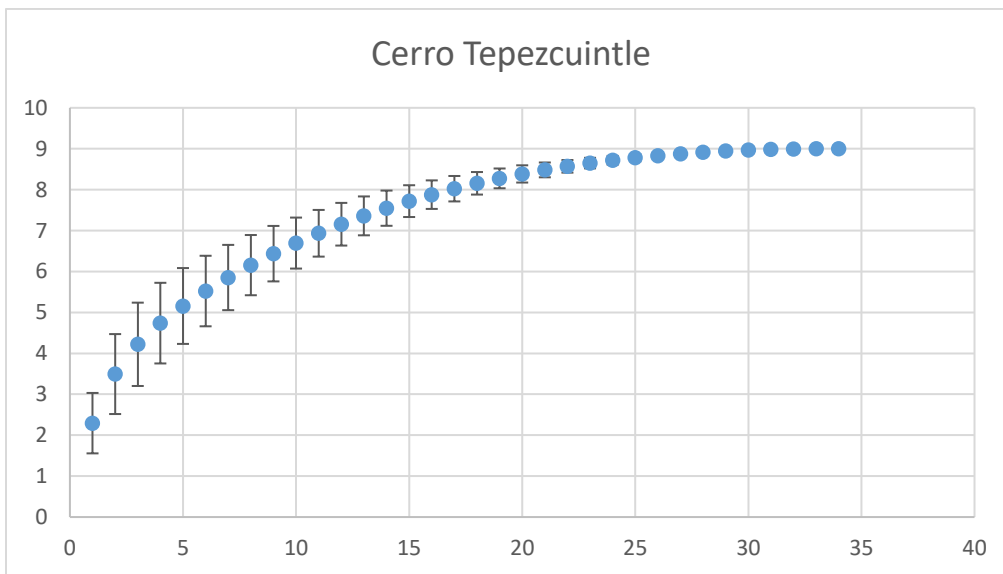


Figura 37. Curva de rarefacción en Presa cerro de Oro, Oaxaca, México.

En el análisis de resultados a nivel de componente de comunidad se obtuvo la misma riqueza para las localidades estudiadas (Cuadro 9). La abundancia para ambas localidades es similar, teniendo una diferencia de 386 helmintos. La especie dominante en las dos localidades fue *Aplectana itzocanensis*, teniendo un valor de Berger-Parker mayor en CT, lo que se refleja en una equidad baja y por lo tanto en una menor diversidad. En contraste,

la localidad PCO tiene un valor de dominancia muy bajo, mostrando una equidad ligeramente más alta, y por lo mismo, mayor diversidad.

Cuadro 9. Análisis del componente de comunidad de helmintos de *R. marina* en dos localidades de Oaxaca, México.

	Presa Cerro de Oro	Cerro Tepezcuintle
Hospederos revisados	40	34
Hospederos parasitados	39	34
Riqueza	9	9
Abundancia	3324	3710
Diversidad (Brillouin)	2.018	1.514
Equidad (Brillouin)	0.639	0.479
Especie dominante	<i>Aplectana itzacanensis</i>	
Dominancia (Berguer-Parker)	0.3926	0.7175

El PERMANOVA de los factores Abundancia total y riqueza demostró que no hay diferencias significativas en cuanto a la riqueza de las infracomunidades entre localidades, ( $P = 0.5314$ ,  $\alpha = 0.05$ ,  $gl = 1$ ), lo que se demuestra mediante la figura 38 en la cual se demuestra que la abundancia y la riqueza son muy similares en ambas localidades.

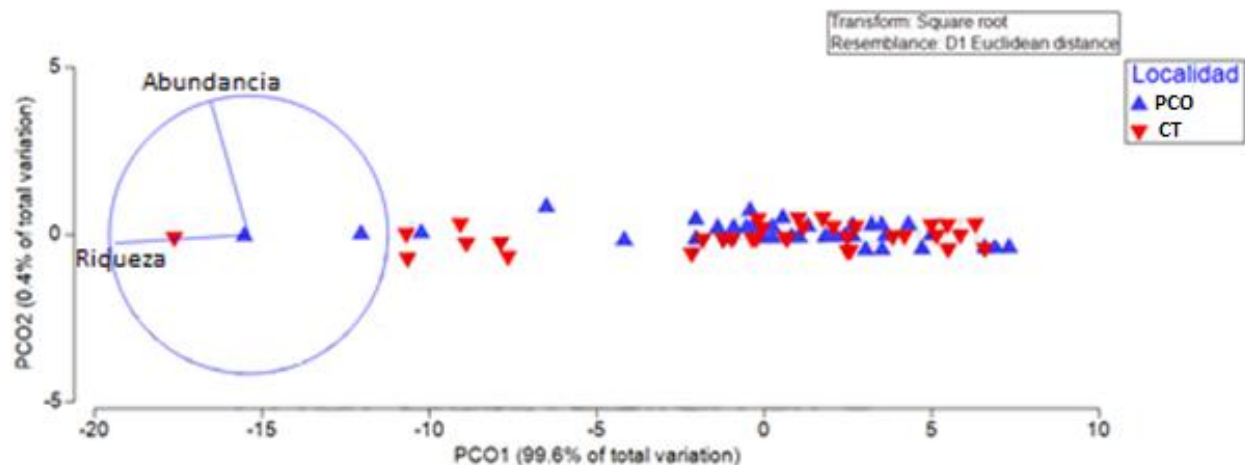


Figura 38. Análisis de Coordenadas Principales de la riqueza y abundancia de las infracomunidades entre localidades. Localidad PCO = Presa Cerro de Oro, CT = Cerro Tepezcuintle.

## 8. DISCUSIÓN

### Registro helmintológico

Estudios sobre los helmintos asociados a grupos de vertebrados generan una gran cantidad de información, tanto del hospedero como de sus asociados; el conocer tanto el registro helmintológico como el realizar estudios sobre ecología de parásitos permite entender las interacciones que existen entre el parásito y el hospedero (Espinoza, 2006) y de esta manera analizar la biología de ambos asociados.

