



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL POR PROYECTO DE
INVESTIGACION

**“Estudio de helmintos en *Rana forreri* en
San Francisco Ixhuatán, Oaxaca”**

Que presenta la alumna:
María Fernanda Cano Sánchez
(2152027606)

Asesor:
M. en C. Miguel Á. Mosqueda Cabrera
Departamento El Hombre y su Ambiente
No. Ec. 22011

Ciudad de México, enero de 2020

Resumen

Con el fin de aportar conocimiento de la helmintofauna y sus ciclos de vida se examinaron 12 ranas de la especie *Rana forreri* para un estudio helmintológico en San Francisco Ixhuatán, Oaxaca. Los helmintos se fijaron y se conservaron en viales con alcohol al 70% de acuerdo con el grupo taxonómico. Los nemátodos y acantocéfalos se transparentaron en lactofenol de Amman para su posterior observación e identificación. Se colectaron un total de 127 parásitos de tres phyla. Trematoda (una especie no identificada y otra de la familia Diplostomidae); Nematoda (una especie no identificada, *Serpinema trispinosum*, *Aplectana incerta*, *Cosmocerca parva*, *Foleyellides striatus*, y *Strongyloides* sp.); y Acantocephala (*Oligacanthorhynchus* sp.). Las especies de helmintos que presentaron los valores más altos de los descriptores cuantitativos de la infección fueron: *Cosmocerca parva* (75.00%, 7.6, 5.70), *Aplectana incerta*. (25.00%, 5.3, 1.30) y *Oligacanthorhynchus* sp. (16.67%, 7.5, 1.20), de prevalencia, intensidad y abundancia promedio, respectivamente. Se registra por primera vez la especie *Oligacanthorhynchus* sp., así como nueva información para *Serpinema trispinosum* y *Strongyloides* sp. Este estudio constituye el primero sobre helmintos en esta región el cual contribuye al conocimiento del ciclo de vida de las especies descritas, así como información en cuanto a la dieta del hospedero.

Palabras clave: Helmintofauna, ciclos de vida, *Strongyloides* sp. y *Oligacanthorhynchus* sp.

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Objetivos | 1 |
| 3. Revisión de literatura | 2 |
| 3.1. Generalidades parasitológicas | 3 |
| 3.2. Anura: Ranidae como hospederos | 4 |
| 3.3. Características generales de <i>Rana forreri</i> | 4 |
| 4. Material y métodos | 5 |
| 4.1. Área de estudio | 5 |
| 4.2. Captura de hospederos | 5 |
| 4.3. Revisión de hospederos | 5 |
| 4.4. Conservación y fijación de helmintos | 6 |
| 4.5. Identificación taxonómica | 6 |
| 4.6. Evaluación cuantitativa de las poblaciones de helmintos | 6 |
| 4.7. Ciclo de vida de helmintos | 7 |
| 5. Resultados | 7 |
| 5.1. Descripción del hospedero | 7 |
| 5.3. Identificación de las especies de helmintos | 9 |
| 5.4. Ciclos de vida | 15 |
| 6. Discusión..... | 17 |
| 7. Conclusiones | 18 |
| 8. Referencias | 18 |

1. Introducción

Los estudios helmintológicos en la actualidad se enfocan en conocer los ciclos de vida que presentan las especies parásitas en sus hospedadores ya sean intermediarios o definitivos. En la actualidad el estudio de la relación parásito-hospedero está tomando importancia debido a su uso como indicadores de calidad ambiental ya que las poblaciones existentes en los ecosistemas son el resultado de la salud que el ambiente presente.

La relación huésped-parásito es de gran importancia debido a que no solo nos muestra la salud ambiental de un ecosistema, también ayuda a regular las poblaciones de los hospederos y en ocasiones parasitan sin afectar al huésped dando un beneficio para ambas partes.

Los helmintos son parásitos que durante alguna fase de su ciclo de vida suelen ser de vida libre, en esta fase presentan la capacidad de penetrar la piel de algunos organismos como la de los anfibios, entre los que se encuentra la orden de los Anuros: Ranidae debido a su morfología y estructura de la piel que permite a parásitos como los helmintos atravesar fácilmente la pared del cuerpo y llegar hasta el sistema circulatorio o establecerse en algún órgano y actualmente se estima que existen 237 especies de Anuros en México (CONABIO, 2014).

Los estudios helmintológicos realizados en Anuros de México son la base para conocer la historia de vida y su interacción con distintas especies, no obstante, existen distintos estudios para la familia Ranidae no se enfocan en *R. forreri*; actualmente solo se cuenta con pocos registros en cuanto estudios helmintológicos en *R. forreri* y tampoco se cuenta con información sobre su dieta.

La rana *R. forreri* es una especie que se ha adaptado a ecosistemas en donde se presentan poblaciones humanas, principalmente en donde los cuerpos de agua permanentes que habita esta especie son utilizados para ganadería y agricultura.

La presente investigación da cuenta de la fauna helmintológica en organismos adultos de la especie *R. forreri* en San Francisco Ixhuatán, Oaxaca.

2. Objetivos

General:

- ❖ Estudiar y contribuir al conocimiento de las distintas especies de helmintos en *Rana forreri* en San Francisco Ixhuatán, Oaxaca durante la estación de lluvias.

Particulares:

- ❖ Identificación taxonómica de las especies de helmintos en *R. forreri*.
- ❖ Evaluar cuantitativamente las poblaciones de helmintos presentes en *R. forreri*.
- ❖ Describir los ciclos de vida de cada una de las especies de helmintos en cada *R. forreri*.
- ❖ Conocer y contribuir al conocimiento de la dieta de *R. forreri* usando información de sus helmintos.

3. Revisión de literatura

El estudio de los helmintos de anfibios ha sido realizado de material depositado en colecciones científicas, por ejemplo; Goldberg y Bursey (2002) realizaron un estudio en donde examinaron a 7 especies de Anuros recolectados entre 1959 y 1987 de las colecciones herpetológicas de la Universidad de Arizona (UAZ), provenientes del noroeste de México. Los hospederos estudiados fueron *Bufo kelloggi*, *B. mazatlanensis*, *Pachymedusa dacnicolor*, *Rana magnaocularis*, *Leptodactylus melanonotus*, *Rana forreri* y *Smilisca baudini*.

Otros estudios se han enfocado específicamente a un género, así Mata-López en el 2005 reportó que *Gorgoderina parvicava*, *G. diaster*, y *G. megacetabularis* habitan las vejigas urinarias de *Rana vaillanti* y *R. cf. forreri* en el Área de Conservación de Guanacaste (ACG), Costa Rica. También se obtuvo un primer registro de *G. diaster* en ambas especies de Anuros; se detalla sobre la reproducción, morfometría y función de *G. diaster*.

En nuestro país, particularmente en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, Pérez Romero (2006) contribuyó al estudio helmintológico en *Rana spectabilis*, registrando tres especies de Digenea *Glypthelmins quieta*, *Haematoloechus complexus* y *Gorgoderina attenuata*; y un Nematoda *Ochoterenella digiticauda* en 79 hospederos examinados en los cuales predominaron las infecciones entéricas.

Años más tarde, Cabrera-Guzmán y colaboradores en el 2007 en Acapulco, Guerrero, México; registraron 19 taxones en *Rana cf. forreri* entre estos se encuentran 5 Digenea: *Catadiscus rodriguezi*, *Haematoloechus coloradensis*, metacercaria de Diplostomidae gen. sp., *Mesostephanus* sp., y *Apharyngostrigea* sp.; 2 Cestoda *Cylindrotaenia americana* y el plerocercario de Diphyllbothriidae gen. sp.; 2 Acanthocephala: *Neoechinorhynchus golvani* y el cistacanto de *Oncicola* sp.; y 10 Nematoda: *Aplectana incerta*, *Cosmocerca podicipinus*, *Foleyellides striatus*, *Oswaldocruzia subauricularis*, *Rhabdias* sp. y las larvas *Contraecaecum* sp., *Serpinema trispinosum*, *Gnathostoma* sp., *Physaloptera* sp., y *Globocephalus* sp., *Cosmocerca podicipinus* y *O. subauricularis*.

Un análisis helmintológico a 15 ranas *R. forreri* en cuatro localidades del distrito de riego 19 de Tehuantepec, Oaxaca; registró diferentes especies de helmintos; 5 Nematoda, 4 Digenea, 1 Acanthocephala y 1 Cestoda, lo que representa un nuevo registro para el hospedero. La autora evaluó también las poblaciones de helmintos con descriptores cuantitativos de sus poblaciones (Lazcano, 2013).

Un año más tarde Velarde-Aguilar y colaboradores (2014), realizaron un estudio en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel en la Ciudad de México en el cual se aislaron larvas de tercer estadio de *Physaloptera* (Nematoda: Physalopteridae) en el estómago de *Lithobates montezumae*, este estudio constituye el primer registro de este helminto como parásito de *L. montezumae* ya que no existen registros previos de la especie parasitando a este hospedero, así como también un nuevo registro en esta localidad.

