



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO

Facultad de Ciencias



“Metazoos parásitos de *Phrynosoma orbiculare* (Squamata: Phrynosomatidae) en la Cañada, Xonacatlán, México”

TESIS

Que para obtener el grado de

Bióloga

Presenta:

TONALLI TRINIDAD REYES ORTEGA

Asesores:

Mtra. en C.A y R.N. Belem Flores Nava

Dra. Petra Sánchez Nava

Toluca, Estado de México.

Noviembre de 2018.

INDICE

Introducción	3
Antecedentes	4
Generalidades de los parásitos	4
Parásitos metazoarios	5
Los reptiles como hospederos y parásitos y su importancia	8
Genero <i>Phrynosoma</i> (Wiegmann, 1828)	9
<i>Phrynosoma orbiculare</i> (Linnaeus, 1789)	10
Helmintos en lagartos del genero <i>Phrynosoma</i>	12
Ectoparásitos en lagartos de la familia Phrynosomatidae	14
Hipótesis	18
Objetivo general	18
Objetivos particulares	18
Materiales y método	19
a) Área de estudio	19
b) Recolecta de <i>Phrynosoma orbiculare</i>	21
c) Mantenimiento en condiciones de cautiverio	21
d) Trabajo de laboratorio	22
Examen parasitológico externo	23
Examen parasitológico interno	24
e) Identificación taxonómica	26
f) Análisis de datos	26
Resultados	27
Inventario de parásitos de <i>Phrynosoma orbiculare</i>	28
Descripción de las especies parásitas	28
Parámetros de infección	33
Intervalo de infección (endoparásitos) y grado de infestación (ectoparásitos)	34
Comparación de prevalencia y abundancia de <i>E. araucanensis</i> entre el sexo del hospedero.	34
Promedio de parásitos por sexo y clases de edad	34
Discusión	35
Conclusiones	39
Referencias	40
Anexos	44

INTRODUCCION

Entre los grupos de vertebrados, los reptiles han sido extensamente estudiados a lo largo del mundo, desde varios enfoques biológicos: ecología, fisiología, anatomía, biogeografía y evolución (Mata, 2018), sin embargo desde el punto de vista parasitológico, los estudios son aun escasos, aunque se sabe que muchas especies de reptiles actúan como hospederos, principalmente de protozoarios (Bruce *et al.*, 2018; Gałęcki y Sokół, 2018 citado en Mata, 2018).

Durante mucho tiempo se ha considerado que los parásitos juegan un papel de poca relevancia en la ecología conductual de sus hospederos, pero en años recientes el interés y conocimiento acerca del parasitismo en algunas especies de reptiles se ha incrementado, demostrando que las consecuencias de la infestación pueden ser sutiles y de gran importancia (García, 2004).

Los reptiles como hospederos representan excelentes sistemas para estudiar la influencia que ejercen los helmintos parásitos en los patrones y sus procesos ecológicos. Particularmente estos vertebrados son un grupo de hospederos interesantes porque han invadido una multitud de hábitats y exhiben una destacada diversidad de patrones de historias de vida, formas de reproducción, tamaño del cuerpo, estilos de forrajeo y relaciones tróficas. Consecuentemente, la relación parásito-hospedero que mantienen los reptiles y sus parásitos proporciona la oportunidad de realizar un análisis comparativo muy valioso para abordar y comprender las relaciones ecológicas y evolutivas, y determinar así la distribución y abundancia de las especies de helmintos (Escorcía, 2007).

Los reptiles se encuentran distribuidos en 4 grupos: Orden Testudines (tortugas), Orden Crocrodilia (cocodrilos), Orden Rhynchocephalia (tuataras) y Orden Squamata (lagartijas y serpientes), este último es el más diverso de ellos (Canseco y Gutiérrez, 2010). Se estima que en México existen 864 especies distribuidas en 159 géneros y 40 familias que representan el 8.7% de los reptiles del mundo (Flores y García, 2014). Del total de las especies, 417 son lagartijas, 393 serpientes, 48 tortugas, 3 anfisbénidos y 3 cocodrilos (Flores y García, 2014). Del grupo de las lagartijas, la familia Phrynosomatidae es una de las más importantes, ya que presenta la mayor riqueza de especies con 15.9% del total de especies descritas (Flores y García, 2014). Dentro de ella se encuentra el género *Phrynosoma*, el cual está representado por 17 especies a nivel internacional (conocidas como lagartijas cornudas) y con distribución en Estados Unidos, México y Guatemala. En nuestro país se encuentran 16 especies de lagartos

Phrynosomatidos, de las cuales solo cuatro son endémicas del territorio mexicano (*Phrynosoma braconnieri*, *P. ditmarsii*, *P. orbiculare* y *P. taurus*). A pesar de su endemismo, solo tres de ellas presentan un estado de conservación, establecido por la NOM-059-SEMARNAT: *Phrynosoma braconnieri* (Protección especial), *P. orbiculare* (Amenazada) y *P. Taurus* (Amenazada), en tanto que *P. ditmarsii*, actualmente no ha sido evaluada. Las causas de esta problemática se deben a que generalmente son extraídos de su hábitat y al ser dóciles y ornamentales son muy cotizados para ser vendidos ilegalmente en el mercado negro y en tiendas de mascotas (Raya, 2013).

La especie *Phrynosoma orbiculare* (Linnaeus, 1789) se distribuye en la parte central de México (Raya, 2013) y se encuentra bajo la categoría de Amenaza (A) según la NOM-059-SEMARNAT (García y Mendizábal, 2014), por tal motivo se han realizado estrategias que implementen su conservación y preservación, un ejemplo de estas acciones que se llevan a cabo es la “Guía de cuidados del lagarto cornudo” escrita por José Castillo (2015), el cual es un manual que trata sobre el cuidado y mantenimiento de los lagartos del género *Phrynosoma* en cautiverio, así mismo se han realizado distintos estudios que aportan información acerca de la biología de esta especie, por ejemplo se ha descrito su variación geográfica (Moreno *et al*, 2013; Alcántara 2014), densidad, distribución y estructura poblacional (Robledo, 2015), pero por otra parte existe aún, carencia de investigaciones ó estudios parasitológicos en lagarto *P. orbiculare*, considerándose solamente dos hasta la fecha, en donde se reporta la presencia de una especie de nematodo: *Cyrtosomum penneri* (Goldberg, 2011) y una de ácaro: *Eutrombicula alfreddugesi* (Paredes *et al.*, 2008). Por tal motivo el presente estudio aporta información relevante de los ecto y endoparásitos metazoos que infectan a esta especie por el uso de técnicas de extracción no invasivas.

ANTECEDENTES

Generalidades de los parásitos

Un parásito es un organismo de menor tamaño que vive en el interior o a expensas de otro organismo denominado hospedero (Bowman, 2011). El parásito tiene un papel importante en la regulación de las poblaciones de hospederos ya que algunas veces disminuye la reproducción y otras las elimina. Los parásitos se adaptan a diferentes hábitats del hospedero, es decir, piel, tejido subcutáneo, cavidades y sangre (Quiroz, 2005). De acuerdo

con la localización de los parásitos en su hospedero, se clasifican en endoparásitos que habitan en el interior del organismo y producen infecciones y ectoparásitos que viven en la superficie externa o en la piel y se dice que causan infestaciones (Bowman, 2011).

La mayoría de los animales alberga una o varias especies de parásitos, con cientos o miles de especímenes, también se ha descrito que el número de especies parásitas supera a las de vida libre. La mayoría de las especies de parásitos se encuentran entre los protozoarios, helmintos, artrópodos y pentastómidos (Quiroz, 2005).

Parásitos metazoarios

Los parásitos metazoarios, incluyen a los artrópodos y helmintos. Los helmintos están representados por los Fila Platyhelminthes (Monogenea, Digenea y Cestoda), Nematoda y Acanthocephala (Escorcia, 2007). El término helminto se deriva del vocablo griego *helmins*= gusanos, que incluye organismos con carácter isomorfo; aspecto vermiforme (forma de gusano) (García, 2013). Sin embargo presentan una gran variedad de estructuras corporales propias de cada phylum. Los ciclos de vida, la fisiología nutricional y respiratoria así como su comportamiento son complejos y variados (Escorcia, 2007). Por su parte los artrópodos, cuyo nombre deriva del hecho de que tienen patas articuladas, son animales invertebrados que incluyen una gran variedad de especies y juegan un papel importante como agentes transmisores de bacterias, virus, protozoos y helmintos en animales y humanos (Calderón *et al.*, 2004). Para el caso de los reptiles, los ácaros son los insectos artrópodos parásitos que se encuentran con mayor frecuencia en ofidios y saurios y se localizan en la superficie de estos reptiles.

Actualmente, en 12 de las 17 especies de lagartos del genero *Phrynosoma* que se conocen a nivel mundial, se tienen registros de metazoos parásitos representados por los Phyla Nematoda, Platyhelminthes (Clase: Cestoda), Acanthocephala y Arthropoda, teniendo así a los nematodos como los parásitos más abundantes de estos lagartos.

De acuerdo a sus características morfológicas, fisiológicas y filogenéticas se ha dividido a los animales para su estudio en varios grupos (Quiroz, 2011).

Tabla 1. Descripción general de metazoos parásitos de acuerdo a su grupo filogenético.

Grupo filogenético	Características generales
<p data-bbox="240 405 451 464">Phylum Platyhelminthes</p>  <p data-bbox="240 936 511 1031">Representación de cestodo. <i>Taenia solium</i>. Fase adulta Imagen: Dr. Jorge Tay, Fac. Medicina, UNAM</p>	<p data-bbox="537 373 1446 491">Incluye cuatro clases de gusanos: trematodos, monogéneos, cestodos y turbelarios. Tres de ellos son totalmente parásitos (trematodos, monogéneos y cestodos). Los turbelarios son de vida libre (Rupert y Barnes, 1996).</p> <p data-bbox="537 495 1446 613">Son individuos diminutos (menores de un milímetro o de pocos milímetros), más largos que anchos y más o menos cilíndricos; o más grandes (de varios centímetros, raramente metros) y aplanados dorsoventralmente (Rupert y Barnes, 1996).</p> <p data-bbox="537 646 1446 827">Para los lagartos phrynosomatidos solo se ha registrado la presencia de la clase Cestoda (ver Cuadro 2). Los cestodos comprenden un ciclo de vida complejo debido a la presencia de diversos estados larvales o juvenes llamados metacestodos, que se desarrollan en una gran variedad de hospederos intermediarios, antes de alcanzar el estado adulto en el hospedero definitivo (Atías, 2006).</p> <p data-bbox="537 861 1446 1192">Los cestodos incluyen dos ciclos: uno que cursa a través de cadenas alimentarias acuáticas, y otro en el que la transmisión es terrestre (Rupert y Barnes, 1996). En este último, el ciclo comienza con huevos larvados, y en condiciones de infectar a un nuevo hospedero. Del huevo emerge una larva, la oncosfera o hexacanto, provista de ganchos primitivos, con los cuales se abre paso a través del intestino del hospedero intermediario y termina por desarrollarse en los tejidos como metacestodos: cisticercoide y cisticerco. El cisticercoide es de cuerpo sólido y con un escólex totalmente desarrollado en su interior, mientras que el cisticerco se caracteriza por constituir una formación vesicular llena de líquido con escólex invaginado e introvertido en su interior (Atías, 2006).</p>
<p data-bbox="240 1287 402 1346">Phylum Nematoda</p>  <p data-bbox="240 1703 511 1839">Representación de nematodo. <i>Trichinella spirali</i>. Fase adulta. Imagen: Dr. Benjamín Nogueada T, Depto. de Parasitología, ENCB-IPN.</p>	<p data-bbox="537 1257 1446 1346">Incluye el grupo más numeroso de parásitos de animales domésticos y del hombre. Algunos son de vida libre mientras que otros son parásitos de plantas y de animales vertebrados o invertebrados (Quiroz, 2005).</p> <p data-bbox="537 1350 1446 1470">Generalmente son cónicos, y se localizan en la mayoría de los órganos, sin embargo, es en el tracto digestivo en donde se encuentran la mayoría de las especies. Tienen ciclo evolutivo directo o indirecto y algunas de ellas tienen un papel importante como zoonosis (Quiroz, 2005).</p> <p data-bbox="537 1503 1446 1772">El ciclo de vida de los nematodos comienza cuando los huevos o larvas abandonan al hospedero por diversas vías, siendo la principal por el ano. En el momento de abandonar al hospedero, el huevo puede no estar segmentado, presentar la primera fase de segmentación, tener ya larvas formadas o emanar larvas vivas. El desarrollo de los nematodos comprende cuatro estados larvales, y el estado adulto; cada etapa está marcada por el crecimiento progresivo y cambio de cutícula. La cutícula posee papilas alrededor de la boca, la cloaca y la extremidad posterior, y tienen gran importancia taxonómica (Atías, 2006).</p>

Phylum
Acanthocephala.