En el presente estudio, el registro helmintológico en ambas localidades estuvo representado por tres grupos: trematodos, cestodos y nematodos. El grupo dominante fue el de los nematodos, siendo los cestodos el grupo representado solo por una especie. A excepción de *C. hepatica*, Nematoteniidae gen. sp., *R. pseudosphaerocephala* y *Oswaldocruzia* sp. los restantes helmintos registrados son nuevos para la localidad Cerro Tepezcuintle (CT) (Trejo-Meléndez, 2017), ya que todos los taxones obtenidos habían sido registrados con anterioridad en PCO (Espinoza, 2006), uno de los dos estudios previos sobre la ecología de los helmintos asociados a *R. marina* en México (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prevalencia y abundancia de los helmintos registrados en el presente estudio y en los análisis previos realizados sobre *R. marina* en México.

Especie de helminto	Espinoza, 2006		Ruíz, 2013	Presente estudio	
	Cerro de Oro, Oax	Temascal, Oax	Coyuca, Gro	Tepezcuintle, Oax	Cerro de Oro, Oax
<b>Trematoda</b>					
<i>Choledocystus hepatica</i> <sup>6</sup>	12.5/0.83			5.8/133.5	55/9
<i>Rauschiella poncedeleoni</i> <sup>1</sup>			6.06/0.21		
<i>Langeronia macrocirra</i> <sup>1</sup>				8.8/50.33	7.5/1.3
<i>Gorgoderina megalorchis</i> <sup>7</sup>				5.8/36.5	17.5/10

<i>Mesocoelium monas</i> <sup>1</sup>	50/21.7		
<b>Cestoda</b>			
Nematotaeniidae gen. sp.	48.4/12.53	52.7/13.78	15/0.8
1			
Pseudophyllidea gen sp.	20/0.4		
L, 10			
<b>Nematoda</b>			
<i>Rhabdias füelleborni</i> <sup>3</sup>	66.6/11.9	40/0.4	66.6/30.60
<i>Rhabdias americanus</i> <sup>3</sup>	12.5/5.54	10/0.5	
<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i> <sup>3</sup>			55.8/14.05 85/28.2
<i>Aplectana itzocanensis</i> <sup>2</sup>	29.1/84.9	70/443.6	67.6/115.73 32.5/32.6
<i>Ochoterenella digicauda</i> <sup>4</sup>	62.5/3.6	30/0.3	
<i>Cosmocerca</i> sp. <sup>2</sup>	41.6/33.9	30/5.8	
<i>Raillietnema</i> sp. <sup>1</sup>	8.3/19.2		
<i>Cruzia morleyi</i> <sup>1</sup>	16.6/3.29	50/1.2	
<i>Physaloptera</i> sp. L, <sup>8</sup>	8.33/0.21		2.5/0.02
Pharyngodonidae gen. sp.	37.8/12.45		
<i>Physocephalus</i> sp. L, <sup>8</sup>	21.2/1.8		
<i>Physocephalus sexalatus</i>	50/178.2	50/179.7	
L, 8			
<i>Oswaldocruzia</i> sp. <sup>1</sup>	4.1/0.04		8.8/2 7.5/0.2
<i>Oswaldocruzia lamotheargumedei</i> <sup>1</sup>			9.09/0.96
<i>Foleyellides</i> sp. <sup>4</sup>			0.14/3
<i>Foleyellides rhinellae</i> <sup>4</sup>			9.09/0.42
<i>Hysterothylacium</i> sp. L, <sup>5</sup>	10.60/11.1		
<i>Contraecum</i> sp. L, <sup>9</sup>	4.16/0.33		5.8/2.5 17.5/0.8

L: estadio larvario; 1=intestino anterior y medio; 2=intestino posterior; 3=pulmones; 4= Cavityad corporal; 5= pared del cuerpo; 6= conductos hepáticos; 7= vejiga urinaria; 8= estómago; 9= mesenterio; 10= músculo; prevalencia/abundancia.

Esta información denota la característica terrestre más que anfibia de *R. marina*, ya que de los 53 taxa de helmintos que hasta la fecha se han registrado en nuestro país parasitando a esta especie de sapo, más del 50% son nematodos que se adquieren por penetración o por vector (ver Cuadro 2). Sin embargo, el que en su registro helmintológico se encuentren trematodos y sanguijuelas, indica que los ejemplares de la especie invierten tiempo en el medio acuático para alimentarse. Esta información confirma lo propuesto por Zug y Zug (1979), quienes realizaron estudios sobre la conducta de la alimentación y sobre el análisis de contenidos intestinales en *R. marina* en localidades con condiciones diferentes, observando que hubo diferencias en composición en los contenidos estomacales de los sapos debido principalmente al hábitat donde se encontraban.

Al igual que en los dos estudios previos (Espinoza, 2006 y Ruíz, 2013), el presente trabajo registró un reducido número de formas larvarias en la helmintofauna de esta especie de sapo; dos taxones de nematodos se presentaron en este estadio (*Physaloptera* sp., y *Contraecum* sp.). Para *Physaloptera* sp., el hospedero definitivo son mamíferos, reptiles y aves; aunque la presencia de larvas en anfibios y en algunas lagartijas es común, ésta es considerada paraténica o accidental (Anderson, 2000), siendo normalmente insectos los hospederos intermediarios (Cuadro 11). En el caso de *Contraecum* sp. se da una situación semejante; el primer hospedero intermediario son copépodos, el segundo hospedero intermediario peces y finalmente el hospedero definitivo son aves ictiófagas y algunos mamíferos asociados al consumo de peces (Anderson, 2000), por lo que su presencia en *R. marina* es considerada paraténica o accidental. En ambos casos, los valores de prevalencia y abundancia son bajos (Cuadro 6).