3.1. Generalidades parasitológicas

Un parásito es un organismo que vive sobre o en el interior de otro organismo huésped y se alimenta a expensas del mismo; es la forma de vida más extendida en el planeta, ya que todo ser vivo tiene parásitos. Cada individuo presenta especies de parásitos tanto especialistas que solo parasitan a organismos de cierta especie, como generalistas que se presentan en distintas especies de hospederos (Cdc.gov. 2019; Maldonado, 2009).

El parasitismo es una relación entre dos organismos que conviven en simbiosis, en la que uno obtiene nutrientes a expensas del otro. Los parásitos, captan nutrientes de los tejidos del organismo en el cual habitan, denominado hospedador. Habitualmente, los parásitos no matan a los hospedadores como suelen hacer los depredadores, aunque es posible que el hospedador muera a causa de una infección secundaria. Los hospedadores conforman el hábitat de los parásitos, en él que pueden explotar cualquier hábitat concebible sobre o dentro de ellos (Smith y Smith, 2007).

Durante los ciclos de vida que presentan los parásitos, necesitan dos o tres hospedadores intermediarios para que sus fases puedan desarrollarse en el hospedador. Así, la dinámica de una población parasitaria se relaciona estrechamente con la dinámica poblacional, los patrones de movimiento y las interacciones de las diferentes especies hospedadoras. Intervienen en la regulación de las poblaciones de sus hospederos, así como también puede existir una relación positiva entre parásitos y hospedadores en la cual ambos se benefician (Smith y Smith, 2007).

Los parásitos a primera vista parecen irrelevantes porque representan una biomasa tan baja que son raramente considerados en estudios de ecosistemas. Sin embargo, se ha tratado de que se integre un enfoque en la relación que existe entre biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, empleando a los parásitos, especialmente en cómo deben y pueden ser incorporados a la ecología del ecosistema (Thomas *et al.*, 2005).

Existen tres clases importantes de parásitos: protozoos, helmintos y ectoparásitos. Los parásitos helmintos son un grupo polifilético de organismos altamente especializados, con amplia distribución geográfica, y que conforman un grupo en el que comúnmente se incluyen a miembros de los Phyla Platyhelminthes (Aspidogastrea, Digenea, Monogenea, Gyrocotylidea, Amphilinidea, Eucestoda), Nematoda, Acanthocephala y Annelida (Chowdhury y Aguirre, 2001).

En México, el estudio de los helmintos se remonta al siglo XIX, periodo en el que los parásitos recibieron escasa atención en el país, y por lo general, las publicaciones consistieron en el registro de especies con importancia médica o veterinaria. Recientemente, los helmintos se han abordado como indicadores de calidad ambiental de los ecosistemas; además, su presencia y ausencia permite inferir la riqueza de las especies que los albergan y el estrés que sufren los ecosistemas (Pulido-Flores *et al.*, 2015).

3.2. Anura: Ranidae como hospederos

Las ranas son pertenecientes al orden Anura que es uno de las 3 órdenes que clasifican a los anfibios las cuales presentan características específicas de su morfología e historia natural (Parra-Olea *et al.*, 2014). Se estima que en México existen 237 especies de Anuros (CONABIO, 2014).

Se ha podido comprobar que diversos Digenea parasitan a los anuros y utilizan sus larvas como hospedadores intermediarios debido a su biología, sus hábitos de alimentación y comportamiento. La mayoría de los parásitos que adquieren son mediante contacto directo con las larvas que están en el agua, lo que les permite penetrar la pared del cuerpo y una vez dentro, se mueven a través del sistema circulatorio y se establecen en algún órgano (Pérez Ponce de León, 2012; CONABIO, 2014; Bosch, 2003).

3.3. Características generales de *Rana forreri*

Especie de Anuro perteneciente a la familia Ranidae que debido a sus características define generalmente a esta familia. Se distingue de las otras especies principalmente por la presencia de un pliegue glandular dorsolateral continuó desde atrás del ojo hasta la ingle, por la frecuente y notoria presencia de pigmento amarillo en las extremidades posteriores y por la presencia de manchas irregulares en el dorso, grandes oblongas y frecuentemente fusionadas. Son moderadamente grandes, los adultos pueden alcanzar más de 120 mm. Se caracteriza principalmente por presentar un hocico puntiagudo. Las extremidades posteriores tienen bandas oscuras bien definidas. La ingle está moteada de forma clara en las superficies inferiores verde oliva o blanco y negro de las porciones superiores de las patas traseras de color amarillo opaco y ocasionalmente moteada (Romero *et al.*, 2008; Grismer, 2002). La rana *R. forreri* fue descrita por primera vez por Boulenger en 1883 (Figura 1).



Figura 1. *Rana forreri* (Fuente: https://www.ecured.cu/Rana_forreri)

No existen estudios formales en cuanto a la dieta de *R. forreri*, sin embargo, existe evidencia de que pueden alimentarse de una amplia variedad de invertebrados y ocasionalmente de vertebrados de pequeño tamaño (Romero *et al.*, 2008; Lemos-Espinal, 2011).

Esta especie se ha visto obligada a adaptarse debido a la influencia del hombre en su hábitat en los que normalmente se encuentran zanjas, drenes y otros terrenos húmedos que bordean campos agrícolas y ganaderas en las áreas de donde es nativa (Romero *et al.*, 2008).

La distribución de *R. forreri* va del sur de Sonora a lo largo de la costa del Pacífico hasta el noroeste de Costa Rica (Frost, 1985) está restringida a los principales ríos y zonas pantanosas, ocupa cuerpos de agua permanente como: ríos, lagos y pantanos, especialmente cerca de la costa, siendo menos abundante hacia el este (Loc-Barragán *et al.*, 2017; Lemos-Espinal, 2011) (Figura 2).



Figura 2. Distribución de *R. forreri* en México (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2006).

4. Material y métodos

4.1. Área de estudio

El estudio se realizó del 14 al 21 de octubre del presente año en la localidad de San Francisco Ixhuatán, Oaxaca una zona aledaña al Río Ostuta ($16^{\circ}18'36.22''N$, $94^{\circ}29'46.65''O$). El Río Ostuta nace en la sierra atravesada a 1400msnm, con dirección al suroeste hasta desembocar en la Laguna Inferior; su afluente más importante el Río Zanatepec se encuentra en su margen izquierdo.

4.2. Captura de hospederos

Para realizar el presente estudio se colectaron organismos de la especie *Rana forreri* en las zonas aledañas al Río Ostuta, Oaxaca. La captura se realizó con una red de mano; se seleccionaron ejemplares adultos con el fin de que se presentara una mayor cantidad de helmintos, ya que su tiempo de exposición en el ambiente ha sido mayor. Una vez capturados se transportaron al laboratorio para identificar la especie del hospedero con base en las claves taxonómicas y posteriormente se procedió con la disección del mismo. Los datos obtenidos se registraron en una base de datos (Anexo 1).

4.3. Revisión de hospederos

Se examinaron los organismos colectados para realizar el examen helmintológico; cada uno de los hospederos colectados se disecciono con ayuda de tijeras y agujas de disección, se procedió a aislar y examinar cada órgano del hospedero bajo un microscopio estereoscópico

en busca de helmintos; los datos obtenidos se registraron en la base de datos mencionada anteriormente (Anexo 1).

4.4. Conservación y fijación de helmintos

Los helmintos fueron fijados inmediatamente después de ser obtenidos de los hospederos, con las concentraciones respectivas, de acuerdo con Maldonado (2009), como se describe a continuación:

Nematoda: se fijaron con formol salino al 4%.

Digenea: se fijaron con formol al 4% (a punto de ebullición).

Acanthocephala: antes de ser fijados se tuvo cuidado que la probóscide quedara completamente evertida para esto fue necesario colocarlos en agua destilada en refrigeración por 8, 12 o hasta 24 horas; posteriormente se fijaron con alcohol etílico al 70%.

Una vez fijados se colocaron en viales con alcohol etílico al 70% para su conservación; con el fin de facilitar la tinción y el procesamiento del mismo; asimismo, se llevó a cabo el estudio taxonómico de los organismos, al finalizar, estos fueron etiquetados con los datos completos de la colecta.

Aclarado de nematodos y acantocéfalos: En una cámara de cultivo se añadió lactofenol de Amman a un nivel en donde el organismo estuviera completamente cubierto, dependiendo del tamaño se esperó de 1-6 horas, posteriormente se montaron en un portaobjetos, para su observación en el microscopio.