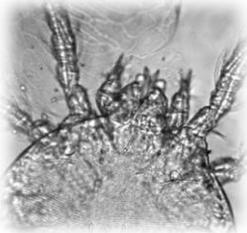


Representación de
Acantocéfalo.
Polymorphous spp. Imagen:
Hilary Hurd

Es un grupo pequeño de parásitos que se conocen como gusanos de cabeza afilada, se encuentran altamente especializados en el tubo digestivo de los vertebrados (Bowman, 2011).

Presentan sexos separados y en condiciones normales el cuerpo es blanco y aplanado, pero cuando se introduce en el agua se vuelve más o menos cilíndrico. Se componen de un cuerpo y una probóscide espinosa retráctil con la que el parásito se adhiere a la pared intestinal de su hospedero (Bowman, 2011).

Presentan ciclos heteroxenicos con hospederos definitivos, representados por vertebrados. El ciclo de vida comienza con la salida de los huevos del parásito a través de las heces de su hospedero vertebrado e infectan a los artrópodos, en los cuales se desarrolla una serie de estadios larvales. Del huevo emerge el acantor, larva provista de un rostelo con ganchitos que perfora la pared intestinal y penetra el hemocele, donde sucesivamente, evoluciona para formar la acantela y posteriormente el cistacanto, caracterizados por el desarrollo de la proboscis y el esbozo de los órganos definitivos. El hospedero definitivo se infecta por la ingestión de escarabajos con cistacantos. El cistacanto, una vez en el intestino, crece, se diferencia en machos y hembras, comienza la postura de huevos y se completa el ciclo (Atías, 2006).



Representación de Ácaro
Eutrombicula alfreddugesi.
Imagen: Cristina García De
la Peña.

Forman el grupo más numeroso de especies animales que habitan en la tierra, incluyen más del 85% de ellas, con más de un millón de especies. Un pequeño grupo del phylum, es perjudicial para el hombre y animales domésticos, ejerciendo un parasitismo temporal o permanente (Quiroz, 2005).

Los artrópodos que generalmente tienen importancia médica son los ácaros, los cuales pertenecen a la clase Arachnida y subclase Acari. Son de tamaño pequeño, miden alrededor de 0,2 a 0,4 mm, poseen tres pares de patas en su fase larval y cuatro en el estado de ninfa y adulto. Más de 30.000 especies han sido descritas en el mundo con numerosos géneros y especies, que pueden ser ectoparásitos y endoparásitos (Jofre *et al.*, 2009).

Para los lagartos phrynosomatidos, los ácaros de la familia Trombiculidae son los que mayormente se han reportado como parásitos de estos reptiles.

Tiene una distribución mundial, aunque la mayor diversidad de especies se encuentra en zonas tropicales, subtropicales y las zonas templadas más septentrionales. El ciclo biológico de los trombiculidos comprende 7 estadios: huevo, prelarva, larva, protoninfa, deutoninfa, tritoninfa y adulto, con alternancia de fases activas e inactivas (Santibañez, 2015).

Durante su ciclo biológico las hembras depositan los huevos en las capas superiores de la tierra, los huevos eclosionan y emergen las larvas, que trepan por la vegetación donde esperan agrupadas a un hospedero adecuado. Una vez alcanzado a su hospedero, se dirigen hacia aquellas zonas donde la piel es más fina, donde se alimentan de linfa y fluidos tisulares de la dermis a través de una especie de tubo (estilostoma) que se forma en la piel del hospedero. La alimentación puede durar desde unas horas hasta 10 días. Una vez llenas, las larvas caen al suelo y mudan a las fases ninfales y posteriormente, a la fase adulta (Santibañez, 2015).

Los reptiles como hospederos de parásitos y su importancia

Las principales áreas de investigación en reptiles son, la zoología, inmunología y endocrinología (Carriquiriborde, 2010), los más utilizados son los quelonios (tortugas), ofidios (serpientes) y lagartos. Debido a esta situación, existen relativamente pocos reportes de morbilidad de cargas parasitarias en reptiles silvestres, considerando el número de artículos publicados (García, 2013).

Los reptiles de vida libre están infectados por una gran diversidad de endo y ectoparásitos (García, 2013), sin embargo los reptiles en cautiverio son más vulnerables a estar colonizados por microorganismos zoonóticos que los que se encuentran en estado salvaje (Carriquiriborde, 2010).

El estudio de la helmintofauna de lacertilios en México, incluye datos de 40 especies de nematodos, 5 especies de digéneos, 6 especies de cestodos y 2 especies de acantocéfalos (Escorcía, 2007).

Dentro de los endoparásitos (helmintos), los nemátodos constituyen el segundo grupo con mayor riqueza específica como parásitos de vertebrados silvestres de México, solo después de los platelmintos (García, Osorio y Lamothe, 2014).

Los nemátodos han sido siempre parásitos intestinales más diagnosticados en reptiles, se han identificado más de 500 especies de nematodos y a pesar de su presencia en estos hospederos, la información es escasa o nula en la literatura lo que dificulta su identificación plena (García, 2013). Generalmente se localizan en el estómago, intestino delgado y grueso. Los estadios larvales se encuentran en el esófago, en los pulmones y otras localizaciones inusuales dependiendo de su migración. Las lesiones producidas por un gran número de larvas, son el resultado de destrucción de órganos, pérdida de nutrientes, destrucción tisular, inflamación e introducción a bacterias (Quiroz, 1990. *Citado en* García, 2013).

Por otra parte, el conocimiento de la relación ectoparasitaria que se da entre ácaros y lagartijas es importante desde el punto de vista ecológico y de la salud del hospedero. Los efectos del parasitismo por ácaros en estos reptiles pueden disminuir su sobrevivencia debido al desarrollo de dermatitis (daños en la piel que predisponen a las infecciones), anemia (descenso del volumen de glóbulos rojos y hemoglobina), anorexia y por la transmisión de microorganismos responsables de enfermedades.

Genero *Phrynosoma* (Wiegmann, 1828)

Los lagartos cornudos (Género *Phrynosoma*) se caracterizan por sus escamas modificadas en defensivas espinas en todo su cuerpo, generalmente ancho, tanto en machos como en hembras, con escasa diferenciación sexual a simple vista. Los machos solo se distinguen por presentar la cola un poco más grande y más ancha al principio de la cloaca donde resguardan sus órganos copuladores (hemipenes) y la presencia de un par de escamas poscloacales, más grandes que las demás escamas que se encuentran en esa zona (Raya 2013).

El color de estos lagartos varía de tonos cafés, rojizos, blanquecinos, amarillos y de claros a oscuros, dependiendo del ambiente, lo cual no es un rasgo necesario para la distinción entre sexos ni especies. Dependen de energías externas de calor para realizar sus funciones vitales, por lo que son principalmente activas por las mañanas y por las tardes. Cuando se torna ardiente el sol buscan lugares con sombra para descansar y regular su temperatura; por las noches regresan a su refugio que puede encontrarse en ramas, hoyos en la tierra o bajo piedras. Están adaptadas a ambientes que son cálidos y secos, incluso a climas fríos (Raya 2013).

La reproducción es de tipo sexual (Raya, 2013), y se sabe que las especies que se distribuyen en zonas relativamente elevadas (por arriba de los 1000msnm), su modo de reproducción ha evolucionado a la viviparidad ya que las condiciones climáticas de esas zonas impiden la incubación de los huevos a temperatura ambiente (García y Mendizábal, 2014). Así mismo la camada o nidada de una hembra varía dependiendo de la especie (Raya, 2013).

La alimentación es una de sus características más sobresalientes (Raya, 2013): las especies del género *Phrynosoma* son especialistas en su dieta, consumiendo únicamente hormigas cuya especie varía dependiendo de la distribución de las poblaciones. Se tiene registro de que pueden llegar a consumir otros tipos de insectos, aunque en menor cantidad (García y Mendizábal, 2014), tales como termitas, grillos, escarabajos y arañas. Por lo general, buscan a sus presas en áreas abiertas, moviéndose en silencio, o simplemente las esperan, aunque también se les ha visto cerca de los hormigueros. Cuando divisan a su presa, los lagartos cornudos la atrapan rápidamente con su lengua pegajosa para luego tragarla (Raya, 2013).

Presentan una amplia variedad de métodos de defensa contra sus depredadores, algunos métodos son pasivos, como el camuflaje, el cual es

muy efectivo ya que poseen la capacidad de cambiar el color de su piel, también poseen escamas en forma de espinas en la nuca, las cuales pueden lastimar al depredador ocasionándole fuertes lesiones, o incluso la muerte (por ejemplo en el caso de las aves). Otra estrategia es inflar su cuerpo para aparentar un mayor tamaño. Probablemente su habilidad más conocida es la de arrojar sangre por los ojos cuando se siente amenazado, lo cual provoca un sabor desagradable al animal que intenta comérselo (Raya, 2013).

Sin embargo, los lagartos phrynosomatidos pueden convertirse a su vez en presa fácil, pues cuando están a la caza se exponen a sus depredadores más comunes como por ejemplo: coyotes, serpientes, ardillas, perros, gatos y aves de rapiña, entre ellos, los halcones y zopilotes (Raya, 2013)

***Phrynosoma orbiculare* (Linnaeus, 1789)**

Taxonomía

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Reptilia

Orden: Squamata

Familia: Phrynosomatidae

Género: *Phrynosoma*

Especie: *Phrynosoma orbiculare*



Figura 1. Vista dorsal de *Phrynosoma orbiculare*. Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.

Historia natural

Phrynosoma orbiculare es una de las cuatro especies endémicas de México (García y Mendizábal, 2014), conocida comúnmente como tapayaxin, lagarto cornudo o camaleón (Raya, 2013). Es una lagartija de tamaño mediano, los adultos presentan una longitud hocico cloaca (LHC) de 78.2 a 89.8 mm, la longitud de la cola tiene un promedio de 42.5 mm dentro de un intervalo de 35 a 49 mm (Méndez, Hernández y Gallegos, 2003). Su cuerpo es aplanado en forma de disco y presenta escamas granulares en la parte frontal (Robledo, 2015). La región ventral es amarilla, con varios puntos oscuros, escamas suaves y manchas negras en la región pectoral-abdominal (Méndez *et al.*,

2003), de las especies endémicas de México es la única con escamas lisas en la parte ventral (Robledo, 2015). Presenta escamas dorsales grandes, quilladas o en forma de espina, y en la parte lateral del cuerpo tienen una hilera de escamas continuas en forma de espinas suaves, en la parte del cráneo tienen dos cuernos occipitales cortos, tres cuernos temporales en cada lado, de los cuales el externo es más pequeño (Méndez *et al.*, 2003).