Cuadro 11. Ciclos de vida de los taxones registrados en PCO y CT.

Helminto	Ciclo de vida	Hospedero Intermediario	Hospedero definitivo
<i>Choledocystus hepatica</i>	Indirecto. Los huevos embrionados salen con las heces, son ingeridos por un caracol, se libera el miracidio, esporocisto madre, esporocisto hijo,	1° caracol	Bufónidos



	madura y produce cercarias, esta sale del caracol, penetra al sapo o al renacuajo y se enquistada. La infección ocurre al alimentarse de su propia muda (Razo-Mendivil, 2004).		
<i>Gogoderina megalorchis</i>	Indirecto. Huevos depositados en vejiga y salen al medio con la orina, la larva miracidio penetra a moluscos bivalvos, se desarrolla la cercaria, la cual penetra a larvas de insectos o renacuajos y se enquista (metacercaria). La infección se adquiere al ingerir los insectos o los renacuajos y/o se retiene en la metamorfosis (Yamaguti, 1975).	1° moluscos bivalvos 2° larvas de insectos o renacuajos.	Anuros y Caudados
<i>Langeronia macrocirra</i>	Indirecto. Huevos salen con las heces y se depositan en el medio acuático, se desarrolla la larva miracidio, penetra al caracol y emerge la cercaria o se puede enquistar en él. La cercaria penetra larvas de libélulas y se enquista (metacercaria). La infección se adquiere al ingerir caracoles o libélulas (Goodman, 1989).	1° caracol 2° libélula	Anuros
Nematotaeniidae gen. sp.	No determinado, pero se sabe que el desarrollo involucra un artrópodo como hospedero intermediario o puede haber infección al ingerirse los proglótidos grávidos (Prudhoe y Bray, 1982).	1° artrópodo	Bufónidos
<i>Rhabdias pseudosphaerocephala</i>	Directo. Huevos larvados (L1) son depositados en el sistema		Anfibios

	respiratorio, son expulsados y deglutidos, salen con las heces al medio, se desarrolla la L2 y L3. La infección se adquiere por penetración de la larva infectiva dirigiéndose esta hacia los pulmones (L4) y muda a adulto (Anderson, 2000).		
<i>Foleyellides</i> sp.	Indirecto. Las microfilarias invaden y se desarrollan en tubos de malpigio del vector (díptero o garrapata), la L3 migra y se aloja en la musculatura subfaríngea del vector, que la transmite por picadura al hospedero definitivo (Anderson, 2000).	1° díptero o garrapata	Anuros
<i>Aplectana itzocanensis</i>	Directo. Huevos larvados (L1) salen con las heces y depositados en el agua (L2 y L3). La infección se adquiere por la ingestión de la larva infectiva por parte de los renacuajos y retenerse durante la metamorfosis o al ingerir renacuajos infectados (Anderson, 2000).		Anuros
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	Directo. Huevos depositados junto con las heces (L1), en el medio se desarrolla la L2 y L3. La infección se da por penetración cutánea (Anderson, 2000).		Anfibios y reptiles
<i>Contracaecum</i> sp.	Indirecto. Huevos salen con la heces, en el agua se desarrolla la L1 y L2 y es consumida por copépodos, permanece en el hemocele y son consumidos por peces. Se desarrolla	1° copépodos 2° peces	Aves ictiófagas y algunos mamíferos

	la L3 y la infección se da en el consumo de los peces por aves ictiófagas y algunos mamíferos asociados a ellos (Anderson, 2000).		
<i>Physaloptera</i> sp.	Indirecto. Huevos larvados salen con las heces (L1), estos son ingeridos por insectos e invaden la pared intestinal, desarrollándose la L2 y L3. La infección se da al ingerir los insectos (Anderson, 2000).	1° insectos	Reptiles, aves y mamíferos

En los tres estudios sobre la helmintofauna de *R. marina*, el hábitat con una mayor incidencia de infección fue el aparato digestivo, siendo 9 de los 15 helmintos que infectan al sapo por medio de la ingestión los que presentan este hábitat (ver Cuadro 5 y Cuadro 10), seguido de la penetración cutánea con 6 (Espinoza, 2006; Ruíz, 2013) y finalmente, la vía menos representada es por medio de vectores con 3 taxa (*Ochoterenella digicauda*, *Folleyelides* sp. y *F. rhinellae*). Esta información concuerda con los hábitos en la dieta de esta especie de anfibio, ya que es considerado un depredador oportunista que ingiere todo aquello que pueda ingerir (Zug y Zug, 1979).

En el presente trabajo, los resultados obtenidos en las curvas de acumulación de especies de helmintos indican que los ejemplares de hospederos muestreados en ambas localidades fueron suficientes para poder considerar la muestra obtenida como representativa de la población, puesto que hay una tendencia de llegar a la asíntota en ambas curvas, la cual también fue evidenciada en las curvas de rarefacción calculadas igualmente para las muestras de ambas localidades. Sin embargo, el que se haya llegado a la asíntota en un menor número de hospederos en la localidad CT (14) y en un número mayor en la localidad PCO es indicativo de las distintas condiciones ambientales de cada localidad. Cerro Tepezcuintle tiene un ambiente menos húmedo (el río es el cuerpo de agua que existe en la zona) y con mayor vegetación alrededor del río; esto puede influir en que por una parte la disposición de alimento (principalmente artrópodos) sea constante y su

exposición a helmintos que se transmiten por medio acuático sea menor; sucediendo lo contrario en PCO, en la cual *R. marina* invierte tiempo tanto en el medio terrestre como en el medio acuático, estando expuesta constantemente a varias formas de adquisición de parásitos, principalmente los helmintos. Las diferencias entre ambas localidades son más evidentes en las abundancias presentadas por cada uno de los taxa de helmintos registrados, ya que debido a estos factores, es como se presentan algunos taxones de helmintos más abundantes que otros. Un ejemplo de ello es la presencia de *Foleyellides* sp. sólo en la localidad CT, taxón de helminto que es transmitido por vector, lo que ratifica nuestra hipótesis sobre la diferencia ambiental entre las localidades.