Tinción de trematodos: Se hidrataron pasando de OH-70% a OH-50% y a agua destilada, en cada uno se dejó reposar por 20 min; posteriormente se pusieron en colorante por 20 min y se enjuago rápidamente en OH-acidulado. Seguido de esto se pasaron a OH-70% después a OH-90% y a OH-absoluto por 20 min respectivamente. Finalmente se pusieron en solución de Xileno hasta que el organismo presentara una apariencia vítrea y se montaron en un portaobjetos excavado con resina sintética, para su observación en el microscopio.

4.5. Identificación taxonómica

La identificación taxonómica de helmintos se realizó empleando un microscopio compuesto de acuerdo a las características de cada grupo taxonómico utilizando literatura especializada para cada grupo.

4.6. Evaluación cuantitativa de las poblaciones de helmintos

De acuerdo con Bush *et al.* (1997), las descripciones cuantitativas son estimaciones puntuales basadas en la muestra de toda la población de hospederos.

$$(1) \textit{Prevalencia} = \frac{\textit{No. de huespedes infectados}}{\textit{No. de huespedes examinados}}$$

$$(2) \textit{Intencidad media} = \frac{\textit{No. total de parasitos}}{\textit{No. de los huespedes infectados}}$$

$$(3) \text{ Abundancia media} = \frac{\text{No. total de parásitos}}{\text{No. total de huéspedes examinados}}$$

En donde:

Prevalencia: es el número de huéspedes infectados con 1 o más individuos de una especie particular de parásito o grupo taxonómico, dividido por el número de huéspedes examinados para esa especie de parásito. Se considera una estadística descriptiva de los datos de presencia-ausencia en parásitos en una muestra de hospedadores y se usa cuando es conveniente clasificar los hospedadores en 2 categorías,

Intensidad media: es la intensidad promedio de una especie particular de parásito entre los miembros infectados de una especie huésped particular.

Abundancia media: es la abundancia promedio de una especie de parásito entre todos los miembros de una población huésped particular.

4.7. Ciclo de vida de helmintos

En cuanto a la descripción de los ciclos de vida de los helmintos presentes en *R. forreri*, fue necesario determinar el estadio en el que se encontraban y si involucran a más de un hospedero; para esto se consultó literatura en la que se describían las mismas especies encontradas.

5. Resultados

5.1. Descripción del hospedero

Se colectó un total de 12 ranas que presentan las siguientes características. Un hocico puntiagudo, un pliegue glandular dorsolateral continuó desde atrás del ojo hasta la ingle, manchas irregulares en el dorso, grandes oblongas y frecuentemente fusionadas. Las extremidades posteriores tienen bandas oscuras bien definidas. La ingle está moteada de forma clara en las superficies inferiores y con una coloración verde oliva, por lo que fueron identificadas como *R. forreri*. Las ranas miden de hocico a cola 63.2-86.0 (9.25±73.41) mm, tibia 37.0-51.3 (5.09±42.78) mm y diámetro de tímpano y ojo 5.7-8.0 (0.87±6.43) mm y 6.4-7.9 (0.57±7.06) mm, respectivamente (Figura 1).



Figura 3. Aspectos morfológicos de rana *Rana forreri* de San Francisco Ixhuatán, Oaxaca.

5.2. Descriptores cuantitativos de helmintos

Se encontraron 127 parásitos los cuales pertenecen a 9 especies de tres phyla. Trematoda (una especie no identificada y otra de la familia Diplostomidae); Nematoda (una especie no identificada, *Serpinema trispinosum*, *Aplectana incerta*, *Cosmocerca parva*, *Foleyellides striatus*, y *Strongyloides* sp.); y Acantocephala (*Oligacanthorhynchus* sp.). El phylum más representativo fue Nematoda con 6 especies. Las especies de helmintos que presentaron los valores más altos de los descriptores cuantitativos de la infección fueron: *Cosmocerca parva* (75.00%, 7.6, 5.70), *Aplectana incerta*. (25.00%, 5.3, 1.30) y *Oligacanthorhynchus* sp. (16.67%, 7.5, 1.20), de prevalencia, intensidad y abundancia promedio, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de helmintos encontrados en *Rana forreri* (n= 12) y descripción cuantitativa de sus poblaciones. P = Parasito, HI = Hospederos Infectados, NI = No Identificado, IG = Intestino grueso, ID = Intestino delgado.

| Especie | P/Hi | Sitio de infección | Prevalencia (%) | Intensidad media | Abundancia media |
|--|------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Trematoda | | | | | |
| NI | 1/1 | IG | 8.33 | 1.0 | 0.08 |
| Diplostomidae | | | | | |
| Metacercaria | 11/1 | Gónadas | 8.33 | 11.0 | 0.90 |
| Nematoda | | | | | |
| Larva de tercer estadio NI (enquistado) | 1/1 | Estomago | 8.33 | 1.0 | 0.08 |
| Camallanidae | | | | | |
| <i>Serpinema trispinosum</i> | 2/1 | ID | 8.33 | 2.0 | 0.10 |
| Cosmocercidae | | | | | |
| <i>Aplectana incerta</i> | 16/3 | ID IG | 25.00 | 5.3 | 1.30 |
| <i>Cosmocerca parva</i> | 68/9 | ID IG | 75.00 | 7.6 | 5.70 |
| Ochocercidae | | | | | |
| <i>Foleyellides striatus</i> | 2/1 | Celoma | 8.33 | 2.0 | 0.10 |
| Strongylidae | | | | | |
| <i>Strongyloides</i> sp. | 11/1 | ID | 8.33 | 11.0 | 0.90 |
| Acantocephala | | | | | |
| Oligacanthorhynchidae | | | | | |
| <i>Oligacanthorhynchus</i> sp (acantela). | 15/2 | Celoma | 16.67 | 7.5 | 1.20 |

5.3. Identificación de las especies de helmintos

A continuación se presentan las especies de helmintos encontradas. La identificación fue realizada por la combinación de al menos tres características propias del género o especie.

Serpinema trispinosum Leidy (1852)

Figura 4

Larva de tercer estadio. Cápsula bucal formada por dos estructuras anchas, laterales, en forma de válvula con costillas en el lado interno. De 12-13 crestas longitudinales en el extremo anterior de la capsula bucal. El extremo posterior de la cápsula bucal es más estrecha, la cual se abre hacia el esófago a través de un gran embudo con paredes esclerotizadas. No se observó poro excretor ni anillo nervioso. Pequeña papila lateral situada en el extremo anterior. Esófago muscular y glandular. Cola cónica con tres espigas cuticulares terminales, una dorsal y dos ventrolaterales.

Hospedero: *Rana forreri*

Sitio de infección: Intestino delgado

ID: 497.