P. orbiculare es una especie de lagartija que habita zonas semidesérticas y de clima templado en zonas abiertas, entre plantas herbáceas, arbustivas crasas, pastos y yucas (Méndez *et al.*, 2003), se reproduce durante el otoño e invierno y en promedio tienen ocho crías por camada (Suarez *et al.*, 2018), es de hábitos diurnos y se alimenta de insectos, principalmente de hormigas y en menor grado de chapulines, escarabajos y larvas de insectos. Cuenta con diversos métodos de defensa, como la capacidad de cambiar el color de su piel, la habilidad de inflar su cuerpo y arrojar sangre por los ojos (Robledo, 2015). Es la especie de mayor distribución en México, se encuentra en elevaciones que van desde los 1300 hasta los 3350msnm (García y Mendizábal, 2014), y está ampliamente asociada con bosques mixtos de pino-encino en la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y Cinturón Transvolcánico, así como matorrales semiáridos en la Meseta Central Mexicana (Bryson, García y Riddle, 2012) (Figura 2).

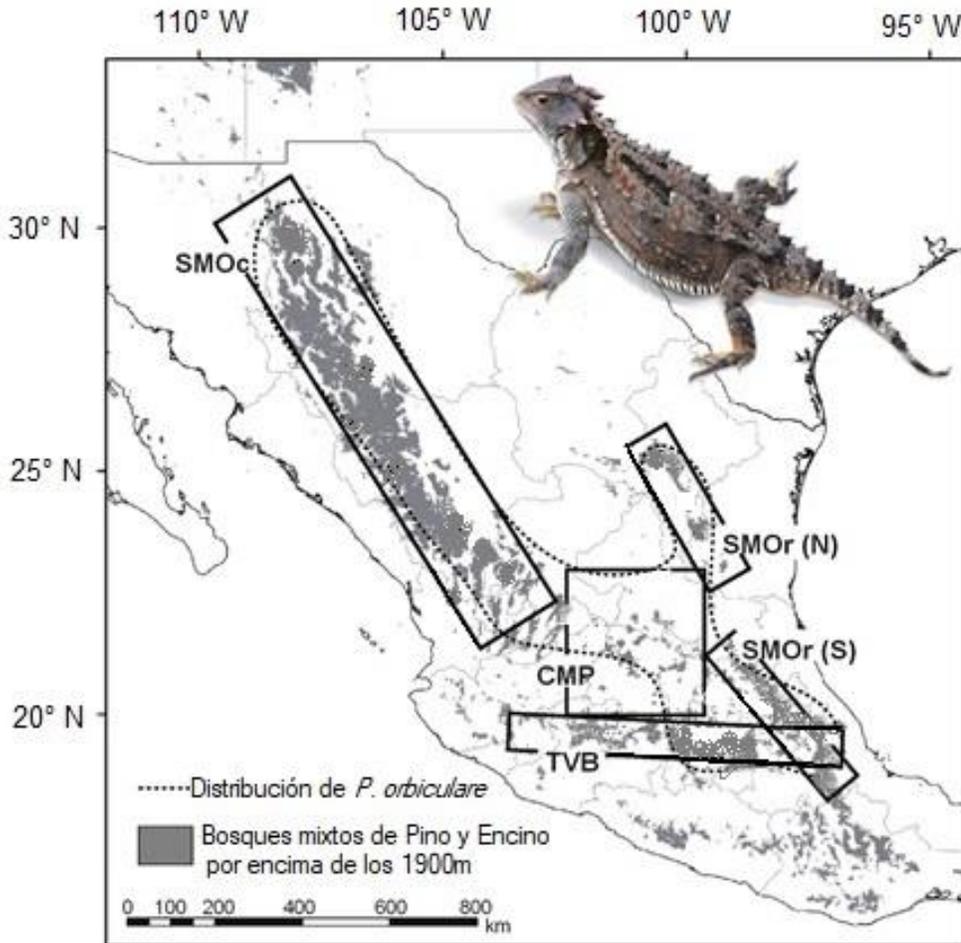


Figura 2. Distribución de *P. orbiculare* en la República Mexicana (línea punteada). SMOr (Sierra Madre Oriental), N (Norte), S (Sur), SMOc (Sierra Madre Occidental), TVB (Cinturón Transvolcánico), CMP (Meseta Central Mexicana). Tomado de Bryson *et al.*, 2012.

- **Helmintos en lagartos del género *Phrynosoma***

De acuerdo con los 4 países (Canadá, E.U.A, México y Guatemala) en donde se distribuyen los lagartos del género *Phrynosoma*, solo se han realizado estudios en dos de ellos. Para México se tienen tres investigaciones, mientras que para E.U.A, existe una gran cantidad de acuerdo con el número de artículos publicados (Tabla 2).

Goldberg (2011) reporta la presencia de 185 nematodos de la especie *C. penneri* en una lagartija hembra (LHC = 66 mm) de *Phrynosoma orbiculare*, colectada en abril de 1966 en Xochimilco, Distrito Federal, y depositada en la

Colección de Herpetología del Museo de Historia Natural del Condado de los Ángeles. Esta contribución se convierte en el primer y único registro de una especie de helminto en *P. orbiculare*, ya que hasta la fecha no existen más reportes de endoparásitos en esta especie.

Posteriormente Zarate *et al.* (2015) reportan la presencia de 494 nematodos de *Physaloptera phrynosoma* en una lagartija hembra de *P. cornutum* que fue encontrada muerta en el municipio de General Bravo, Nuevo León México, durante el verano de 2011. De acuerdo con el número de gusanos encontrados, se consideró una infección alta, este fundamento fue basado en el intervalo de infección (moderado de 100 a 350 gusanos, y alta de 351 a más de 1100 gusanos) que propuso Babero y Kay (1967). Este estudio genera el segundo reporte de helmintos en lagartos phrynosomatidos de México.

Cabe destacar, que los primeros registros de endoparásitos para el género *Phrynosoma*, son muy antiguos. Es el caso del nemátodo *Physaloptera phrynosoma* encontrado en el estómago de *Phrynosoma cornutum* y descrito por primera vez por Ortlepp (1922). Posteriormente el género *Physaloptera* fue cambiado a *Skrjabinoptera* por Schulz en 1927 (Babero y Kay, 1967), y desde entonces se ha considerado como *Skrjabinoptera phrynosoma*.

Posteriormente Babero y Kay (1967), presentan un estudio sobre los parásitos que infectan a los lagartos cornudos en el estado de Nevada E.U.A, donde reportan la presencia de dos especies de nemátodos; *Skrjabinoptera phrynosoma* y *Cyrtosomun readi*, y una especie de cestodo; *Diochetos phrynosomatis*, como endoparásitos de estos lagartos.

Durante años los estudios entorno al nematodo *Skrjabinoptera phrynosoma* y su relación con los lagartos cornudos del género *Phrynosoma*, han sido muy amplios, sin embargo solo se limitan a algunas especies del género *Phrynosoma* y por inventariar a este nematodo en un nuevo hospedero.

Actualmente, los estudios más recientes son los realizados por Claire (2009) en donde aborda la dinámica de infección de *Skrjabinoptera phrynosoma* en los lagartos *Phrynosoma platyrhinos*, comparando así, la carga parasitaria de *S. phrynosoma* entre lagartos machos y hembras, sin encontrar diferencias significativas por lo tanto no existe parasitismo sesgado por el sexo del hospedero.

- **Ectoparásitos en lagartos de la familia Phrynosomatidae**

La mayoría de las especies de lacertilios presentan cierto grado de ectoparasitismo por ácaros. Entre ellos se encuentra *Ixodes pacificus* (ácaro de patas negras) y *Geckobiella texana*, ectoparásito de importancia herpetológica ya que es vector del protozoario *Schellackia occidentalis* que habita en el intestino y en la sangre de los lacertilios (García *et al.*, 2004).

En los últimos años se han llevado a cabo diversos estudios descriptivos sobre la prevalencia e infestación por ácaros en lagartijas del continente americano, sin embargo, aunque México posee una gran cantidad de lagartijas, los estudios sobre ectoparásitos son aun escasos en este país (García *et al.*, 2010).

Paredes *et al.* (2008) reporta al ácaro *Eutrombicula alfreddugesi* como ectoparásito de *Phrynosoma orbiculare*, a través de la elaboración de un inventario sobre los parásitos metazoarios que habitan en algunos anfibios y reptiles de México, teniendo así la primera referencia sobre la parasitosis de este ácaro en dicho hospedero.

García *et al.* (2004), estudiaron el grado de infestación y distribución corporal de ácaro rojo *Eutrombicula alfreddugesi* en el lacertilio *Sceloporus couchii*, en Nuevo León, México. Determinaron el grado de infestación, siguiendo el criterio de Talleklint-Eisen y Eisen (1999), en el cual considera una infestación baja; 1-6 ácaros, moderada; 7-15 ácaros, y alta; >15 ácaros. De un total de 68 lacertilios (32 machos y 36 hembras), 64 (32 machos y 32 hembras) portaban ácaros, de los cuales 18 hospederos mostraron una infestación baja, 26 moderada y 20 fue alta, 4 (hembras) no presentaron ácaros. Así mismo, registraron mayor número de ácaros en las bolsas postfemorales, seguido por la región de la nuca y la región axilar.

Posteriormente García *et al.* (2010), realizan un estudio sobre la carga ectoparasitaria en la lagartija *Sceloporus jarrovi* en Durango México. De acuerdo con los resultados obtenidos, encontraron que el 100% de las lagartijas (33 lagartijas= 17 machos y 16 hembras) portaban ácaros y que coexistían entre sí dos especies de ácaros prostigmados; *Acomatacarus arizonensis* y *Eutrombicula alfreddugesi*. Así mismo determinaron que la carga ectoparasitaria de las dos especies de ácaros es significativamente mayor en lagartos machos comparado con las hembras.

En la actualidad los ácaros del género *Eutrombicula* son el tema principal de una serie de investigaciones ecológicas (Stekol'nikov y Gonzalez, 2010), debido a que son los únicos que durante su fase larvaria parasitan

hospederos vertebrados y transmitir patógenos o provocar dermatitis cuando pican (Kudryashova, 2006 *citado en* Santibáñez, 2015) El género *Eutrombicula* incluye más de 80 especies parásitas exclusivamente de reptiles (Stekol'nikov y Gonzalez, 2010).

En México se han realizado estudios de *Eutrombicula alfreddugesi* basados en parámetros ecológicos, grado de infestación y distribución corporal del ácaro en relación con su hospedero, como los descritos anteriormente (García *et al.* 2004; 2010).

En el contexto internacional también se han realizado estudios de este ácaro, sin embargo, Stekol'nikov y Gonzalez, (2010), abordan la posibilidad de que la mayoría de los autores han identificado a los ácaros que examinan, como *Eutrombicula alfreddugesi* sin base taxonómica suficiente, y su posición taxonómica se estableció “por defecto”, usando el nombre más frecuentemente citado en la literatura, es decir *Eutrombicula alfreddugesi*.

Por tal motivo, basados en estos argumentos y sin las evidencias necesarias de que el ácaro que diversos autores reportan sea *Eutrombicula alfreddugesi*, realizan un estudio detallado de ácaros recolectados en tres especies de lagartos del género *Liolaemus* en Chile, y basados en la terminología de Goff *et al.*, (1982), toman en cuenta variables morfológicas que pudieran separar a *Eutrombicula alfreddugesi* de otras especies no descritas. Finalmente, con los resultados obtenidos se proporciona el registro de cuatro nuevas especies de ácaros del género *Eutrombicula*; *Eutrombicula chillanensis*, *Eutrombicula araucanensis*, *Eutrombicula liolaemi*, y *Eutrombicula paula*.