#### a) Poblaciones

En los dos estudios helmintológicos que se han realizado en la localidad Cerro de Oro, Oaxaca se ha registrado a *C. hepatica* en los conductos biliares del sapo. Los valores de prevalencia, abundancia e intensidad promedio presentados por Espinoza (2006) para esta especie de trematodo mostraron diferencias muy marcadas en comparación con el presente estudio, siendo valores más bajos que los registrados en el presente estudio (prevalencia de 12.5, abundancia de 0.83 e intensidad de 6.66 contra 55, 8.95 y 16.27, respectivamente). Un caso semejante es el de *Contracaecum* sp., en la que los valores obtenidos anteriormente son bajos, lo que nos sugiere que los índices de la población se han incrementado ligeramente a la fecha.

En contraste, el número de especies registradas actualmente ha descendido, de 12 especies a 10, lo que posiblemente indique que las especies no encontradas han perdido representatividad a través de los años o se presentó una diferencia debido a la estacionalidad de los muestreos, puesto que el estudio anterior se realizó en septiembre (lluvias) y el actual en junio (fin de la temporada de secas).

Los valores de los parámetros para las poblaciones en las localidades estudiadas en el presente trabajo muestran que en PCO, *R. pseudosphaerocephala* y *C. hepatica* fueron las especies que registraron los números más altos en prevalencia y para la

abundancia, fueron *R. pseudosphaerocephala* y *A. Itzocanensis*. Mientras que en CT en esos mismos índices *A. itzocanensis* presentó los más altos. Cabe mencionar que tanto en PCO como en CT esta misma especie (*A. itzocanensis*) presentó el mayor número de helmintos.

De acuerdo a los análisis obtenidos para la prevalencia de las especies compartidas, se determinó que hay diferencias significativas entre cuatro especies de helmintos: *A. itzocanensis*, *R. pseudosphaerocephala*, Nematotaeniidae gen. sp. y *C. hepática*. Estas diferencias son debidas principalmente a los ciclos de vida que presenta cada uno de estos taxones de helmintos, y en los cuales tanto el ambiente como los hábitos de *R. marina* influyen para que estas diferencias sean evidentes. Mientras que los platelmintos Nematotaeniidae gen. sp. y *C. hepática* infectan a los sapos por la ingestión de hospederos intermediarios (artrópodos), los nematodos *A. itzocanensis* infecta por medio de ingestión directa o de algún renacuajo previamente infectado y *R. pseudosphaerocephala* lo hace activamente por penetración. En los tres primeros casos, la disponibilidad del hospedero intermediario en cada una de las localidades determina la prevalencia de los taxa de helmintos, y en el último caso, el grado de humedad, la temperatura y la actividad de *R. marina* en cada localidad son los determinantes para los valores de prevalencia mostrados.

La prueba de Permanova evidenció que existen diferencias significativas entre los valores de abundancia mostrados por Nematotaeniidae gen. sp. y *R. pseudosphaerocephala*. Esto probablemente es debido a que en PCO la humedad en el suelo es constante, lo que facilita la presencia y posterior infección de *R. pseudosphaerocephala* que lo hace por la vía de la penetración (Anderson, 2000). No se conoce con certeza el ciclo de vida del cestodo Nematotaeniidae gen. sp. (Pérez-Ponce de León, *et al.*). Prudhoe y Bray (1982) sugieren que este cestodo es capaz de completar su ciclo de vida sin cambiar de hospedero, pero es capaz de continuarlo con la ayuda de un hospedero intermediario, el cual es un insecto (probablemente una hormiga); en el contenido estomacal de los ejemplares de *R. marina* recolectados en Cerro Tepezcuintle

se observó la presencia de hormigas, lo que apoya la sugerencia de estos autores y posiblemente explica la alta prevalencia de Nematotaeniidae gen. sp. en esta localidad.

#### **b) Infracomunidad**

De acuerdo con Aho (1990), la exposición de los anfibios a las especies de helmintos con ciclo de vida directo es el principal factor que contribuye a la riqueza de las especies presentes; en el caso de *R. marina*, que presenta una vagilidad reducida invirtiendo parte de su tiempo en el ambiente terrestre (Zug y Zug, 1979) se encuentra expuesta a la adquisición de helmintos con este tipo de ciclo de vida, como es el caso de *R. pseudosphaerocephala*, *Oswaldocruzia* sp. y *A. itzocanensis*, obtenidos en este estudio, de los cuales los primeros dos infectan a esta especie de anfibio vía la penetración. Aho (1990) asevera que la estructura de las comunidades de helmintos de anfibios no se encuentra condicionada por la dinámica de la cadena alimenticia; contrariamente a esto, en este análisis la ingestión fue la principal vía de infección de la especie de anfibios estudiada (para 7 taxa de helmintos, ver Cuadro 5), como también es reportado por los dos estudios previos (Espinoza, 2006 y Ruiz, 2013), seguida de la penetración (2 taxa) y, finalmente, la infección por medio de vectores (1 taxón). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Ruiz (2013), en los que señala que la riqueza de helmintos se encuentra determinada por un conjunto de estrategias de transmisión en las que se involucran la ingestión, la penetración y la infección por medio de vectores, vías que también se encuentran representadas en este trabajo.

Según los resultados presentados por Aho (1990), la riqueza promedio para anfibios es de 3.04 especies de helmintos, siendo muy semejantes los valores obtenidos en nuestro estudio, 2.43 en PCO y 2.29 en CT. De igual manera, señala que la abundancia de nematodos en anfibios es alta, lo que se corroboró en este estudio, ya que de los 10 taxones obtenidos, 6 de ellos pertenecen al Phylum Nematoda siendo *R. pseudosphaerocephala* el nematodo dominante en PCO y *A. itzocanensis* en CT. En los estudios realizados por Ruiz (2013) y Espinoza (2006) se observó un patrón semejante, obteniendo una mayor abundancia en este grupo con 6 de 8 taxones y 11 de 14, respectivamente.