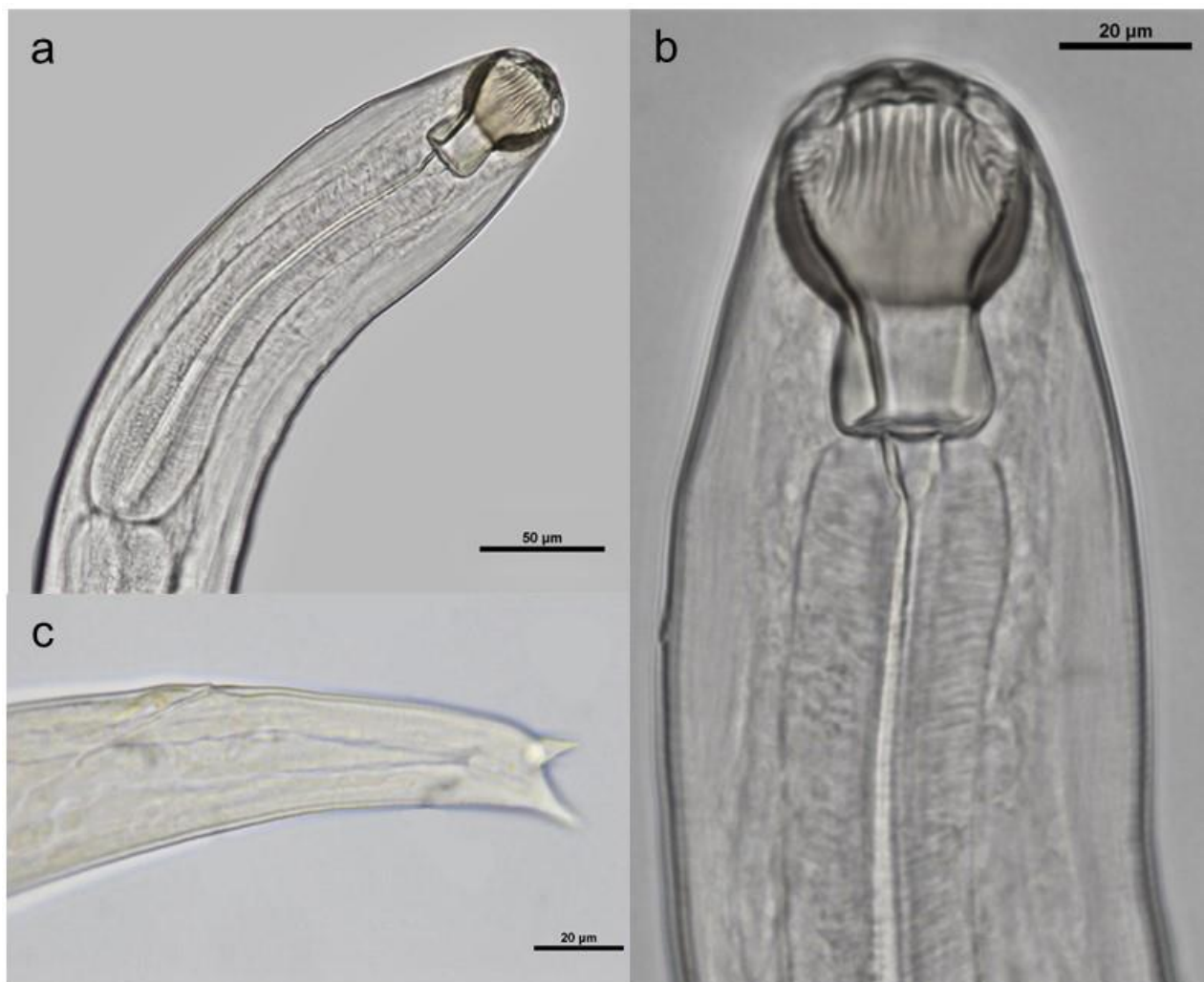


Figura 4. Larva de tercer estadio de *Serpinema trispinosum*. **a** Extremo anterior, intersección esófago-intestino, **b** Capsula bucal y **c** Extremo posterior.

Aplectana incerta Caballero (1949)

Figura 5

Descripción basada en dos organismos machos. Cuerpo pequeño y robusto. Ligeramente más pequeños que las hembras. Faringe y esófago muscular con bulbo esofágico redondeado. Poro excretor anterior a bulbo esofágico. Dos espículas desarrolladas que comienzan a un mismo nivel, al término están rodeadas por el gubernáculo. Cloaca con una pequeña placa. Papilas pre-anales distribuidas simétricamente en la parte ventral y ventrolateral del cuerpo. Un par de papilas situadas a cada lado de la cloaca, un par de tres papilas a cada lado la placa. Papilas distribuidas simétricamente en la parte ventral y ventrolateral del cuerpo que van desde la parte post-anal hasta el extremo caudal. Cola cónica.

Hospedero: *Rana forreri*

Sitio de infección: Intestino delgado e intestino grueso

ID: 507 y 508.



Figura 5. Macho de *Aplectana incerta*. **a** Extremo posterior, **b** Bulbo esofágico y poro excretor, **c** Espículas, **d** Cloaca y papilas caudales, **e** Extremo posterior, vista ventral.

Cosmocerca parva Travassos (1925)

Figura 6

Descripción basada en dos organismos una hembra y un macho. La hembra presenta un cuerpo alargado con una longitud total de 3975.3 μm . Presenta una faringe circular (34.4 μm), esófago muscular y glandular (516.6 μm). Bulbo esofágico de 103.32x98.4 μm . Poro excretor anterior a bulbo esofágico. Vulva ligeramente post-ecuatorial situada a 54.70% del cuerpo. Ano situado a 762.6 103.32x98.4 μm desde el extremo posterior. El macho presenta un cuerpo más pequeño que la hembra con una longitud total de 2218.9 μm . Faringe de 29.52x19.68. Esófago muscular y glandular de 285.3 μm . Bulbo esofágico circular de 59 μm . Poro excretor a nivel del bulbo esofágico. 5 pares de plectanas pre-cloacales. Cloaca situada a 137.76 μm . Cola cónica en ambos organismos.

Hospedero: *Rana forreri*

Sitio de infección: Intestino delgado e intestino grueso

ID: 4498, 499, 500, 501, 502, 503 y 510.

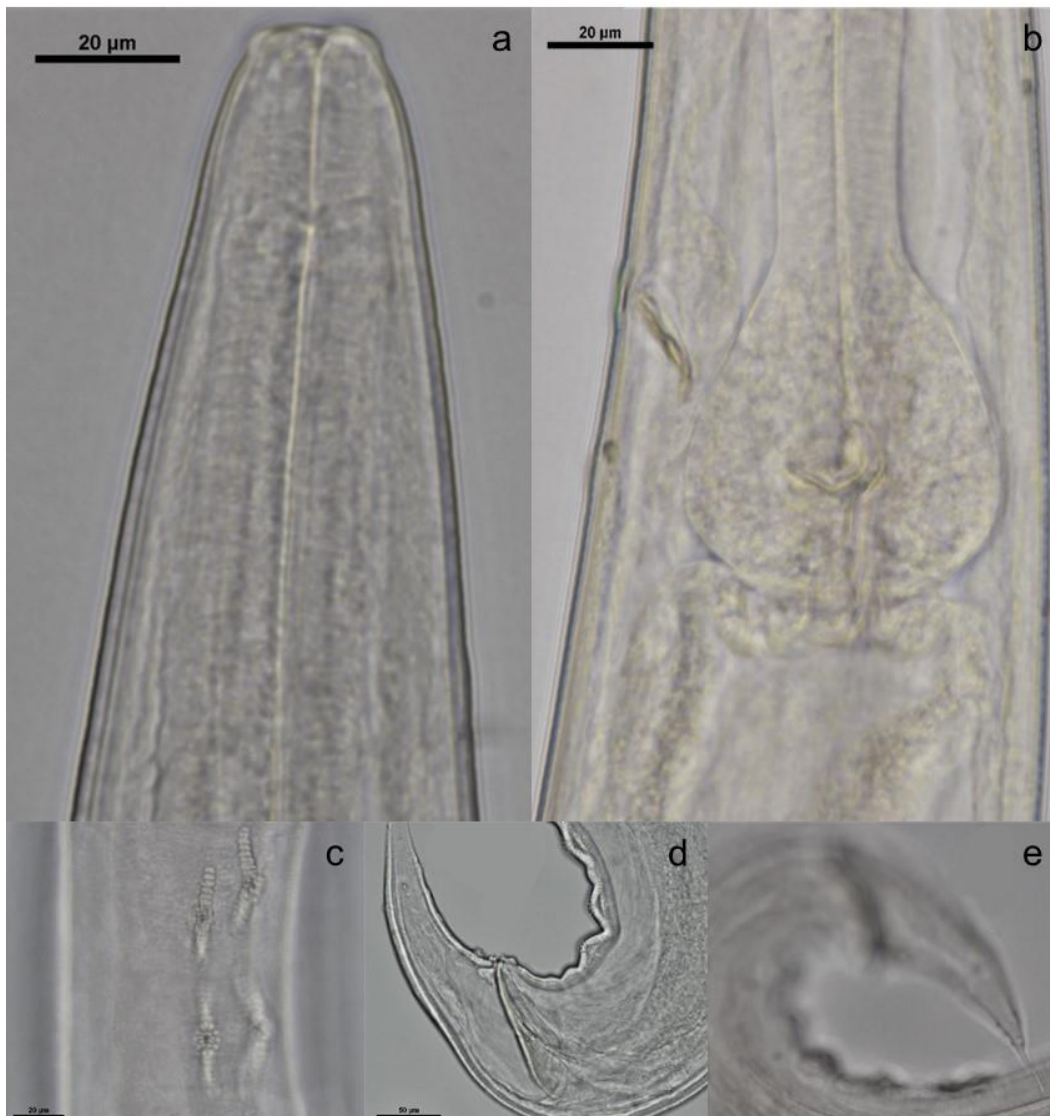


Figura 6a. Macho de *Cosmocerca parva*. **a** Extremo anterior, **b** Bulbo esofágico y poro excretor, **c** Plectanas, **d** Gubernáculo y espícula, **e** Extremo posterior.