Tabla 2. Registro de metazoos parásitos en especies del género *Phrynosoma*.

Hospedero	Parásito	Referencia	
<i>Phrynosoma asio</i>	<i>Atractis scelopori</i>	Gambino y Heyneman, 1960. <u>En</u> Escorcia, 2007.	
<i>Phrynosoma braconieri</i>	<i>Cyrtosomum readi</i>	Gambino, 1958. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Dichetos phrynosomatis</i>	Goldberg y Bursey, 1991. <u>En</u> Escorcia, 2007.	
	<i>Skrjabinoptera phrynosoma</i>	Goldberg y Bursey, 1991. <u>En</u> Escorcia, 2007.	
<i>Phrynosoma cornutum</i>	<i>Acanthocephala</i>	Vincent, 1948. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Atractis penneri</i>	Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
	<i>Diochetos parvovaria</i>	Yamaguti, 1959. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Diochetos phrynosomatis</i>	Harwood, 1932., Vincent, 1948. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
		Loewen, 1940., Steelman, 1939. <u>En</u> Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
		Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
	<i>Eutrombicula alfreddugesi</i>	Crossley, 1960. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Ochoristica parvovaria</i>	Steelman, 1939. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Ochoristica phrynosomatis</i>	Loewen, 1940. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Physaloptera phrynosoma</i>	Ortlepp, 1922. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
<i>Phrynosoma coronatum</i>	<i>Skrjabinoptera phrynosoma</i>	Zarate <i>et al.</i> , 2015	
		Harwood, 1932., Hannum, 1943., Vincent, 1948., Lee, 1955., Anderson y Lee, 1940., Morgan, 1941, 1942, 1943., Kuntz, 1940., Lee, 1955, 1956, 1957. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
		Caballero, 1937, 1941. <u>En</u> Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
		Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
	<i>Skrjabinoptera scelopori</i>	Caballero 1941. <u>En</u> Escorcia, 2007.	
	<i>Acromatocarus arizonensis</i>	Gould, 1956. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Eutrombicula belkini</i>	Powder y Loomis, 1962., Gould, 1956. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Euschongastia longitarsala</i>	Powder y Loomis, 1962. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Phrynosoma douglassii</i>	<i>Atractis penneri</i>	Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.
		<i>Skrjabinoptera phrynosoma</i>	Caballero, 1937., Morgan, 1942. <u>En</u> Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.
<i>Phrynosoma hernandesi</i>		Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
	<i>Physaloptera abbreviata</i>	Stiles y Hassall, 1894., Walton, 1927. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Physaloptera phrynosoma</i>	Walton, 1927. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
<i>Phrynosoma m'calli</i>	<i>Skrjabinoptera phrynosoma</i>	Morgan, 1941, 1942., Caballero, 1937. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
	<i>Cyrtosomum readi</i>	Gambino, 1958. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.	
<i>Phrynosoma modestum</i>		Telford, 1970. Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
	<i>Skrjabinoptera phrynosoma</i>	Goldberg, Bursey y Tawil, 1993.	
	<i>Cyrtosomum penneri</i>	Goldberg, 2011	
<i>Phrynosoma oribiculare</i>	<i>Eutrombicula alfreddugesi</i>	Paredes <i>et al.</i> , 2008	

Continuación Tabla 2.

<i>Phrynosoma platyrhinos</i>	<i>Atractis penneri</i>	Telford, 1970., Waitz, 1961., Lyon, 1986., Grundmann, 1959. <u>En</u> Goldberg, Burse y Tawil, 1993. Babero y Kay, 1967. Goldberg, Burse y Tawil, 1993.
	<i>Cyrtosomum readi</i>	Gambino, 1958. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
	<i>Diochetos phrynosomatis</i>	Lyon, 1986., Grundmann, 1959. <u>En</u> Goldberg, Burse y Tawil, 1993. Babero y Kay, 1967.
	<i>Eutrombicula belkini</i>	Allred y Beck, 1962. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
	<i>Euchongastia longitarsala</i>	Powder y Loomis, 1962. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
	<i>Monhysterides</i>	Grundmann, 1959. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
	<i>Odontocarus arizonensis</i>	Allred y Beck, 1962. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
	<i>Pharyngodon sp.</i>	Grundmann, 1959. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
	<i>Skrjabinoptera phrynosoma</i>	Woodbury, 1934., Morgan, 1941, 1942. <u>En</u> Babero y Kay, 1967. Telford, 1970., Waitz, 1961., Lyon, 1986., Woodbury, 1934., Grundmann, 1959. <u>En</u> Goldberg, Burse y Tawil, 1993. Babero y Kay, 1967. Goldberg, Burse y Tawil, 1993
	<i>Phrynosoma solare</i>	<i>Trombicula lacerticola</i>
<i>Atractis penneri</i>		Benes, 1985. <u>En</u> Goldberg, Burse y Tawil, 1993. Goldberg, Burse y Tawil, 1993.
<i>Diochetos phrynosomatis</i>		Benes, 1985. <u>En</u> Goldberg, Burse y Tawil, 1993. Goldberg, Burse y Tawil, 1993.
<i>Physaloptera abbreviata</i>		Leidy, 1886. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
<i>Physaloptera phrynosoma</i>		Ortlepp, 1922., Hannum, 1943. <u>En</u> Babero y Kay, 1967.
<i>Phrynosoma Taurus</i>	<i>Skrjabinoptera phrynosoma</i>	Caballero, 1937. Hannum, 1941., Benes, 1985., Caballero, 1937. <u>En</u> Goldberg, Burse y Tawil, 1993. Goldberg, Burse y Tawil, 1993. Caballero, 1941. <u>En</u> Escorcia, 2007. Golberg y Burse y, 1991. <u>En</u> Escorcia, 2007

HIPOTESIS

Si el ectoparásito *E. alfreddugesi* y el endoparásito *C. penneri* son las especies más abundantes en *P. orbiculare*, se espera que estas especies estén presentes en este hospedero con una alta prevalencia y abundancia en la localidad de la Cañada, Xonacatlán, Estado de México.

OBJETIVO GENERAL

- Analizar la fauna de metazoos parásitos que infectan a la lagartija cornuda *Phrynosoma orbiculare* en la Cañada, Xonacatlán, Estado de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar y determinar las especies parásitas que infectan a *Phrynosoma orbiculare*.
- Describir morfológicamente a las especies parásitas.
- Estimar los parámetros de infección (prevalencia, intensidad promedio y abundancia) de cada especie parásita.
- Comparar la prevalencia y abundancia de las especies parásitas con respecto al sexo del hospedero.
- Determinar el intervalo de infección (endoparásitos) y grado de infestación (ectoparásitos) de las especies parásitas.

MATERIALES Y METODO

a) Área de estudio

Localización geográfica

La localidad de la cañada pertenece al poblado de Santa María Zolotepec, ubicado en el municipio de Xonacatlán, Estado de México, el cual colinda con los municipios de Jilotzingo, Naucalpan de Juárez, Lerma, Toluca y Otzolotepec (INEGI, 2009). Se localiza aproximadamente a los 2714 msnm y se encuentra dentro de las coordenadas 19°25'53.0"N y 99°29'29.0"W (INEGI, 2018).

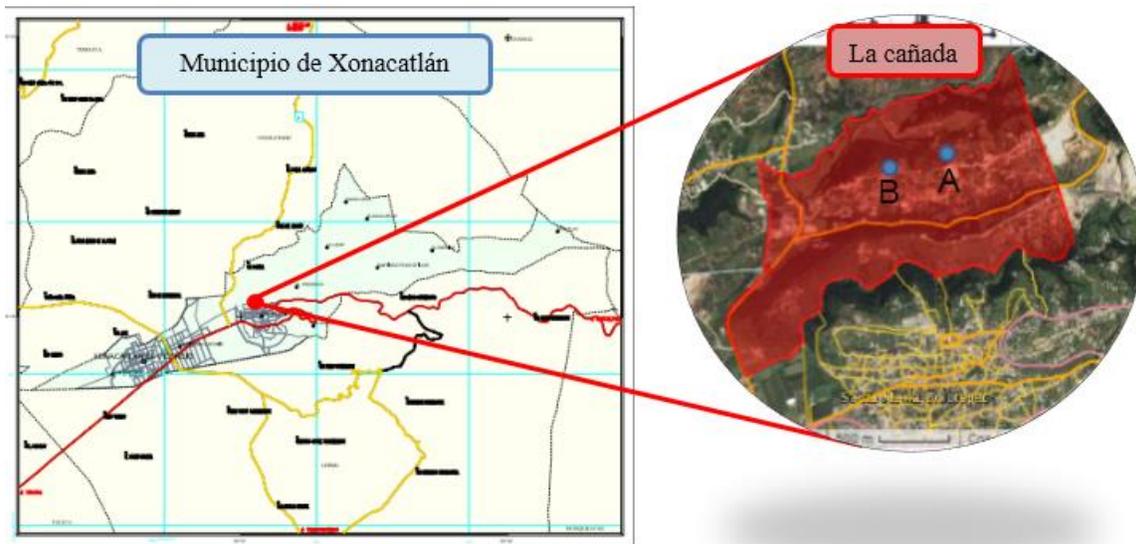


Figura 3. Ubicación y sitios de muestreo (A y B) de *P. orbiculare*, en la localidad de la Cañada en el municipio de Xonacatlán, Estado de México. Tomado y modificado de Atlas de riesgos, municipio de Xonacatlán 2013-2015., INEGI, 2016.

Clima

El municipio de Xonacatlán presenta dos tipos de microclimas; Semifrío subhúmedo (C(E)(w2)(w)b(i)g) y Templado subhúmedo (C(w2)(w)b(i)g), ambos con lluvias en verano. El clima semifrío cubre la parte oriente del territorio municipal, mientras que el clima templado se encuentra en la parte poniente, este último cubre la mayor parte del municipio. Las lluvias predominan solamente en verano, el mes más cálido alcanza una temperatura inferior a los 22°C. La temperatura promedio es de 13°C; La máxima es de 17° y la mínima de 7° (Plan de desarrollo municipal Xonacatlán 2016-2018).

Precipitación

El municipio presenta una precipitación promedio anual de 1000 ml por m², las lluvias con mayor intensidad se observan en el mes de agosto y el periodo de sequía se presenta durante los meses de noviembre a febrero (*Plan de desarrollo municipal Xonacatlán 2016-2018*).

Geomorfología

El municipio tiene un relieve accidentado debido al sistema de cadenas montañosas al que pertenece, presentando laderas abruptas, lomas y mesetas. En lo que respecta a la pendiente de terreno, cabe destacar que la localidad de la cañada cuenta con 5-15% grados de pendiente (*Plan de desarrollo municipal Xonacatlán 2016-2018*).

Edafología

Se presentan cuatro unidades de suelo en el municipio de Xonacatlán: Andosol (27.91%), Vertisol (24.18%), Durisol (24.17%) y Cambisol (11.07%) (INEGI, 2009).