Los mayores valores de abundancia en CT los presentó *C. hepatica* y *A. itzocanensis*, denotando que ésta se rige principalmente por la vía de la ingestión, mientras que en PCO los presentó *A. itzocanensis* y *R. pseudosphaerocephala*, mostrando que las dos vías de infección principales que contribuyen a tener una mayor abundancia son la penetración y la ingestión.

### c) Componente de comunidad

En el presente trabajo, la riqueza para ambos componentes de comunidad fue la misma (9 taxa); Ruiz (2013) reportó 8 taxa y Espinoza (2006) 9 y 12 taxa en cada localidad. Aho (1990) registró para este nivel de la comunidad de helmintos en anfibios un límite máximo de 10 especies de helmintos, por lo que los resultados de los 2 estudios previos (excepto para la localidad de Temascal) y los nuestros coinciden con lo propuesto por el autor.

La especie dominante fue *A. itzocanensis*, representando a los nematodos como grupo dominante de la comunidad, llegando a la misma conclusión que Galicia (1998), Aho (2000), Espinoza (2006), Tavares (2008) y Ruiz (2013) quienes demostraron que la dominancia de este grupo es mayor que otros helmintos en los anfibios. La dominancia de esta especie probablemente es demostrada por la característica de ciclo de vida directo y por la capacidad de infectar que presenta, ya que Anderson (2000) menciona que lo hace por medio de la ingestión de la larva 3 durante la etapa de renacuajo y permanece durante la metamorfosis del sapo o es adquirida al ingerir renacuajos infectados. El valor más alto de abundancia a nivel de componente de comunidad fue de 3710 en la localidad de CT teniendo una diferencia de 386 helmintos con Presa Cero de Oro.

Los resultados de los análisis en los tres trabajos comparados confirman lo propuesto por Aho (2000) en que las comunidades de helmintos en anfibios son depauperadas y altamente variables.

La composición de la fauna helmintológica de *R. marina* se encuentra determinada por las características del medio, ya que al ser un hospedero que se desarrolla tanto en ambientes acuáticos como terrestres, la adquisición de los helmintos se condiciona por la

amplitud y la disponibilidad de la dieta de acuerdo a las presas presentes en diferentes ambientes. Este anuro es considerado una especie generalista, lo que le confiere una amplia adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, sumando su condición omnívora, da como resultado la posibilidad de albergar diferentes taxa de helmintos relacionados con el ambiente en el que se encuentre presente.

## 9. CONCLUSIONES

- 1) Se registraron representantes de 2 Phyla de helmintos asociados a los sapos estudiados en ambas localidades: Platyhelminthes (Trematoda y Cestoda) y Nematoda; las comunidades estuvieron conformadas por 9 taxa de helmintos cada una, dando un total de 10 taxa: *Choledocystus hepatica*, *Gorgoderina megalorchis*, *Langeronia macrocirra*, Nematotaeniidae gen. sp., *Rhabdias pseudosphaerocephala*, *Aplectana itzocanensis*, *Oswaldocruzia* sp., *Contracaecum* sp., *Physaloptera* sp. y *Foleyellides* sp.
- 2) Se establece por primera vez la helmintofauna de *Rhinella marina* para la localidad de Cerro Tepezcuintle, Oaxaca, México.
- 3) Los taxa de helmintos son compartidos en ambas localidades, a excepción de *Physaloptera* sp. (presente en Cerro Tepezcuintle) y *Foleyellides* sp. (presente en Presa Cerro de Oro).
- 4) *Langeronia macrocirra*, Nematotaeniidae gen. sp. y *Foleyellides* sp. representan nuevo registro para la localidad Presa Cerro de Oro.
- 5) A nivel de infracomunidad, la especie dominante en PCO fue *R. pseudosphaerocephala* y en CT fue *A. itzocanensis*. Mientras que a nivel de componente de comunidad, la especie dominante en las dos localidades fue *A. itzocanensis*.
- 6) Los nematodos fueron el grupo predominante, siendo 6 los taxa reportados, seguidos de los trematodos (3) y finalmente 1 cestodo.



- 7) La principal vía de infección fue la ingestión con el 70% de los taxa de helmintos encontrados, posteriormente la penetración cutánea (20%) y finalmente, la vía menos representada fue la infección por medio de vectores, con el 10%.
- 8) Existen diferencias significativas en cuanto a la abundancia de las dos localidades, siendo *R. pseudosphaerocephala* y Nematotaeniidae gen. sp. las principales especies que hacen estas diferencias.
- 9) Con respecto a la abundancia total y la riqueza no existen diferencias significativas de las infracomunidades entre localidades.
- 10) Este estudio, al igual que los estudios que se han realizado sobre ecología de comunidades de helmintos en *R. marina*, apoyan la idea generalizada de Aho (1990) de que las comunidades de anfibios son depauperadas con características de comunidades aislacionistas, debido a que son comunidades dominadas por una especie de helminto y con niveles bajos de equidad y diversidad. Sin embargo, el registro helmintológico en esta especie de anuro está relacionado a las características del hábitat donde se localice.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Aho, J. M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. In: *Parasite communities: patterns and processes*. Chapman and Hall, Londres. pp. 157-195.
- Anderson, R. C. 2000. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. 2nd Edition. CABI Publishing. Wallingford. 650 pp.
- Anderson, R. C., A.G. Chabaud, S. Willmott, 1974-1983: Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. Nos. 1 – 10. Commonwealth Boureaux of Agriculture, Farnham Royal, Bucks, UK.