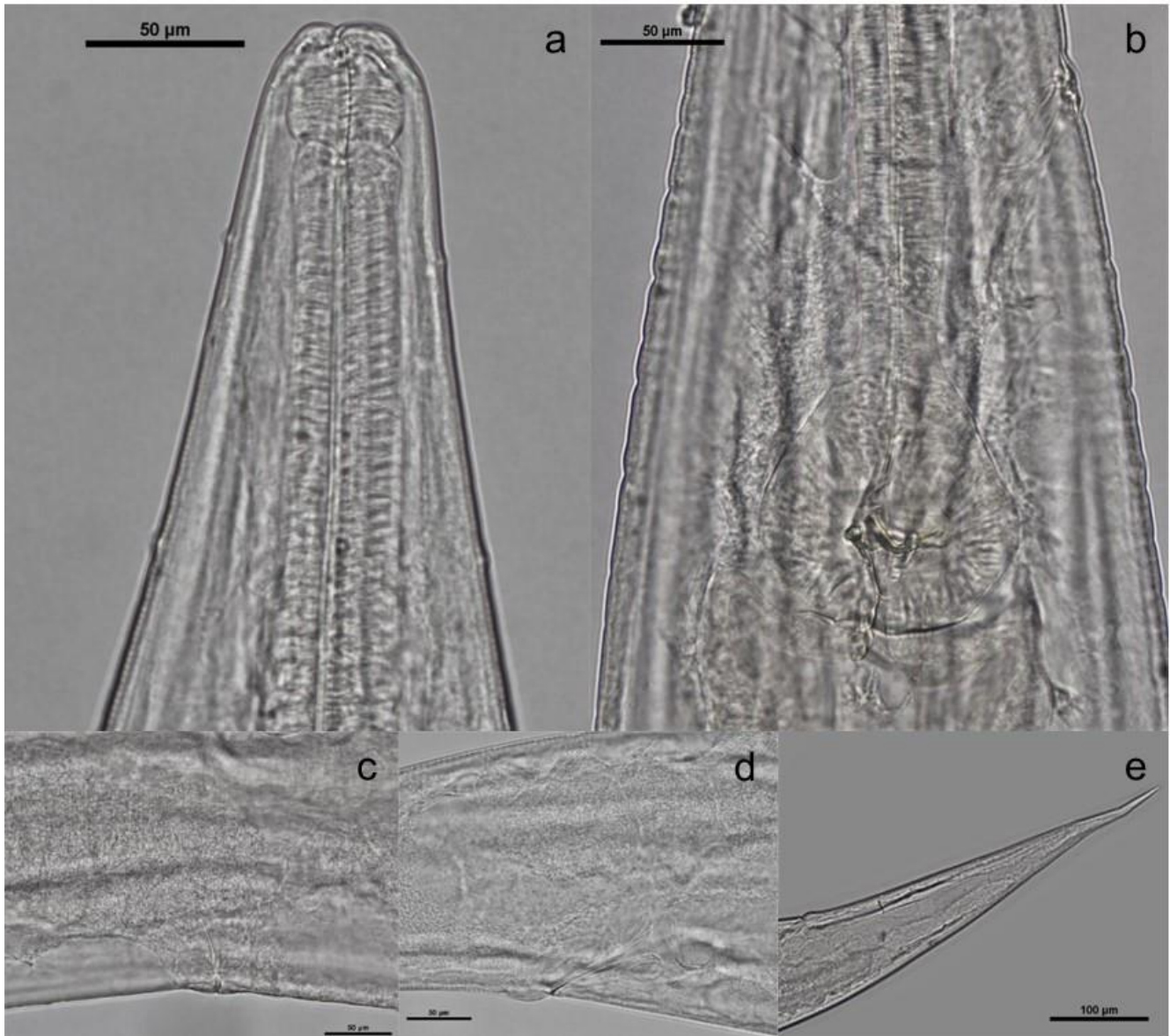


Figura 6b. Hembra de *Cosmocerca parva*. **a** Extremo anterior, **b** Bulbo esofágico y poro excretor, **c** Vulva, **d** Ano, **e** Extremo posterior.

Foleyellides striatus Caballero (1935)

Figura 7

Descripción basada en un organismo macho; más pequeños que las hembras. Cuerpo delgado y alargado. Esófago muscular y glandular. Anillo nervioso anterior a la unión entre la porción muscular y glandular del esófago. Área rugosa desarrollada, que consta de distintas bandas transversales cuticulares. Espículas de distintos tamaños. Placa cuticular, preanal y ventral. 4 pares de papilas mamiformes, un par preanal y 3 pares postanal. Alas laterales más altas en la región de la cola, ligeramente asimétricas. Ubicación simétrica y ventral de dos primordios, al final de la cola.

Hospedero: *Rana forreri*
 Sitio de infección: Celoma
 ID: 496.

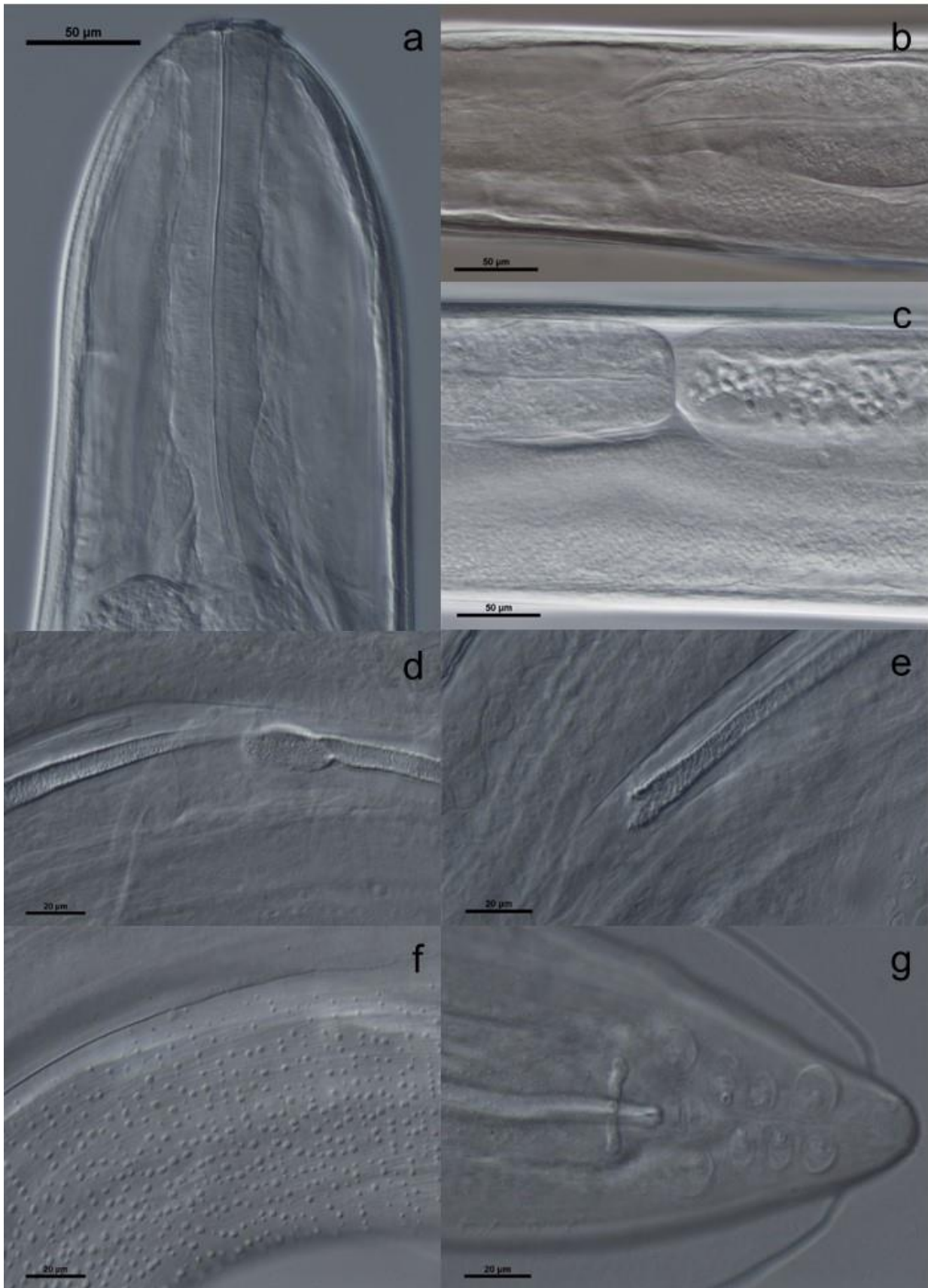


Figura 7. Macho de *Foleyellides striatus*. **a** Extremo anterior, **b** Anillo nervioso e intersección entre esófago muscular y glandular, **c** Intersección esófago-intestino, **d** Espícula grande, **e** Espícula pequeña, **f** Área rugosa (estriaciones) y **g** Extremo posterior (vista ventral).

Strongyloides sp.
Figura 8

Descripción basada en dos organismos hembras. Cuerpo delgado y alargado con una longitud total de 1509.2-1739.5 μm (162.84 ± 1624.35). Pequeña papila lateral en el extremo anterior. Esófago largo que abarca del 38.64-40.42% del cuerpo; en ambos ejemplares se presentan dos estructuras circulares en el extremo posterior del esófago. Vulva post-ecuatorial situada del 69.30-70.62% del cuerpo, con labios desarrollados. Presenta de 4 a 5 huevos ovalados 34.3x19.6-51.45x19.6 μm . Ano situado de 63.7-73.5 μm (6.92 ± 68.6) desde el extremo posterior. Cola cónica y redondeada.

Hospedero: *Rana forreri*
Sitio de infección: Intestino delgado
ID: 495.