Flora y fauna

Xonacatlán se caracteriza por contar con una amplia diversidad de árboles, que abundan en la parte alta de la región boscosa, pino, fresno, ciprés, oyamel, encino entre otros. Cuenta con una variedad de plantas medicinales, silvestres y comestibles. La fauna es variada, podemos encontrar conejos, camaleones, hurones, ardillas, zorrillos, ratones, liebres, tlacuaches, armadillos, por citar solo algunos. En animales domésticos se encuentran los perros, gatos, caballos, vacas, cerdos, gallinas, borregos entre otros. (*Plan de desarrollo municipal Xonacatlán 2013-2015; 2016-2018*)

b) Recolección de *Phrynosoma orbiculare*

Se realizaron 7 muestreos a partir de octubre del 2016 a junio del 2017, en dos cuadrantes (A y B) en la localidad de la Cañada, los cuales corresponden a los microhábitats (Anexo 1) descritos para la población de *P. orbiculare* (Méndez-Zavala, 2010, *citado* en Robledo, 2015). Es una especie de hábitos diurnos (Robledo, 2015) ya que son principalmente activas por las mañanas y por las tardes, por lo tanto, las horas de muestreo fueron de 10:00 am a 3:00 pm. Se realizaron recorridos a pie, y se recolectó a los lagartos de forma manual o con ayuda de trampas especiales diseñadas para su captura (Figura 4) las cuales fueron elaboradas manualmente, con la base de una botella de pet de una capacidad de 3L, y un palo resistente de aproximadamente 1m de largo, atado en parte central de la base de la botella. Cada lagarto fue depositado en un frasco de plástico con vegetación del medio y etiquetado con los datos correspondientes: fecha, hora y temperatura ambiente.



Figura 4. Trampas especiales, diseñadas para la captura de los lagartos *Phrynosoma orbiculare*, Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.

c) Mantenimiento en condiciones de cautiverio

Durante 36 horas, los lagartos se mantuvieron separados en cajas de cartón acondicionadas con vegetación del medio y a temperatura ambiente (22-26°C). Durante este periodo se observó si había heces, y en caso de tener muestras, estas se trasladaron al laboratorio de la Facultad de Ciencias UAEMéx., para su posterior análisis.

d) Trabajo de laboratorio

A cada uno de los lagartos se le tomaron los datos morfométricos; Longitud total (LT), Longitud hocico-cloaca (LHC), Longitud de la cola (LC) y Ancho del abdomen (A), con ayuda de un vernier digital Caliper 150mm (Marca Gates), además de registrar el peso de cada lagarto con una balanza de capacidad de 300g x 0.01g. (Figura 5). Se registró su clase de edad (cría, joven y adulto) y se determinó el sexo mediante la identificación de dos escamas postcloacales presentes bajo la cloaca en la base de la cola para los machos, (Figura 6), estos criterios fueron basados en Robledo (2015).

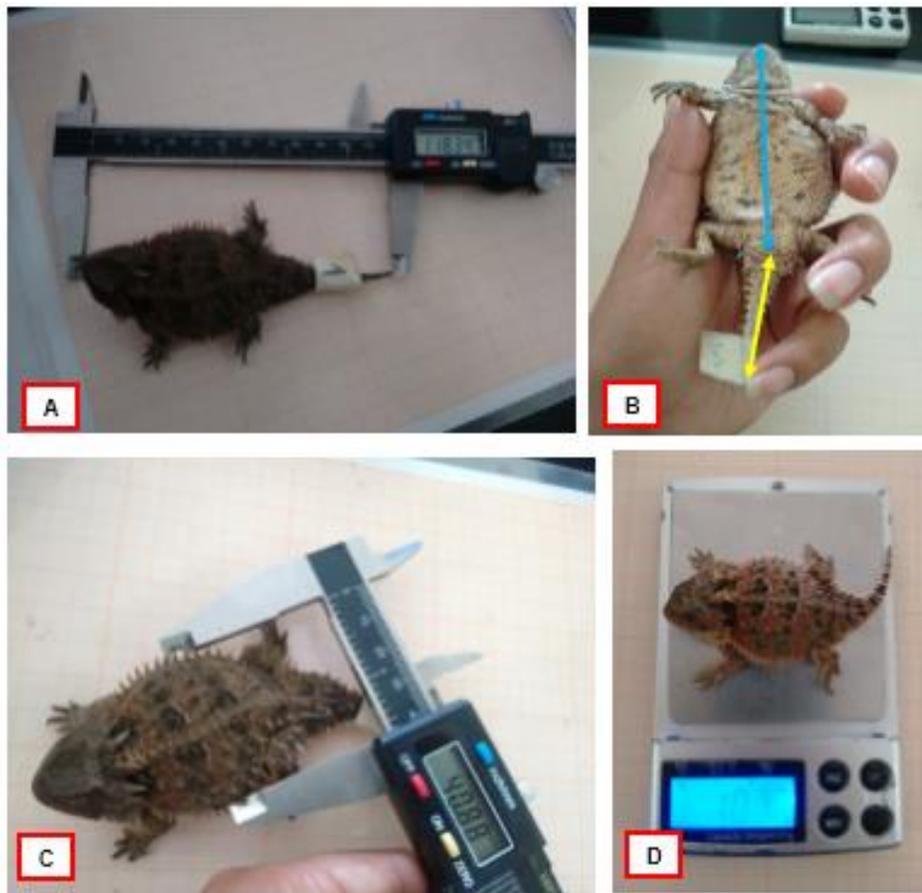


Figura 5. Medidas morfométricas del lagarto; LT (A), LHC (B: línea azul), LC (B: línea amarilla) y Ancho (b), con ayuda de un vernier digital Caliper 150mm (Marca Gates). Peso del lagarto (D) utilizando una balanza de capacidad de 300g x 0.01g (Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.).

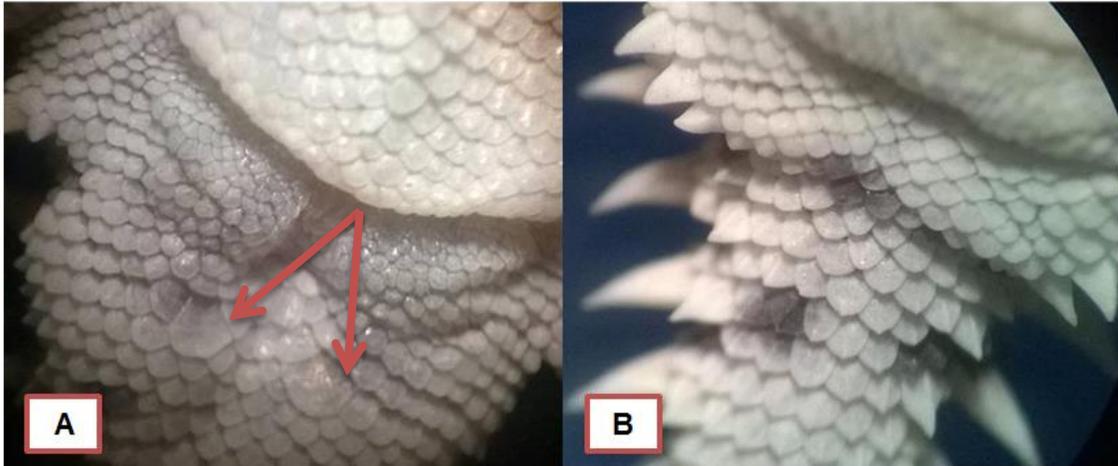


Figura 6. Determinación sexual en *P. orbiculare*. Macho (A): presencia de escamas postcloacales bajo línea de la cloaca. Hembra (B): sin escamas postcloacales
Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.

Examen parasitológico externo

Posteriormente se realizó una observación del lagarto bajo microscopio estereoscópico, para observar la presencia de ectoparásitos (ácaros), en caso de ser positivo se realizó la extracción de los ácaros con pinzas entomológicas y agujas de disección, y posteriormente fueron fijados en frascos de vidrio pequeños de 2 ml con alcohol al 70% y etiquetados con el sitio de donde se extrajeron; nuca, cola, axilas, tímpano y bolsillos laterales (Figura 7). Se realizó un conteo de los ácaros por sitio de infección.



Figura 7. Infección por ácaros en *P. orbiculare*. Se observan algunos sitios de infección de ácaros, alojados en *P. orbiculare*. Nuca (A), ojos (B), Bolsillos laterales (C y D). Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.

Examen parasitológico interno

Considerando la categoría de riesgo en la que se encuentra *Phrynosoma orbiculare* se utilizaron métodos no invasivos (Coprológicos y Fluidos estomacales) para la extracción de helmintos que se alojaban en el estómago e intestino de este lagarto, sin la necesidad de sacrificarlo.

Coprológico: Se aplicó la técnica de flotación por glucosada y sulfato de zinc (Anexo2): para la presencia de helmintos en las muestras fecales que se obtuvieron de los lagartos a partir de su estancia en cautiverio. Cada muestra procesada por flotación fue observada bajo microscopio óptico.

Fluidos estomacales (*Tomado y modificado de Claire, 2009*): Se practicaron 3 fluidos estomacales a cada lagarto, con ayuda de una jeringa de 5ml, compuesta por una sonda alimenticia de aproximadamente 4 cm de largo, ingresándola por el hocico y agregando con fuerza 5ml de agua, dejando un intervalo de aproximadamente 5 minutos entre cada uno de los fluidos, con la finalidad de evitar el estrés. Los fluidos estomacales fueron observados bajo microscopio estereoscópico, para detectar la presencia de helmintos, una vez identificados, se utilizó la técnica de aplanamiento ligero con formol caliente al 4% y se fijaron con líquido de Hoyer para su posterior determinación taxonómica.

Finalmente, cada lagarto fue marcado con tinta indeleble en la parte ventral (Figura 8) y liberado en el lugar donde se recolectó. El propósito de su marcaje, fue ser identificado en caso de una recaptura (Robledo, 2015).



Figura 8. Marcaje de *P. orbiculare* con tinta indeleble en la parte ventral. Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.

e) Identificación Taxonómica

La identificación taxonómica de las especies parásitas se llevó a cabo mediante claves taxonómicas y con ayuda de artículos científicos que diferentes autores establecieron previamente. La identificación del ácaro *E. araucanensis*, fue basada en determinaciones taxonómicas a nivel familia establecidas por Goff *et al.*, (1982) y posteriormente se definió la especie a través de los artículos de Stekol'nikov y González (2010; 2015).

De la misma forma las dos especies de nematodos se determinaron primeramente a nivel Familia, ambos basados en los trabajos de Anderson, Chaboud y Wilimott (2009), y posteriormente se llevó a cabo la identificación a nivel de especie. La determinación de *S. phrynosoma*, se sustentó en descripciones establecidas por Ortlepp (1922) y Schulz 1927. *C. penneri*, se determinó con base a descripciones de Coy Otero y Barus (1973).

f) Análisis de datos

De cada una de las especies parásitas, se calcularon los parámetros de infección (prevalencia %, intensidad promedio y abundancia) de acuerdo a como lo establece Bush *et al.* (1997). Así mismo se realizó una prueba de χ^2 (Chi-cuadrada) para determinar diferencias significativas en la prevalencia de los ácaros *E. araucanensis*, y una prueba de U de Mann-Whitney para evaluar diferencias significativas en la mediana de la abundancia de *E. araucanensis* entre machos y hembras. Estos análisis se realizaron con un intervalo de confianza (IC) del 95%, y ambas pruebas se llevaron a cabo con ayuda del programa Past y Statgraphics. Para las especies de nematodos, se determinó el Intervalo de infección por hospedero propuesto por Babero y Kay (1967): Baja de 1 a 99 gusanos, Moderada de 100 a 350 y Alta de 351 a 1100, y para el caso de los ácaros se obtuvo el grado de infestación por hospedero propuesto por Talleklint-Eisen y Eisen (1999): Baja de 1 a 6 ácaros, Moderada de 7-14 y Alta ≥ 15 . Finalmente se obtuvo el promedio de la abundancia de cada una de las especies parásitas para observar si había diferencias entre machos y hembras.

RESULTADOS

Durante el periodo de muestreo (7 muestreos) se capturaron 22 individuos de *P. orbiculare* (7 machos y 15 hembras.) distribuidos en dos cuadrantes: A y B (Tabla 3). Se registraron solamente dos clases de edad; jóvenes y adultos. Se observó que en la clase de edad joven las medias de LT, LHC, LC, ancho y peso de los machos, son mayores que las hembras (Tabla 4).