- Baker M.R. 1978. 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. (1985). Redescription of *Aplectana itzocanensis* and *A. incerta* (Nematoda: Cosmocercidae) from amphibians. *Transactions of the American Microscopical Society*, 272-277.
- Baker, M.R. 1976. Redescription of *Oswaldocruzia pipiens* Walton, 1929 (Nematoda: Trichostrongylidae) from amphibians of Eastern North America. *Canadian Journal of Zoology*, 55: 104-109.
- Bechara, M., I. Vélez. 2010. Algunos digéneos de *Rhinella marina* (Anura: Bufonidae) en Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 39-42.
- Beltz, E. 1995 Citations for the original descriptions of North American amphibians and reptiles. SSAR. *Herpetological Circular* 24: 1-44.
- Bolek, M. G., S. D. Snyder, J. Janovy. 2009. Alternative life cycle strategies and colonization of Young anurans by *Gorgoderina attenuata* in Nebraska. *The Journal of Parasitology*, Vol. 95, No. 3.
- Bravo, M. 1948. Descripción de dos especies de tremátodos parásitos de *Bufo marinus* L. procedentes de Tuxtepec, Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 19: 153–161.
- Brooks, D.R., V. León-Regagnon, G. Pérez-Ponce de León. 2001. Los parásitos y la Biodiversidad. In: Hernández, H., A. García, A. F. Álvarez, Ulloa M. (Comp.), *Enfoques contemporáneos para el estudio de la Biodiversidad*. Ediciones Científicas

- Universitarias, Instituto de Biología, Unam, Fondo de Cultura Económica, México. 245-289.
- Brown, G. P., C. Kelehear, R. Shine. 2013. The early toad gets the worm: cane toads at an invasion front benefit from higher prey availability. *Journal of Animal Ecology*, 82(4): 854-862.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of parasitology* 83: 575-583.
- Castañeda-Rodríguez, C. T. 2009. Taxonomía de trematodos digeneos de anfibios presentes en dos localidades de la cuenca media del Río Manzanares, Cumaná, Estado Sucre, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Universidad de Oriente Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología. 54 pp.
- Christian, F. A. 1970. *Langeronia parva* sp. n. (Trematoda: Lecithodendriidae) with revision of the genus *Langeronia* Caballero and Bravo-Hollis, 1949. *The Journal of Parasitology*, 56(2): 321-324.
- Comisión Nacional del Agua. 2008. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Estadísticas del Agua en México. P-69.
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México.: Estudio de país. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- CONABIO. 2008. Capital Natural de México. Volumen 1. Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F.

- CONABIO. 2011. Catálogo de autoridades taxonómicas de los anfibios (Amphibia: Craniata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.
- Drake, M. C., U. Zieger, A. Groszkowski, B. Gallardo, P. Sages, R. Reavis, R. A. Cole. 2014. Survey of Helminths, Ectoparasites, and Chytrid Fungus of an Introduced Population of Cane Toads, *Rhinella marina* (Anura: Bufonidae), from Grenada, West Indies. *The Journal of parasitology*, 100(5): 608-615.
- Espinoza-Jiménez, A. F. 2006. Registro helmintológico de *Bufo marinus* en dos localidades de Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 86 pp.
- Espinoza-Jiménez, A., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, 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. 1986. 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(2): 218-223.
- Falcón-Ordaz, J., S. Monks, G. Pulido-Flores, L. García-Prieto, G. Lira-Guerrero. 2015. Riqueza de helmintos parásitos de vertebrados silvestres del estado de Hidalgo, México. *Estudios en Biodiversidad*. Volumen I.
- Flores-Villela, O., U. O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 467-475.
- Galicia-Guerrero, S., C. R. Bursey, S. R. Goldberg, G. Salgado-Maldonado. 2000. Helminths of two sympatric toad species, *Bufo marinus* (Linnaeus) and *Bufo marmoratus*

- Wiegmann, 1833 (Anura: Bufonidae) from Chamela, Jalisco, Mexico. *Comparative Parasitology*, 67(1): 129-133.
- García-Prieto, L. N. Ruiz-Torres, D. Osorio-Sarabia, A. Merlo-Serna. 2014. *Foleyellides rhinellae* sp. nov. (Nematoda, Onchocercidae) a new filaria parasitizing *Rhinella marina* (Anura, Bufonidae) in Mexico. *Acta Parasitológica*, 59(3): 478-484.
- García-Prieto, L., D. Osorio-Sarabia, Lamothe-Argumedo M. R. 2014. Biodiversidad de platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 171-176.
- García-Prieto, L., G. Pérez-Ponce de León, B. Mendoza- Garfias. 2014. Biodiversidad de platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 164-170.
- Garcías, F., R. Mendoza, M. George-Nascimento. 2001. Variación entre años de las infracomunidades de parásitos metazoos de la corvina *Cilus gilberti* (Pisces: Sciaenidae) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 833-840.
- Gibson, D. I., A. Jones, R. A. Bray. 2002. Keys to the Trematoda, vol. 1. *London: CABI publishing and The Natural History Museum. London, UK. 521 pp.*
- Gibbons, L. M. 2010. Keys to the nematode parasites of vertebrate. CABI publishing, MA, USA. 416 pp.
- Goldberg, S. R., C. R. Bursey. 1992. Helminths of the marine toad, *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) from American Samoa. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 59(1): 131-133.