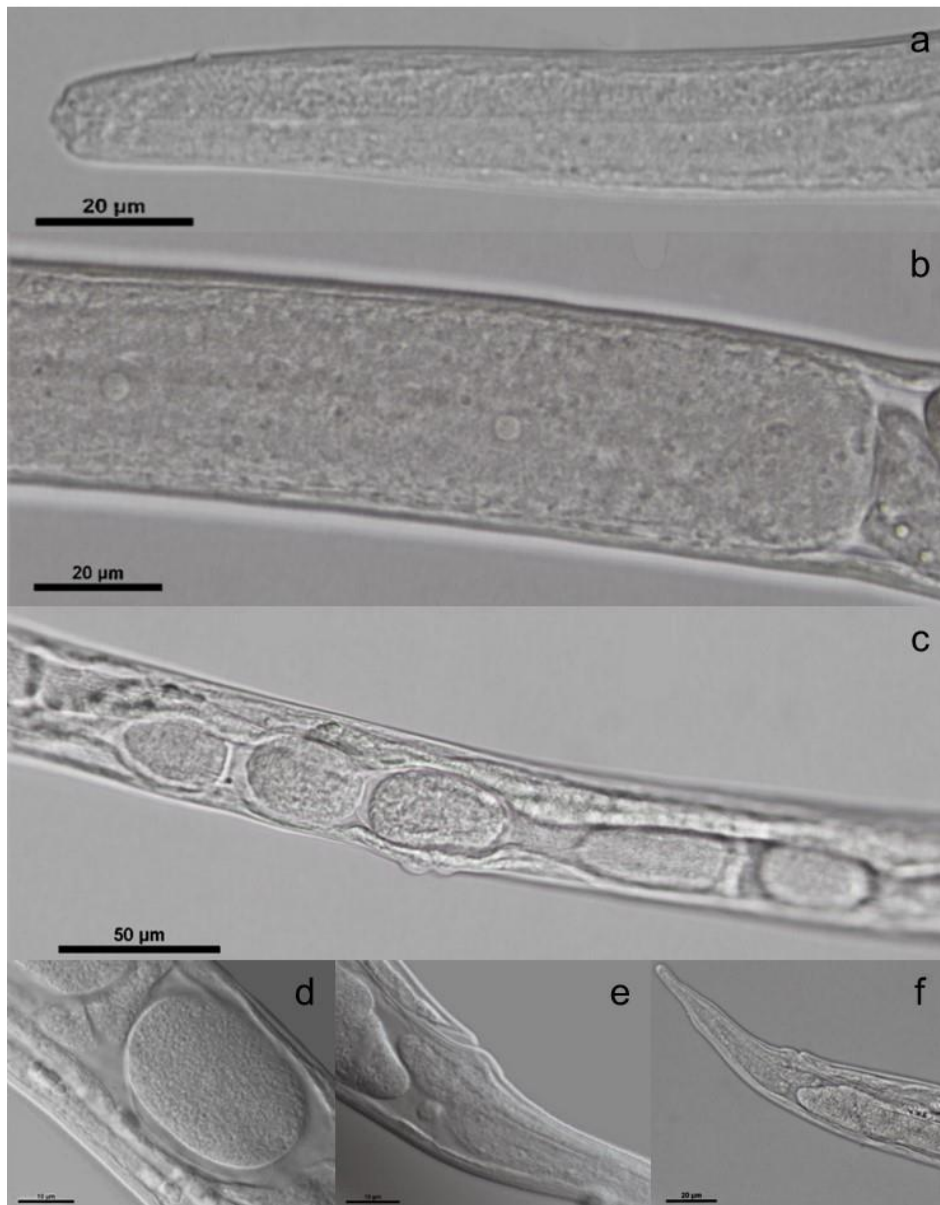


Figura 8. Hembra de *Strongyloides* sp. **a** Extremo anterior, **b** Intersección esófago-intestino, **c** Vulva, **d** huevo, **e** Ano y **f** Extremo posterior.

Oligacanthorhynchus sp.

Figura 9

Descripción basada en dos organismos en estado larvario (acantela). Probóscide cilíndrica con 4 filas de ganchos dispuestos en espiral que van de mayor a menor tamaño. El cuello presenta una pequeña papila ubicada al inicio de este. Conducto excretor en el extremo posterior propio de esta especie.

Hospedero: *Rana forreri*
Sitio de infección: Celoma
ID: 505 y 506.

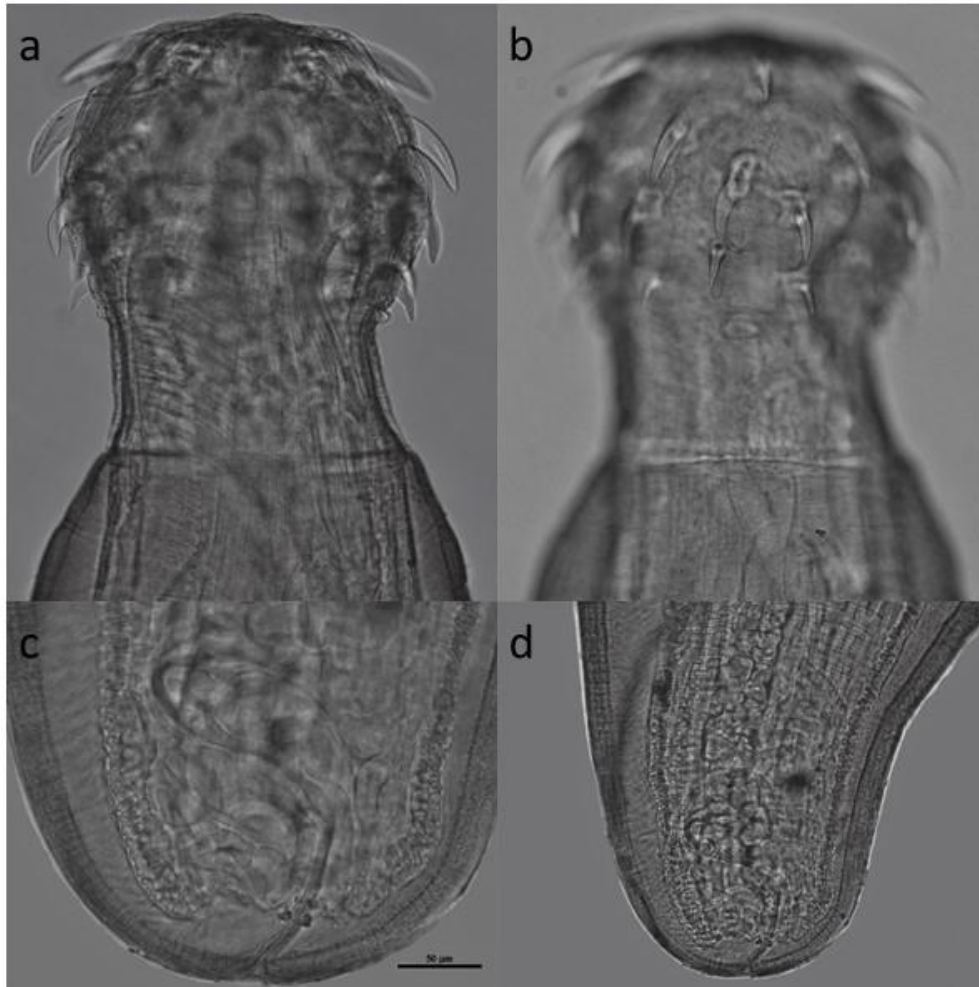


Figura 9. Acantela de *Oligacanthorhynchus* sp. **a** Probóscide (vista lateral de los ganchos), **b** Probóscide (vista ventral de los ganchos), **c** Ano y **d** Extremo anterior.

5.4. Ciclos de vida

La rana *R. forreri* presenta el rol de hospedero definitivo para la mayoría de los helmintos que se encontraron (*Aplectana incerta*, *Cosmocerca parva*, *Foleyellides striatus* y *Strongyloides* sp.); como hospedero intermediario (metacercarias pertenecientes al phylum Diplostomidae y *Oligacanthorhynchus* sp.) y como hospedero paraténico (*Serpinema trispinosum*). Respecto a esto se describen e ilustran los ciclos de vida de cada uno de los helmintos encontrados (Figura 10).