Tabla 3. Recolectas de *P. orbiculare*.

Muestreo	Temporada	Fecha	Cuadrantes muestreados	Individuos recolectados
1	Lluvia	Octubre 2016	A	4
2	Sequia	4 Noviembre 2016	A	2
			B	2
3	Sequia	21 Noviembre 2016	A	2
4	Sequia	25 Noviembre 2016	B	3
5	Sequia	Diciembre 2016	A	1
6	Sequia	Abril 2017	A	3
7	Lluvia	Junio 2017	A	5
Total				22

Tabla 4. Datos morfométricos de *P. orbiculare* por sexo y clases de edad. D.E= Desviación Estandart.

Proporción por sexo y clases de edad	Hembras		Machos	
	Juveniles 3	Adultos 12	Juveniles 4	Adultos 3
Total	15		7	
Promedio (mm) ± D.E				
LT	72.66 ± 1.70	107.32 ± 5.41	84.08 ± 10.02	107.62 ± 9.28
LHC	46.67 ± 1.88	66.28 ± 3.25	55.21 ± 13.40	66.42 ± 1.79
LC	19.60 ± 4.03	29.17 ± 5.09	22.72 ± 3.58	23.95 ± 10.99
Ancho	29.57 ± 2.73	43.7 ± 2.33	31.24 ± 5.28	40.99 ± 1.91
Peso	9.30 ± 2.45	26.90 ± 5.69	14.27 ± 6.94	25.83 ± 2.94

Inventario de parásitos de *Phrynosoma orbiculare*

De acuerdo con el examen parasitológico externo e interno se encontró que existen dos especies de nemátodos: *Skrjabinoptera phrynosoma* y *Cyrtosomum readi*, y una especie de ácaro identificado como *Eutrombicula araucanensis*, que parasitan al lagarto cornudo *P. orbiculare* (Tabla 5).

Tabla 5. Endo y ectoparásitos encontrados según técnica de extracción aplicada a *P. orbiculare*.

Método de extracción de las especies parásitas	Endoparásitos		Ectoparásitos	
	Coprológico		Fluidos estomacales	Remoción de ácaros
	F. glu	F. Sulf -Zinc		
<i>S. phrynosoma</i>	---	---	✓	--
<i>C. penneri</i>	---	✓	---	--
<i>E. araucanensis</i>	--	--	--	✓

✓ Técnica efectiva, --- Técnica no efectiva, -- Técnica nula o no empleada, para la extracción de la especie parásita.

Descripción de las especies parásitas

Eutrombicula araucanensis (Stekol'nikov y González, 2010)

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Arachnida

Orden: Trombidiformes

Familia: Trombiculidae

Género: *Eutrombicula*

Especie: *Eutrombicula araucanensis*



Figura 9. *E. araucanensis* observado bajo microscopio óptico a 40x.

Características de la especie *E. araucanensis*

Se encontraron 2487 ácaros de *Eutrombicula araucanensis*, en fase larvaria. El cuerpo de las larvas se compone de dos partes esenciales; Gnatosoma e Idiosoma.

Gnatosoma: Se ubican los quelíceros y los pedipalpos. Los quelíceros se encuentran en medio de ambos palpos con una longitud promedio de 57.158 (n=5). Los pedipalpos son ligeramente más grandes que los quelíceros, tienen una longitud promedio de 71.598 μ (n=5), con una fórmula palpal (fPp)= B/B/NNB.

Idiosoma: Se encuentra el escudo, ojos, piernas, ano y setas; ventrales, dorsales, coxales y humerales.

Vista dorsal del idiosoma

Se encuentran los dos pares de ojos ubicados en ambos costados del escudo (2+2), el escudo es ligeramente rectangular, con el margen posterior ampliamente redondeado y cubierto de pequeños puntos, presenta una serie de medidas que lo diferencian de otras especies y que son importantes para su determinación taxonómica (Tabla 3). Debajo del escudo (margen posterior) se encuentran 2 setas humerales y seguido de ellas se ubican las setas dorsales idiosomales dispuestas en el siguiente orden: 6-6-2-4.

Vista ventral del idiosoma

Se encuentran los 3 pares de piernas, todas ellas divididas en 7 segmentos (tarso, tibia, genu, telofemur, basifemur, trocánter y coxa) con un par de garras y una garra empodium en el tarso.

Características distintivas de las piernas I y III:

Pierna I. Coxa con una seta branqueada (1B), genu formado por tres genualas y una microgenuala, tibia con dos tibialas y una microtibiala.

Pierna III. Coxa con una seta branqueada, tarso formado por un mastitarsala con o sin un cilio pequeño.

Presenta 4 setas esternales y 12 setas ventrales idiosomales dispuestas en el siguiente orden: 6-2-2-2, entre las dos penúltimas setas se ubica el ano.

Tabla 6. Medidas estándar (Anexo 3) del escudo de *Eutrombicula araucanesis*. Se muestra el promedio de cada una de las variables (en micras= μ) de cinco ejemplares examinados en el presente estudio.

Medidas	Máximo	Mínimo	Promedio
AW	90.23	74.70	81.518
PW	105.66	83.86	92.502
SB	45.20	37.85	40.518
ASB	30.24	25.79	28.32
PSB	34.41	24.15	30.552
SD	63.28	53.64	58.878
P-PL	60.38	52.05	53.822
AP	32.00	28.21	29.864
AM	41.07	35.15	38.774
AL	41.01	34.34	36.836
PL	54.20	46.44	48.288
SENS	63.57	45.82	58.62

Skrjabinoptera phrynosoma (Ortlepp, 1922) Schulz, 1927.

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Spirurida

Familia: Physalopteridae

Género: *Skrjabinoptera*

Especie: *Skrjabinoptera phrynosoma*.



Figura 10. *S. phrynosoma*, observado bajo microscopio óptico a 40x.

Se encontraron 5 nemátodos de *Skrjabinoptera phrynosoma*, de los cuales 4 son larvas y un adulto (hembra grávida).

Todos los individuos de *S. phrynosoma* se caracterizan por tener el cuerpo blanquecino y delgado con una cutícula suave que rodea todo el cuerpo a excepción de los dos labios. Los labios son algo cónicos y cada uno está coronado por un gran diente que se inclina ligeramente hacia afuera.

Descripción de las 4 larvas

Se identificaron como larvas debido a que no se diferencia su sexo. Presentan una longitud total en promedio de 3789.14μ (± 1648.08), su ancho máximo se puede ubicar entre el segundo y tercer tercio de su cuerpo, dependiendo del tamaño del individuo y tiene un promedio de 156.74μ (± 156.74), el esófago puede ser recto o ligeramente curvo con una longitud promedio de 1492.16μ (± 1067), la cola tiene en promedio de 188.66μ (± 83.79) de longitud y representa la 36va parte de la longitud total del cuerpo.

Descripción de la hembra grávida

Presenta una longitud total de 15752.04 , su ancho máximo se encuentra situado en su tercer posterior y es de 667.41μ , el esófago forma la sexta parte del total del cuerpo, presenta una estrangulación entre la unión del esófago muscular (1379.33μ) y glandular (1292.78μ), su longitud es de 2672.11μ , los huevos (promedio longitud= 43.96μ por 21.95μ de ancho) se encuentran dentro de una cámara que los almacena la cual presenta una longitud de

8943.46 μ por 551.81 μ de ancho, la cola al igual que las larvas representa la 36va parte de su cuerpo y mide 256.30 μ .

Cyrtosomum penneri (Gambino, 1958).

Reino: Animalia

Phylum: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Ascaridida

Familia: Atractidae

Género: *Cyrtosomum*

Especie: *Cyrtosomum penneri*

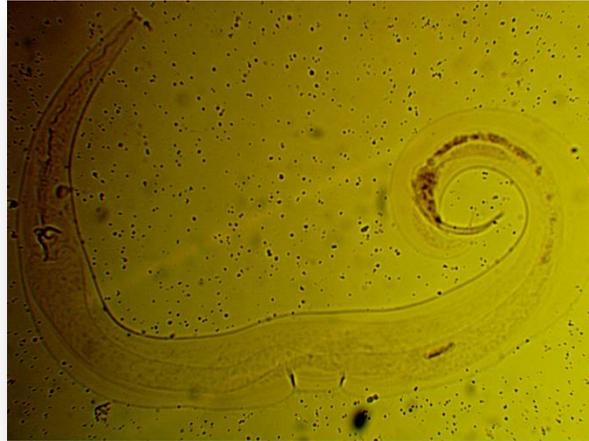


Figura 11. *C. penneri*, observado bajo microscopio óptico a 10x.

Se encontraron 2 individuos de *C. penneri*, de los cuales solo uno fue identificado como macho y el otro no se pudo diferenciar su sexo.

Son individuos muy pequeños, con el cuerpo transparente y amarillento, tienen una cutícula fina y estriada, la cavidad bucal es pequeña, el esófago consiste en una porción anterior agrandada, una parte media atenuada y una bombilla esférica que contiene el aparato bulbar al final. El poro excretor se encuentra al nivel de margen superior del bulbo, el intestino es moderadamente agrandado en su porción anterior, terminando en el recto que contiene un grupo de células rectales.

Descripción de individuo Macho

Presenta una longitud total de 2392.26 μ , su ancho máximo es de 165.31 μ y se ubica en su tercer posterior, el esófago comienza desde la cavidad bucal y se divide en muscular (330.29 μ) y glandular (189.18 μ), este último presenta la bombilla esférica en su parte anterior con un ancho máximo de 93.87 μ , el poro excretor se ubica al nivel de margen superior del bulbo, el intestino tiene una longitud de 1808.15 μ , es agrandado en su porción anterior y tiene un ancho de 104.01 μ . Tiene dos espículas esclerotizadas de diferente longitud

en el recto, ambas tienen el extremo proximal obtuso y el extremo distal apuntado, la primera se encuentra dentro del cuerpo, es pequeña y tiene una longitud de 125.60 μ , la segunda inicia ligeramente a la mitad de la primera espícula, y finaliza fuera del cuerpo es más grande y esclerotizada que la primera, su longitud es de 221.22 μ .

Descripción de Individuo no diferenciado

Presenta un ligero corte en su extremo posterior, su longitud (no total) es de 1967.47 μ , se observa una parte del esófago con la bombilla esférica, tiene una longitud de 527.31 μ , y un ancho máximo de 76.48 μ . El intestino es agrandado en su extremo anterior en donde se ubica su ancho máximo que es de 115.27 μ .

Parámetros de infección

Se evaluaron los parámetros de infección (Prevalencia, intensidad promedio y abundancia promedio) del ácaro *E. araucanensis* y los nemátodos *S. phrynosoma* y *C. penneri* (Tabla 7).

Tabla 7. Parámetros de infección de *S. phrynosoma*, *C. penneri* y *E. araucanensis*.