- Goldberg, S. R., C. R. Bursey, G. Salgado-Maldonado, R. Báez, C. Cañeda. 2002. Helminth parasites of six species of anurans from Los Tuxtlas and Catemaco Lake, Veracruz, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 47(2): 293-299.
- Goldberg, S. R., Bursey, C. R. 2008. Helminths from fifteen species of frogs (Anura, Hylidae) from Costa Rica. *Phyllomedusa*, 7 (1): 25-33.
- González, C. E., M. I. Hamann. 2008. Nematode parasites of two anuran species *Rhinella schneideri* (Bufonidae) and *Scinax acuminatus* (Hylidae) from Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 56(4): 2147-2161.
- González, C. E., M. I. Hamann. 2015. Checklist of nematode parasites of amphibians from Argentina. *Zootaxa* 3980, (4): 451-476.
- González, C. E., M. I., Hamann, C. Salgado. 2012. Study of helminth parasites of amphibians by Scanning Electron Microscopy, en: Scanning electron microscopy, Cap. 14: 267-294.
- 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(1): 30-36.
- Guillén-Hernández, S., G. Salgado-Maldonado, R. Lamothe-Argumedo. 2000. Digeneans (Plathelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 35(1): 10-13.
- Guzmán-Cornejo, C., L. García-Prieto, G. Rivas, B. Mendoza-Garfias, D. Osorio-Sarabia, G. Montiel-Parra. 2012. Manual de prácticas de metazoarios parásitos de vertebrados. Facultad de Ciencias, UNAM.

- Hoffmann, A. 1962 Monografía de los Ixodoidea de México. I parte. Rev Soc Mex Hist Nat. 23:191–307.
- INEGI, 2007. Municipios del estado de Oaxaca. México, D.F.
- Jewell, M. E. 1916. *Cylindrotaenia americana* Nov. Spec. From the Cricket frog. The Journal of Parasitology, Vol. 2, No. 4, 181-192 pp.
- Jones, A., D. I. Gibson, R. A. Bray. 2005. Keys to the Trematoda, vol. 2. London: CABI publishing and The Natural History Museum. London, UK. 745 pp.
- Kuzmin, Y., V. V Tkach, D.R. Brooks. 2007. Two New Species of Rhabdias (Nematoda: Rhabdiasidae) from the Marine Toad, *Bufo marinus* (L.)(Lissamphibia: Anura: Bufonidae), in Central America. *Journal of Parasitology*, 93(1): 159-165.
- Lamothe-Argumedo, R. 1983. Introducción a la biología de los platelmintos, A.G.T. Editor, México, D.F.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. A.G.T. Editor, México, D.F.
- Lawler, H. J. 1939. A new cestode, *Cylindrotaenia quadrijugosa* n. sp. from *Rana pipiens*, with a key to the Nematotaeniidae. *Transactions of the American Microscopical Society*, 58(1): 73-77.
- León-Régagnon, V., E. A. Martínez-Salazar, D. Lazcano-Villareal, R. Rosas-Valdez. 2005. Helminth parasites of four species of anurans from Nuevo Leon, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 50(2): 251-258.

- Llorente-Bousquets, J., S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México, pp. 283-322.
- Martínez-Salazar, E. A. 2008. Sistemática y biogeografía del género *Rhabdias* Stiles y Hassall, 1905 (Nematoda: Rhabdiasidae) en México. Tesis de Doctorado. Instituto de Biología, UNAM. 495 pp.
- Martínez-Salazar, E. A., 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(sup1): 3-11.
- Mata-Lopez, R., L. García-Prieto, V. León-Règagnon. 2002. Infracomunidades de helmintos parásitos de *Ambystoma lermaensis* (Caudata: Ambystomatidae) Lerma, México. *Revista de Biología Tropical*, 50: 1-5.
- Mata-López, R., V. León-Règagnon. 2005. *Gorgoderina festoni* n. sp. (Digenea: Gorgoderidae) in anurans (Amphibia) from Mexico. *Systematic Parasitology*, 62: 185-190.
- Mata -López, R. 2005. Análisis filogenético del género *Gorgoderina* Loss, 1902 (Platyhelminthes: Digenea: Gorgoderidae). Tesis de Doctorado. Instituto de Biología, UNAM. 250 pp.
- Mata-López, R. 2006. A new gorgoderid species of the urinary bladder of *Rana zweifeli* from Michoacán, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77: 191-198.



- Mata-López, R., V. León-Règagnon, L. García-Prieto. 2013. Helminth infracommunity structure of *Leptodactylus melanonotus* (Anura) in Tres Palos, Guerrero, and other records for this host species in Mexico. *The Journal of parasitology*, 99(3): 564-569.
- McAllister, C. T., C. R. Bursey, P. S. Freed. 2010. Helminth parasites of amphibians and reptiles from the Ucayali region, Peru. *Journal of Parasitology*, 96(2): 444-447.
- Melo, F. T. D. V. 2010. Análise taxonômica e molecular de Cestoda nematotaeniidae parasito de intestino delgado de *Rhinella marina* (Linnaeus, 1758) (Amphibia: Bufonidae) de Belém-Pa. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias Biológicas, Universidade Federal Do Pará. 112 pp.
- Melo, F. T. D. V., E. Guerreiro-Giese, A. Penha-Furtado, M. J. Soares, E. Costa-Goncalvez, A. C. Rosario-Vallinoto, J. Nascimento-Dos Santos. 2011. *Lanfrediella amphicirrus* gen. nov. sp. nov. Nematotaeniidae (Cestoda: Cyclophyllidea), a tapeworm parasite of *Rhinella marina*
- Mesquita-Trombeta, A. 2008. Estudo da helmintofauna de anfíbios das famílias ceratophryidae, Leptodactylidae e Leiuperidae do Pantanal Sul, Mato Grosso Do Sul. Tesis de Maestría. Universidad Estadual Paulista, Instituto de Biociencias campus de Botucatu. 48 pp.
- Moravec, F., C. Vivas-Rodríguez, T. Scholz, J. Vargas-Vázquez, E. Mendoza-Franco, J. J. Schmitter-Soto, D. González-Solís. 1995. Nematodes parasitic in fishes of cenotes (=sinkholes) of the Peninsula of Yucatan, Mexico. Part 2. Larvae. *Folia Parasitologica*, 42: 199-210.