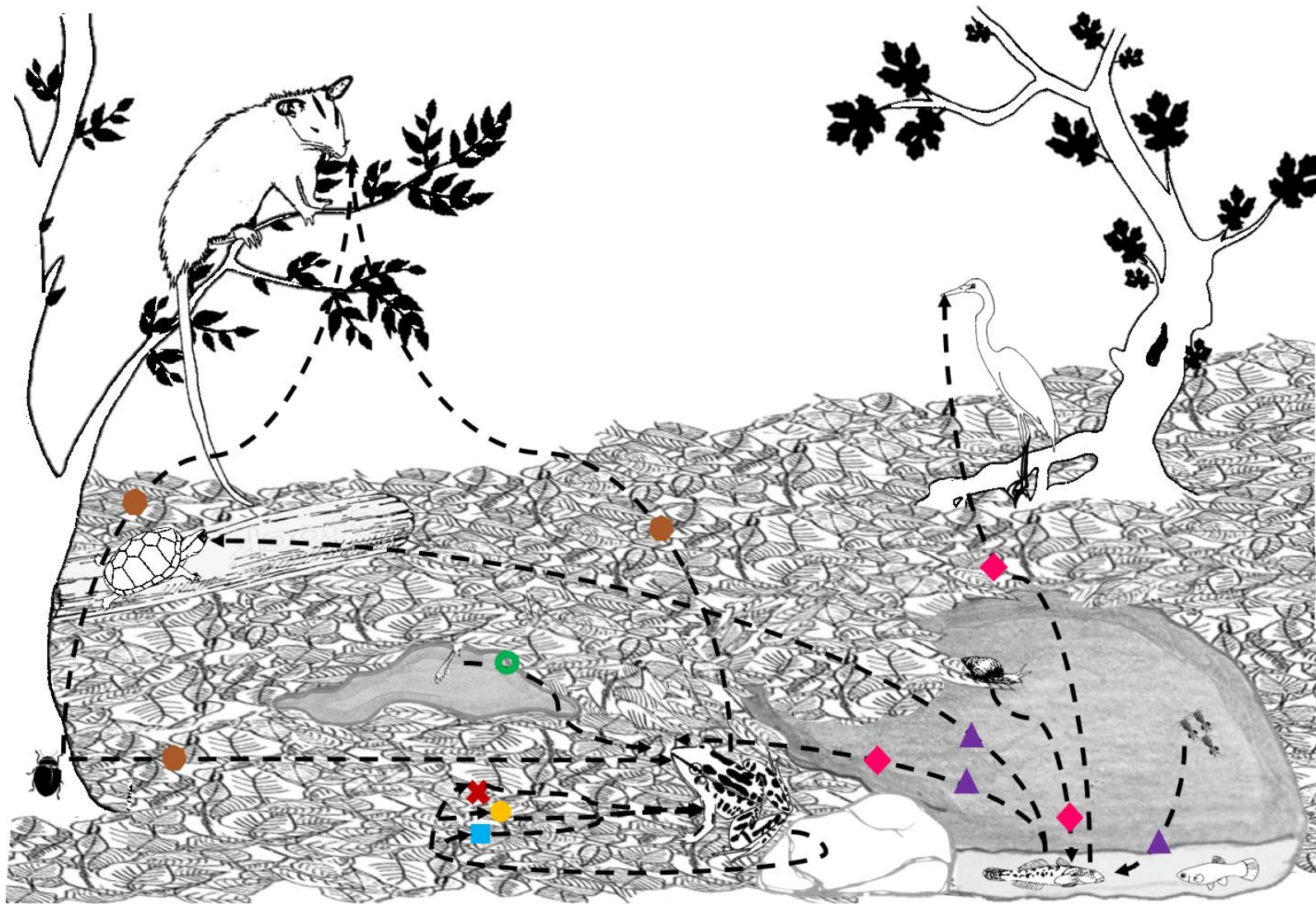
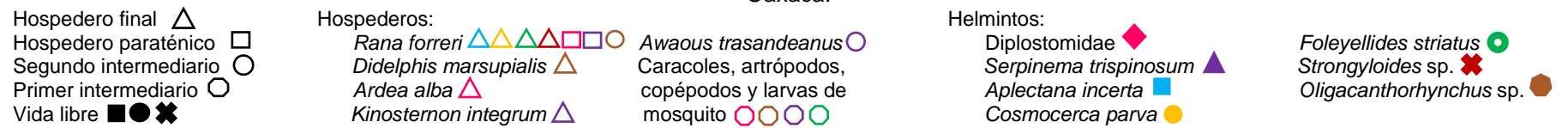


Figura 10. Representación gráfica de los ciclos de vida de las especies de helmintos encontrados en la rana *Rana forreri* de San Francisco Ixhuatán, Oaxaca.



6. Discusión

Los estudios parasitológicos sobre la evolución de las interacciones ecológicas y estructura de la comunidad han determinado que la parasitología constituya una parte integral de programas de investigación sobre biodiversidad ya que juegan un papel primordial en el mantenimiento de los ecosistemas (Angón *et al.*, 2013; Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001).

El exceso de lluvias provoca desbordamientos en los ríos que a su vez causan inundaciones fluviales en zonas aledañas a este, creando cuerpos de agua temporales de distintos tamaños y profundidades; proceso por el que diversas especies de peces se transportan a estos cuerpos de agua temporales (Arroyo Correa *et al.*, 2012). Un humedal interior temporal es aquella planicie de inundación existente a lo largo de los ríos, como depresión inundada aislada rodeada por tierra (Cervantes, 2007).

La rana *R. forreri* refleja hábitos oportunistas en cuanto a la composición de su alimento, aunque no hay estudios formales publicados al respecto, existe evidencia de que pueden alimentarse de una amplia variedad de invertebrados y ocasionalmente, de vertebrados de menor tamaño. Pueden alimentarse tanto en tierra como dentro del agua (Romero *et al.*, 2008).

Nuestros resultados permiten suponer que las condiciones del ambiente con exceso de lluvias e inundaciones, así como los hábitos alimentarios de *R. forreri* en la zona estudiada, conducen una mayor exposición a la infección de *C. parva* y *A. incerta*, ambas especies presentaron los valores más altos de la infección (Tabla 1).

De acuerdo con Anderson (2000), las larvas de las especies pertenecientes a la familia Cosmoceridae sobreviven en películas delgadas de agua; el hospedero definitivo se infecta por vía oral (*Aplectana* spp.), o por penetración en la piel (*Cosmocerca* spp.). Las especies de ambos géneros utilizan como hospedero definitivo principalmente a anfibios que a su vez son habitantes del suelo del bosque donde se alimentan y reproducen. En un estudio realizado por Sanchez y colaboradores (2010) documentaron que el anfibio *Colostethus fraterdanieli* puede infectarse en la hojarasca húmeda mientras atienden a sus huevos o transportan a las larvas en sus espaldas para depositarlos en los arroyos. El proceso de infección de *C. parva* y *A. incerta* en *R. forreri* supone un mismo escenario en este estudio.

La presencia de *S. trispinosum* también se adjudica a las condiciones del ambiente y la dieta de *R. forreri*, ya que debido a las inundaciones y el estancamiento de ciertas especies de peces podemos decir que *R. forreri* incluye pequeños peces en su dieta, los cuales intervienen en su ciclo de vida como hospederos intermediarios y en *R. forreri* como hospedero paraténico para esta especie parasita.

Se ha reportado a *S. trispinosum* en copépodos y peces como hospederos intermediarios (Mosqueda-Cabrera *et al.*, 2019; Salgado-Maldonado *et al.*, 2003). De acuerdo con Cabrera-Guzmán y colaboradores (2007), consideraron como un registro accidental a *S. trispinosum* parasitando a la rana leopardo en Acapulco Guerrero, México. En ese mismo año un estudio realizado por González y Hamann (2007) en Argentina, representa el primer registro de larvas

de *S. trispinosum* en anfibios, y sugiere la importancia de los anfibios como huéspedes paraténicos de parásitos de tortuga de agua dulce.

El ciclo de vida para algunas especies de nemátodos como *Strongyloides* sp. son muy complejos. La forma parasitaria esta especie solo produce huevos genotípicamente femeninos por partenogénesis mitótica. Los huevos embrionados en el intestino, eclosionan en larvas rabadiformes de primera etapa, que generalmente salen en las heces y pasan a la fase de desarrollo de la vida libre. En el ambiente externo, las larvas rabadiformes se convierten en larvas infecciosas femeninas (ruta homogónica) o crecen y mudan cuatro veces para producir una sola generación de vida libre que consiste en machos y hembras (ruta heterogónica) (Anderson, 2000). El género *Strongyloides* se reporta por primera vez en el anfibio *Hyla microcephala*, en Los Tuxtlas y el Lago de Catemaco Veracruz, México; así como en el anfibio *Physalaemus albonotatus* en Argentina (Goldberg *et al.*, 2002; González y Hamann, 2012). Este estudio representa un primer registro para *Strongyloides* sp. en el género *R. forreri*.

En México existe un amplio campo de investigación de helmintos en anfibios (Goldberg *et al.*, 2002; Cabrera-Guzmán *et al.*, 2007; Goldberg y Bursey, 2002; Pérez Romero, 2006; Yáñez-Arenas y Guillén-Hernández, 2010; Mata-López *et al.*, 2013; Lazcano, 2013; Velarde-Aguilar *et al.*, 2014; García-Prieto *et al.*, 2014; Romero-Mayén y León-Règagnon, 2016; León-Règagnon, 2017; Velazquez-Urrieta y León-Règagnon, 2018; Trejo-Meléndez *et al.*, 2019); sin embargo, este estudio representa uno de los primeros registros para *S. trispinosum*, *Strongyloides* sp. y *Oligacanthorhynchus* sp. en *R. forreri*.