Parásito	Sitio de infección	P (IC 95%)	IP (IC 95%)	A (IC 95%)
Reino Animalia				
Phylum Arthropoda				
<i>E. araucanensis</i>	Piel (Boca, Nuca, Bolsillos, Ojos, Tímpano, Cuello y Axilas)	72.7% (49.77-89.28)	155.44 (81.44-367.69)	113.05 (54.8-293.54)
Phylum Nematoda				
<i>S. phrynosoma</i>	Estomago	13.6% (2.90-34.92)	1.67 (1.0-1.67)	0.23 (0.05-0.55)
<i>C. penneri</i>	Intestino	9.1% (1.12-29.17)	1.00 (0.0-0.0)	0.09 (0.0-0.23)

Intervalo de infección (endoparásitos) y grado de infestación (ectoparásitos)

De los 22 hospederos analizados, 3 estaban infectados por los nematodos *S. phrynosoma*, 2 por *C. readi* y 16 por ácaros de *E. araucanensis*. El intervalo de infección para las dos especies de nemátodos fue bajo, ya que para *S. phrynosoma*, se encontró un máximo de 2 nemátodos por hospedero y para *C. penneri* en ambos había un solo gusano, sin embargo el grado de infestación del ácaro *E. araucanensis*, fue variado, ya que 14 hospederos presentaron una infestación alta; de 22 a 1115 ácaros, 1 hospedero presentó una infestación moderada; 7 ácaros y otro hospedero presentó una infestación baja; 1 ácaro

Comparación de prevalencia y abundancia de *E. araucanensis* entre el sexo del hospedero.

Se obtuvieron diferencias significativas en la prevalencia del ácaro *E. araucanensis* entre lagartos machos y hembras de *P. orbiculare*. Los machos tienen mayor concentración del ácaro que las hembras. ($X^2= 3.85$, $gl=1$, $P= 0.0497$, $IC=95\%$). La mediana de la abundancia de *E. araucanensis* fue mayor en los lagartos machos *P. orbiculare* comparados con las hembras ($U= 16.0$, $P= 0.0103$, $IC=95\%$, $n=22$)

Promedio de parásitos por sexo y clases de edad

Se obtuvo el promedio de la carga parasitaria del ácaro *E. araucanensis*, y de los nematodos *S. phrynosoma* y *C. penneri*, que había por sexo y clases de edad (jóvenes y adultos) en los 22 individuos de *P. orbiculare*. Se observa que las tres especies parásitas tienen una concentración mayor en machos jóvenes y adultos, a diferencia de las hembras.

Tabla 8. Promedio de parásitos por sexo y clases de edad.

Promedio de parásitos por sexo y clases de edad	Hembras			Machos		
	Jovenes	Adultas	Total	Jovenes	Adultos	Total
	3	12	15	4	3	7
<i>E. araucanensis</i>	99.33	30.41	44.2	120	448	260.57
<i>S. phrynosoma</i>	0	0.08	0.06	0.5	0.66	0.57
<i>C. penneri</i>	0	0.08	0.06	0	0.33	0.14

DISCUSIÓN

En la localidad de la Cañada Santa María Zolotepec, Xonacatlán, se encontró que existe una especie de ácaro en estadio larval; *Eutrombicula araucanensis*, y dos especies de nemátodos; *Skjrabinoptera phrynosoma* y *Cyrtosomum penneri*, que parasitan al lagarto *Phrynosoma orbiculare*. Los ácaros de *E. araucanensis* solo se encontraron en estadio larval, pues los individuos de la familia Trombiculidae se caracterizan por ser parásitos obligados en la fase larvaria, siendo sus ninfas y adultos depredadores de vida libre.

El reporte de estos parásitos, corresponde al primer registro de hospedero para *S. phrynosoma* y el segundo para *C. penneri*. De la misma manera se otorga el primer registro y distribución del ácaro *E. araucanensis* en México.

E. alfredugessi y *C. penneri* hasta la fecha habían sido los únicos dos registros de Metazoos parásitos en *P. orbiculare* (Paredes et al., 2008; Goldberg, 2011), aportando en este estudio a otras dos nuevas especies; *Skjrabinoptera phrynosoma* (nemátodo) y *Eutrombicula araucanensis* (ácaro). Por otra parte *S. phrynosoma* syn. *Physaloptera phrynosoma* solo se ha registrado en *Phrynosoma cornutum* en el municipio de General Bravo, Nuevo León (Zarate et al., 2015).

Eutrombicula araucanensis, es una especie de ácaro que recientemente fue descrita y determinada por Stekol'nikov y González (2010) en estadio larval en los lacertilios (*Liolaemus pictus*, *L. tenuis*, *L. lemniscatus* y *Pristidactylus torquatus*) de Chile, y actualmente solo se había registrado en algunas regiones de ese país, sin embargo la causa de su distribución de Sudamérica hasta México es aún desconocida.

De las tres especies de parásitos que se encontraron en *P. orbiculare*, el ácaro *E. araucanensis* es la especie que presentó los parámetros de infección más altos en comparación de *S. phrynosoma* y *C. penneri*.

Espinoza et al., (2016) reporta los parámetros de infección del ácaro *E. araucanensis* en 134 lagartijas de *Liolaemus pictus* en Chile central, de las cuales 46 se encontraron infestadas, teniendo así una prevalencia de 34.3%, abundancia promedio de 5.26 (3.52-7.95) ácaros por hospedero y una intensidad promedio de 15.33 (11.09-21.74), lo cual contrasta con nuestros resultados, ya que son mayores a los registrados por ellos, dicha variación la podemos atribuir a que la cantidad de lagartos muestreados por Espinoza et al., (2016) fue mayor a la nuestra (134 vs 22 individuos) por lo que su muestreo fue más amplio. Otra variable a considerar es que cada estudio fue

en un territorio diferente y se trata de dos especies de hospedero diferentes (Chile; *Liolaemus pictus* y Mexico; *Phrynosoma orbiculare*) motivos por los cuales pueden existir variaciones climáticas tales como niveles de radiación solar, temperatura y humedad en el hábitat de cada hospedero (Espinoza *et al.*, 2015).

Para México, se ha reportado la infestación del ácaro *E. alfreddugesi*, en dos especies de lacertilios. García *et al.* (2004), reporta una prevalencia de 94% de este ácaro en *Sceloporus couchii*. Así mismo García *et al.* (2010), reporta una prevalencia de 100 % de *E. alfreddugesi* en *Sceloporus jarrovi*. En ambos estudios se reportan prevalencias mayores a las nuestras (P= 72%), sin embargo, es importante señalar que en cada estudio se trabajó con un tamaño de muestra diferente, lo cual puede modificar los resultados de cada análisis.

En cuanto a *S. phrynosoma*, Claire (2009), reporta una prevalencia de 97.61% y un promedio de 16.86 nematodos por hospedero, a través de los fluidos estomacales, cloacales y pelotillas fecales, este resultado contrasta con el nuestro y es superior al que reportamos (P= 13.6%, IP= 1.67) ya que, de 22 hospederos, 3 estaban infectados, a pesar de que utilizamos las mismas técnicas de extracción para este nemátodo. Estas diferencias pueden estar asociadas al ciclo de vida heteroxeno que presenta *S. phrynosoma*, ya que la ingestión del hospedero intermediario (Hormigas *Pogomyrmex* spp) por parte del hospedero definitivo (lagartos Phrynosomatidos), es necesaria para la propagación de este nemátodo, por lo que dicha transmisión se limita al periodo activo del hospedero intermediario y por lo tanto hay una sincronización con el ciclo de vida de *S. phrynosoma* (Claire, 2009). Así mismo los factores ambientales influyen en las características y ciclos de vida del hospedero lo que resulta en la variación de la abundancia del parásito dentro de sus hospederos. También se ha demostrado que los cambios estacionales en la reproducción o actividad del hospedero definitivo tales como la hibernación afectan las tasas de infección del parásito (Claire, 2009), sin embargo hasta la fecha no se ha documentado la hibernación en *P. orbiculare* y por el contrario se asume que su reproducción se da durante la temporada de otoño e invierno (Suárez *et al.*, 2018).

Por otra parte, en México se ha registrado la presencia de 185 gusanos de *C. penneri*, en una hembra adulta del lagarto *P. orbiculare* (Golberg, 2011), de igual manera en E.U.A, se reportó la ocurrencia de este nemátodo en 129 lagartijas del género *Anolis*, en donde se obtuvo una P= 62%, IP= de 91.35 y una A= 65.25. En ambos estudios se presentan valores muy altos en comparación con los nuestros (P= 9.1%, IP= 1.00, y A= 0.09), sin embargo, es

importante señalar que en ellos se realizó la eutanasia de los lacertilios a diferencia de este trabajo en donde utilizamos métodos no invasivos debido a la categoría de riesgo en la que se encuentra *P. orbiculare*, lo cual representa una variable entre un muestreo total y un muestreo parcial para el análisis de este nemátodo.

En lo que conlleva el intervalo de infección de nemátodos y grado de infestación del ácaro, también se observaron diferencias. Para las dos especies de nemátodos; *S. phrynosoma* y *C. penneri*, el intervalo de Infeción (modificado) fue bajo, de acuerdo a como lo establece Babero y Kay (1967), ya que se encontró un total de 2 gusanos como máximo en un solo hospedero lo cual difiere con lo que reportan estos mismos autores en otra especie de lagarto (*Phrynosoma platyrhinos*), en donde reportan infecciones moderadas (100-350 gusanos) y altas (351-1100 gusanos) por hospedero. De la misma manera Golberg (2011) reporta una infección moderada (185 gusanos) del nemátodo; *Cyrtosomum penneri* en el lagarto *P. orbiculare*, y por ultimo Zarate et al. (2015) reporta una infección alta (494 gusanos) del nemátodo *Physaloptera phrynosoma* en el lagarto *Phrynosoma cornutum*.

Sin embargo, el grado de infestación del ácaro *E. araucanensis* en los lagartos *P. orbiculare*, siguiendo el criterio de Talleklint- Eisen y Eisen (1999) fue variado, ya que 14 hospederos presentaron una infestación alta (≥ 15 ácaros), 1 hospedero presentó una infestación moderada (7-14 ácaros) y otro hospedero presentó una infestación baja (1 a 6 ácaros), 6 (hembras) no presentaron ácaros. Hasta la fecha no se ha reportado el grado de infestación en *P. orbiculare* pero si en otras especies de lacertilios que corresponden a la Familia Phrynosomatidae. García et al. (2004), reportan la infestación de la nigua *Eutrombicula alfreddugesi* en el lacertilio *Sceloporus couchii*, de un total de 68 lacertilios (32 machos y 36 hembras), 64 (32 machos y 32 hembras) portaban ácaros, de los cuales 18 hospederos mostraron una infestación baja, 26 moderada y 20 fue alta, 4 (hembras) no presentaron ácaros. Por lo tanto los valores de infestación por estos métodos no invasivos son los primeros para la especie.

Finalmente, se encontraron diferencias significativas en la prevalencia y mediana de la abundancia de *E. araucanensis* entre lagartos machos y hembras de *P. orbiculare*. La prevalencia y la abundancia fue significativamente mayor en lagartos machos comparados con las hembras. Mismas diferencias las han registrado otros autores en ácaros de *E. alfreddugesi* tales como: García et al., (2004) y García et al., (2010), contrario a esto, Espinoza et al., (2015), establece que no existen diferencias

significativas en la carga parasitaria de *E. araucanensis* entre lacertilios machos y hembras de *L. pictus*.

Por otro lado para el caso de los nematodos se observó que el promedio de parásitos es mayor en lagartos machos en comparación con las hembras. Claire (2009), reporta que para *S. phrynosoma* no se observó parasitismo sesgado por sexo en *P. platyrhinos*, de la misma manera que Langford *et al.*, (2013), en donde no encontraron una relación entre la abundancia media y el sexo del hospedero para *C. penneri* en *Anolis sangrei*, ante estos resultados es posible señalar que existen algunos factores que pueden influenciar la carga parasitaria en una lagartija, tales como la edad, el tamaño, el sexo y los niveles hormonales (García *et al.*,2010). Sin embargo se ha observado una mayor frecuencia de parásitos en machos, aunque también se han observado en hembras, esto puede atribuirse en primera instancia al tamaño corporal, donde los machos al ser más grandes que las hembras poseen una mayor superficie de adhesión para los ácaros, así mismo la carga de parásitos puede estar influenciada por el tamaño del hospedero, que a su vez puede estar relacionado con la edad del mismo (Sorci, 1996 *citado en* Claire, 2009), sin embargo en el presente estudio no se observaron diferencias en el tamaño corporal entre machos y hembras de *P. orbiculare*. Por otra parte, esta diferencia frecuentemente ha sido atribuida a los niveles de testosterona en los machos, ya que es una hormona que estimula la actividad locomotora, la agresividad territorial, la coloración sexual y el tamaño del ámbito hogareño en lagartijas y se ha relacionado con altas cargas parasitarias en los machos de diferentes especies de lagartijas (García *et al.*,2010).