- Pardo, S., K. Mejía, Y. Navarro, V. Atencio. 2007. Prevalencia y abundancia de *Contracaecum* sp. en rubio *Salminus affinis* en el río Sinú y San Jorge: Descripción morfológica. *Rev. MVZ Córdoba*. 12 (1): 887-896.
- Paredes-Calderón, L., V. León-Règagnon, L. García-Prieto. 2004. Helminth infracommunities of *Rana vaillanti* Brocchi (Anura: Ranidae) in Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Journal of Parasitology*, 90(4): 692-696.
- Paredes-León R., L. García-Prieto, C. Guzmán-Cornejo, V. León-Règagnon, T. M. Pérez. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa* 1904: 1-166.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela, C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 460-466.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto. 2001. Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas*, 37: 7-11
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, U. Razo-Mendivil. 2002. Species richness of helminth parasites in Mexican amphibians and reptiles. *Diversity and Distributions*, 8(4): 211-218.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto y B. Mendoza-Garfias, 2010. Helmintos parásitos de vertebrados silvestres. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. *Diversidad biológica de Sonora*. UNAM, México, pp. 263-283.
- Pizzatto, L., R. Shine. 2011. You are what you eat: parasite transfer in cannibalistic cane toads. *Herpetologica*, 67(2): 118-123.

- Pizzatto, L., C. Kelehear, R. Shine, R. 2013. Seasonal dynamics of the lungworm, *Rhabdias pseudosphaerocephala*, in recently colonised cane toad (*Rhinella marina*) populations in tropical Australia. *International journal for parasitology*, 43(9): 753-761.
- Pizzatto, L., C. Both, R. Shine. 2014. Quantifying anuran microhabitat use to infer the potential for parasite transmission between invasive cane toads and two species of Australian native frogs. *PloS one*, 9(9): e106996.
- Prudhoe, S., R. A. Bray. 1982. Platyhelminth parasites of the anfibia. British Museum (Natural History), Oxford University, 217 pp.
- Ramírez-Cañas, S. A. 2016. Comunidades de helmintos de *Philander oposum* (Mammalia: Didelphidae) en Agua Fría, Chiapas. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, 104 pp.
- Ramos-Ramos, P. 1995. Algunos trematodos de vertebrados de la Presa Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoológica*, 66 (2): 241-246.
- Razo-Mendivil, U. J. 2004. Sistemática del género *Glypthelmins* Stafford, 1905 (Platyhelminthes: Digenea). Tesis de Doctorado. Instituto de Biología, UNAM. 325 pp.
- Razo-Mendivil, U. J., V. León-Règagnon, G. Pérez-Ponce de León. 2006. Monophyly and systematic position of *Glypthelmins* (Digenea), based on partial 18S rDNA sequences and morphological evidence. *Organisms, Diversity & Evolution*, 6: 308-320.
- Ruiz-Torres, N. G. 2013. Fauna helmintológica asociada a *Rhinella marina* en la Laguna de Coyuca, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 69 pp.

- Salgado-Maldonado, G. 2002. Base de datos y catálogo de helmintos parásitos de anuros de México. UNAM. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto
- Salgado-Maldonado, G. 2005. Catálogo y directorio de autoridades para helmintos parásitos. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO proyecto K028. México, D.F.
- Santiago-Marcial, A. 2009. Área de actividad y movimiento de *Liomys irroratus* (Gray, 1868) en una selva mediana en el ejido tepezcuintle, Tuxtepec, Oaxaca. Tesis de maestría. IPN. 64pp.
- Shine, R. 2006. The ecological impact of invasive cane toads (*Bufo marinus*) in Australia. Sidney, Australia. 83 pp.
- Shine, R. 2014. A review of ecological interactions between native frogs and invasive cane toads in Australia. *Austral Ecology*, 39(1): 1-16.
- Sullivan, J. J. 1977. Redescription of *Choledocystus hepatica* Lutz, 1928 n. comb., and the status of *C. linguatula* (Rudolphi, 1819) (Trematoda: Plagiorchioidea). Proceedings of the Helminthological Society of Washington, 44: 2.
- Tavares-Dos Santos, V. G. 2008. Helmintos parásitos de *Rhinella fernandezae* Gallardo, 1957 do municipio de Imbé, Río Grande do Sul, Brasil. Tesis de Maestría. Universidad Federal Do Rio Grande Do Sul Porto Alegre. 143 pp.
- Terminski, B. 2013. Development-Induced Displacement and Resettlement: Theoretical Frameworks and Current Challenges, *Development*, 10: 01.
- Tlapaya-Romero, L., A. Horváth, S. Gallina-Tessaro, E. J. Naranjo, B. Gómez. 2015. Prevalencia y abundancia de moscas parásitas asociadas a una comunidad de

- murciélagos cavernícolas en La Trinitaria, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 377-385.
- Trejo-Meléndez, V. J. 2017. Análisis de las comunidades de helmintos en *Incillius marmoreus* Wiegmann, 1833 (Anura: Bufonidae) en el Cerro del Tepezcuintle en Tuxtepec, Oaxaca, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. 96 pp.
- UICN, S. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. *Comisión de la Supervivencia de Especies de la UICN*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33 pp.
- Violante-González, J., L. Aguirre-Macedo, A. Rojas-Herrera. 2008. Comunidad de parásitos metazoarios de la charra *Cichlasoma trimaculatum* en la laguna de Tres Palos, guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79: 405-412.
- Walton, A. C. 1929. Studies on some nematodes of North American frogs. I. *The Journal of Parasitology*, 15(4): 227-240.
- Yamaguti, S. 1961: Systema Helminthum. Vol. I. The Digenetic Trematodes of Vertebrates. New York, USA. Interscience Publishers. 1575 pp.
- Yamaguti, S. 1961: Systema Helminthum. Vol. III. The Nematodes of vertebrates. New York, USA. Interscience Publishers. 679 pp.
- Zug, G., P. Zug. 1979. The marine toad, *Bufo marinus*: a natural history resumé of native populations, *Smithsonian Contributions to Zoology*, Washington, 284 pp.