7. Conclusiones

- Se da a conocer por primera vez la helmintofauna en ranas *R. forreri* de San Francisco Ixhuatán, Oaxaca.
- Se registra por primera vez la presencia de *Strongyloides* sp. y *Oligacanthorhynchus* sp. en anuros de México.
- Los peces son un constituyente importante en la dieta de *R. forreri*.

8. Referencias

- Anderson, R. C. (2000). *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. Cabi.
- Angón, C., Rico, C., Cordero, N., y Carolinacord, K. (2013). *La biodiversidad en Chiapas estudio de estado* (No. CH/333.951609727 B5).
- Arroyo Correa, V., Millán Barrera, C., Laurel Castillo, J., y Aguilar Chávez, A. (2012). Acoplamiento de mecanismos de DBO-OD en un modelo CFD para cuerpos de agua.
- Bosch, J. (2003). Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. *Munibe*, 16: 56–73.
- Boulenger, G. A. (1883). Descriptions para new species of lizards and frogs collected by herra forrer in México. *Journal of Natural History*, 11(65): 342-344.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty., J. M. Lotz., y A. W. Shostak. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, 83: 575-583.
- Cabrera-Guzmán, E., León-Règagnon, V., y García-Prieto, L. (2007). Helminth parasites of the leopard frog *Rana cf. forreri* (Amphibia: Ranidae) in Acapulco, Guerrero, México. *Comparative Parasitology*, 74(1): 96-108.
- Cdc.gov. (2019). Acerca de los parásitos. Obtenido de: <https://www.cdc.gov/parasites/es/about.html>. Consultado 12 de febrero del 2019.

- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, pp. 37–67.
- Chowdhury, N. y Aguirre, A. A. (2001). *Helminths of wildlife*. Science Publishers, Inc.
- CONABIO. (2014). Anfibios: Ranas, sapos, salamabras, cecilias. Biodiversidad Mexicana Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/anfibios/anfibios.html. Consultado 11 de febrero del 2019.
- Frost, D. R. (1985). *Amphibian species of the world: a taxonomic and geographical reference*. Allen Press, Inc., and the Association of Systematics Collections, Lawrence, KS.
- García-Prieto, L., Ruiz-Torres, N., Osorio-Sarabia, D., y Merlo-Serna, A. (2014). *Foleyellides rhinellae* sp. nov. (nematoda, onchocercidae) a new filaria parasitizing *Rhinella marina* (anura, bufonidae) in Mexico. *Acta parasitologica*, 59(3):478–484.
- Goldberg, S. R. y Bursey, C. R. (2002). Helminth parasites of seven anuran species from northwestern México. *Western North American Naturalist*, 62(2): 4.
- Goldberg, S. R., Bursey, C. R., Salgado-Maldonado, G., Báez, R., y Cañeda, C. (2002). Helminth parasites of six species of anurans from los Tuxtlas and Catemaco lake, Veracruz, México. *The Southwestern Naturalist*, 47(2):293–299.
- González, C. E. y Hamann, M. I. (2007). The first record of amphibians as paratenic hosts of serpinema larvae (nematoda; camallanidae). *Brazilian Journal of Biology*, 67(3):579–580.
- González, C. E. y Hamann, M. I. (2012). First report of nematode parasites of *Physalaemus albonotatus* (steindachner, 1864) (anura: Leiuperidae) from corrientes, Argentina.
- Grismer, L. L. (2002). *Amphibians and reptiles of Baja California, including its Pacific islands and the islands in the Sea of Cortés*, Vol. 4. Univ of California Press.
- Lazcano, M. J. H. (2013). Estudio sobre helmintos parásitos de rana *Rana forreri* (Boulenger, 1883) del distrito de riego 19 en Tehuantepec, Oaxaca. p. 52.
- Lemos-Espinal, J. A. (2011). Anfibios y Reptiles de la Región Terrestre Prioritaria (31): Sierra Álamos El Cuchujaqui, Sonora, Ecorregión Terrestres de México 14.3.2.1. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. *Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto GT020*. México, D.F.
- León-Régagnon, V. (2017). Nueva especie de haematoloechus (digenea: Plagiorchioidea) parásita de rana spp. del suroeste de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(3):555–559.
- Loc-Barragán, J. A., Carbajal-Márquez, R. A., y Domínguez-De la Riva, M. A. (2017). *Lithobates forreri* (Boulenger, 1883). Diet. En *Mesoamerican Herpetology*, 3(4): 622-633.
- Maldonado, G. S. y PE209106, P. (2009). Manual de prácticas de parasitología con énfasis en helmintos parásitos de peces de agua dulce y otros animales silvestres de México.
- Mata-López, R., León-Régagnon, V., y Brooks, D. R. (2005). Species of *Gorgoderina* (Digenea: Gorgoderidae) in *Rana vaillanti* and *Rana cf. forreri* (Anura: Ranidae) from guanacaste, Costa Rica, including a description of a new species. *Journal of Parasitology*, 91(2): 403-410.
- Mata-López, R., León-Régagnon, V., y García-Prieto, L. (2013). Helminth infracommunity structure of *Leptodactylus melanonotus* (anura) in tres palos, Guerrero, and other records for this host species in México. *Journal of Parasitology*, 99(3):564–570.
- Mosqueda-Cabrera, M. Á., Labastida-Valerio, J. Á., Sotelo-Viveros, A. M., Becerra-García, R. E., y Jiménez-García, M. I. (2019). Helmintos del pez anual *Millerichthys robustus* (teleostei: Rivulidae), una especie endémica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90.
- Ochoa-Ochoa, L., Flores-Villela, O., García-Vázquez, U., Correa-Cano, M., y Canseco-Márquez, L. (2006). Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México. Especie *Rana forreri*.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 460-466.
- Pérez Ponce de León, G. (2012). Estudian en la UNAM helmintos que parasitan a vertebrados silvestres en México. Boletín UNAM-DGCS-433 Ciudad Universitaria. Obtenido de: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2012_433.html. Consultado 11 de febrero del 2019.
- Pérez Romero, G. (2006). Helmintos parásitos de *Rana spectabilis* Hillis y Frost, 1985, en una localidad de la reserva de la biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.
- Pérez-Ponce de León, G. y García-Prieto, L. (2001). Los parásitos en el contexto de la biodiversidad y la conservación. *Biodiversitas*, 34:11–15.
- Pulido-Flores, G., Monks, S., Falcón-Ordaz, J., y Violante-González, J. (2015). Helmintos parásitos de fauna silvestre en las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México. *Estudios en Biodiversidad*, 11: 52.

- Romero, J. Á., Medellín, R. A., de Ita, A., Sánchez, O. (2008). Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Nacional Autónoma de México y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Ciudad de México, México.*
- Romero-Mayen, A. R. y Leon-Regagnon, V. (2016). A new species of foleyellides (nematoda: Onchocercidae) parasite of *Lithobates* spp. (amphibia: Ranidae) from México with a key for the species of the genus. *Zootaxa*, 4170(3):581–586.
- Salgado-Maldonado, G. (2003). Nuevos registros de serpinema trispinosum (leidy, 1852). *Universidad y ciencia*, 19(37).
- Sánchez, S. M., Araque, G. A., y Gutiérrez-Cárdenas, P. D. A. (2010). The first report of *Cosmocerca parva* (nematoda: Cosmocercidae) from *Colostethus fraterdanieli* (anura: Dendrobatidae) in Colombia. *Phyllomedusa: Journal of Herpetology*, 9(2):133–139.
- Smith, T. M. y Smith, R. L. (2007). *Ecología*. Pearson Educación, S.A., Madrid.
- Thomas, F., Renaud, F., y Guegan, J. F. (2005). *Parasitism and ecosystems*. Oxford University Press on Demand.
- Trejo-Meléndez, V., Osorio-Sarabia, D., García-Prieto, L., y Mata-López, R. (2019). Helminth fauna of *Incilius marmoreus* (anura: Bufonidae) in a neotropical locality of México. *Comparative Parasitology*, 86(1):52–57.
- Velarde-Aguilar, M. G., Romero-Mayén, Á. R., y León-Règagnon, V. (2014). Primer registro del género Physaloptera (Nematoda: Physalopteridae) en *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1): 304-307.
- Velazquez-Urrieta, M. Y. y León-Règagnon, V. (2018). Helminths of two species of leopard frogs (amphibia: Ranidae) from Chiapas, México. *Comparative parasitology*, 85(2):141–153.
- Yáñez-Arenas, C. A. y Guillén-Hernández, S. (2010). Helmintofauna de *Lithobates brownorum* (anura: Ranidae) en tres localidades del estado de Yucatán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(1):191–195.