CONCLUSIONES

Se encontró que existe una especie de ácaro en estadio larval; *Eutrombicula araucanensis*, y dos especies de nemátodos; *Skjrabinoptera phrynosoma* y *Cyrtosomum penneri*, que parasitan al lagarto *Phrynosoma orbiculare*, en la localidad de la Cañada Xonacatlán, México.

Se registra por primera vez al nematodo *S. phrynosoma* y al ácaro *E. araucanensis* en el lagarto cornudo *P. orbiculare*.

El ácaro *E. araucanensis* presentó los parámetros de infección más altos en comparación a los nematodos *S. phrynosoma* y *C. penneri*, al usar métodos no invasivos.

El intervalo de infección de las dos especies de nematodos fue bajo, en comparación con otras investigaciones de lagartos Phrynosomatidos.

El grado de infestación de ácaros fue variado, presentando infestaciones bajas, moderadas y altas.

Los machos presentaron una mayor carga parasitaria de las dos especies de nematodos; *S. phrynosoma* y *C. penneri* y del acaro *E. araucanensis* en comparación con las hembras en las dos clases de edad que se registraron.

Las diferentes técnicas utilizadas para la extracción de las especies parásitas que llevaron a un conteo parcial de los nematodos y conteo total de los ácaros se vieron reflejados en las diferencias que se observaron en cada uno de los análisis que se llevaron a cabo entre nematodos y ácaros.

REFERENCIAS

- ◆ Alcántara M.A. (2014). *Variación geográfica en Phrynosoma orbiculare: Relación entre Características Bióticas y Abióticas*. UAEM, Toluca Estado de México.
- ◆ Atías A. (2006). *Parasitología médica*. Publicación técnicas mediterráneo Ltda. 4ª edición.
- ◆ Babero B.B. y Kay F.R. (1967). Parasites of horned toads (*Phrynosoma* spp.), with records from Nevada. *The Journal of Parasitology*. Vol. 53, (No. 1), p. 168-175.
- ◆ Bowman D.D. (2011). *Parasitología para veterinarios*. España. ELSEVIER. 9ª Edición.
- ◆ Bryson R.W., García U.O., y Riddle B.R. (2011). Diversification in the Mexican horned lizard *Phrynosoma orbiculare* across a dynamic landscape. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 87-96.
- ◆ Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. y Shostak. A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisted. *The Journal Parasitology*. Pp. 575-583
- ◆ Calderón L., Tay J., Sánchez J.T. y Ruiz D. (2004). Los artrópodos y su importancia en medicina humana. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM, Vol (47)*, pp- 192-199.
- ◆ Canseco, L., y Gutierrez, M.G. (2010). Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. 105-302
- ◆ Carriquiriborde M. (2010). *Enfermedades zoonoticas asociadas a reptiles*. Revista Veterinaria Argentina. Vol. IV. Capítulo 48.
- ◆ Castillo J. (2015). *Guía de cuidados del lagarto cornudo: Phrynosoma*. Recuperado de: https://books.google.com.mx/books?id=4GSBCgAAQBAJ&pg=PA51&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false.
- ◆ Claire K. (2009). Host and Seasonal Effects on the Infection Dynamics of *Skrjabinoptera Phrynosoma* (Ortlepp) Schulz, 1927, a Parasitic Nematode of Horned Lizards. *Electronic Theses y Dissertations*. Paper, 1040.
- ◆ Claire K., Anderson R.A. y Nayduch D. (2011). Seasonal dynamics of *Skrjabinoptera phrynosoma* (Nematoda) infection in horned lizards from the alvord basin: temporal components of a unique life cycle. *The Journal Parasitology*. Pp. 559-564.
- ◆ Eisen T.L. y Eisen R.J. (1999). Abundance of ticks (Acari: Ixodidae) infesting the western fence lizard, *Sceloporus occidentalis*, in relation to

environmental factors. *Experimental and Applied Acarology*. Vol. 23 731–740.

- ◆ Escorcía Ignacio R. (2007). *Descripción de una nueva especie de Spauligodon (Nematoda: Pharyngodonidae) en algunas especies de Sceloporus (Sauria: Phrynosomatidae) y la caracterización de su infección en algunas localidades de la reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlan, Hidalgo, México*. Tesis licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto, Hidalgo.
- ◆ Espinoza M., Pérez A., Silva M. C., Sepúlveda P.V. y Moreno L. (2016). Abundancia y Distribución de ácaros parásitos (*Eutrombicula araucanensis* y *Pterygosoma* sp.) en lagartijas (*Liolemos pictus*) de Chile central. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol 87. 101-108.
- ◆ Flores, O., y García U.O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 467-475.
- ◆ García C., Gadsden H. y Salas A. (2010). Carga Ectoparasitaria en la Lagartija Espinosa de Yarrow (*Sceloporus jarrovii*) en el Cañón de las Piedras encimadas, Durango, México. *Interciencia*. Vol 35 (N° 10), 772-776.
- ◆ García de la Peña. C., Contreras Balderas A., Castañeda G. y Lazcano D. (2004). Infestación y distribución corporal de la nigua *Eutrombicula alfreddugesi* en el lacertilio de las rocas *Sceloporus couchii* (Sauria: Phrynosomatidae). *Redalyc*. Vol (20), 159-165
- ◆ García L., Osorio D y Lamothe M.R. (2014). *Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, pp- 171-176. DOI: 10.7550/rmb.31746.
- ◆ García U.O., y Mendizábal N. (2014). Camaleones endémicos de México. *Fauna endémica de México*. 1-2.
- ◆ García Zendejas V. (2013). *Frecuencia de parásitos de reptiles en cautiverio en diferentes colecciones del estado de Morelos*. Tesis Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Cuernavaca Morelos.
- ◆ Goff. M.L., Lomis R.B., Welbourn W.C, y Wrenn W.J. (1982). A glossary of Chigger terminology (Acari: Trombiculidae). *Journal of Medical Entomology*. Vol. 19 (N° 3). 221-238.
- ◆ Goldberg S.R. (2011). *Phrynosoma orbiculare Mexican Plateau Horned*
- ◆ Goldberg S.R., Bursey C. R., y Tawil R. (1993). Gastrointestinal Helminths of the Crevice Spiny Lizard, *Sceloporus poinsetti* (Phrynosomatidae). *Journal of Helminthology*. Vol 60. (N° 2). 263-265.

- ◆ Jofre L., Noemí I., Neira P., Saavedra T y Díaz C. (2009). *Acarosis y zoonosis relacionadas*. Revista Chil Infect, pp– 248-257.
- ◆ Langford G.J., Willobé B.A. y Isidoro L.F. (2013). Transmission, Host Specificity, and Seasonal Occurrence of *Cyrtosomum penneri* (Nematoda: Atractidae) in Lizards from Florida. *Journal of Parasitology*. Vol. 99 (N° 2). 241-246.
Lizard Endoparasites. Herpetological Review, pp-95-96.
- ◆ Mata L. R. (2018). *Anfibios y Reptiles: enfermedades, hospederos y vectores*. UNAM, México. P: 06-07.
- ◆ Méndez de la Cruz, F., O. Hernández Gallegos y F. Rodríguez Romero. 2003. *Phrynosoma orbiculare*. Elaboración de fichas de 5 especies de lacertilios: PROY-NOM-059-ECOL-2000. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W033. México. D.F.
- ◆ Moreno R., Rodríguez F., Velázquez A., y Aragón A. (2013). Variación geográfica en *Phrynosoma Orbiculare* (Sauria: Phrynosomatidae): Análisis de las subespecies. *Acta Zoológica Mexicana*. 129-143.
- ◆ Orllepp M.A. (1922). *The Nematode Genus Physaloptera*. Dept. of Helminthology, London School of Tropical Medicine; Hon. Parasitologist to the Society.
- ◆ Paredes R., García L., Guzmán C., León V., y Pérez T.M. (2008). *Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles*. Magnolia Press. 1-166.
- ◆ Plan de desarrollo municipal Xonacatlán 2012 - 2015
- ◆ Plan de desarrollo municipal Xonacatlán 2015 – 2018
- ◆ Quiroz H. (2005). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. México. Limusa.
- ◆ Raya García, E. (2013). *Los camaleones de México para el mundo*. CONABIO. Biodiversitas, 107:1-6.
- ◆ Reiczigel J, Rózsa L 2005. *Quantitative Parasitology 3.0*. Budapest. Distributed by the authors.
- ◆ Robledo M.L. (2015). *Densidad, distribución y estructura poblacional del camaleón (Phrynosoma orbiculare, Linnaeus, 1789) en la Reserva ecológica San Juan del Monte, Veracruz*. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa Veracruz.
- ◆ Rupert E.E. y Barnes R.D. (1996). *Zoología de los invertebrados*. México. McGRAW-HILL INTERAMERICANA. 6ª Edición.
- ◆ Santibáñez P. (2015). *Trombiculidos y trombiculiasis en la Rioja*. Tesis doctoral. Universidad de La Rioja. España.
- ◆ Spearman, C. (1904) "The proof and measurement of association between two things", *American Journal of Psychology*, 15: 72-101.

- ◆ Stekol'nikov, A. A. y González D. (2010) Four New Species of Chigger Mites (Acari: Trombiculidae) of the genus *Eutrombicula* from Chile. *International Journal of Acarology*. Vol. 36 (N° 4), 313-325.
- ◆ Suarez R.O., Suarez V. G., Chavez S.F., Perez A.F., Andrade S.G., Aguilar I.L., Sherbrooke W.C y Hernandez G.O. (2018). *Masa relativa de la camada en Phrynosoma orbiculare (Squamata: Phrynosomatidae) en el Parque Estatal Sierra Morelos, Toluca, Estado de México*. *Rev. Mex de Bio.* P 282-289.
- ◆ Zarate J.J., Rodríguez L.E., Cantu M.A y Contreras J.A. (2015). *Invasive Record upon Texas Horned Lizard (Phrynosoma cornutum) with Physaloptera phrynosoma (Nematoda: Spirurida) in General Bravo, Nuevo León, México*. *Int.J.Curr.Res.Aca.Rev.* Vol 3, pp- 41-44.

ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DE MICROHABITAT. TOMADO DE MENDEZ-ZAVALA, 2010 CITADO EN ROBLEDO, 2015.

Pastizal: Está compuesto por comunidades vegetales pertenecientes a las gramíneas o pastos pequeños, rodeados por parte de suelo abierto.



Figura 12. Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.

Suelo rocoso: Compuesto de rocas grandes de diferentes diámetros, rodeadas de pequeños musgos.



Figura 13. Fotografía de Suelo rocoso. Tomado de Robledo, 2015.

Suelo con grava: Compuesto por piedras sedimentarias no homogéneas, situadas al lado del mosaico abierto.



Figura 14. Fotografía de Suelo con grava. Tomado de Robledo, 2015.

Hojarasca: Constituido por leñosidades y hojas de pinos.



Figura 15. Fotografía de Hojarasca. Tomado de Robledo, 2015.

Vegetación herbácea: Constituida principalmente por pequeñas plantas, rodeado por mosaico de suelo abierto.

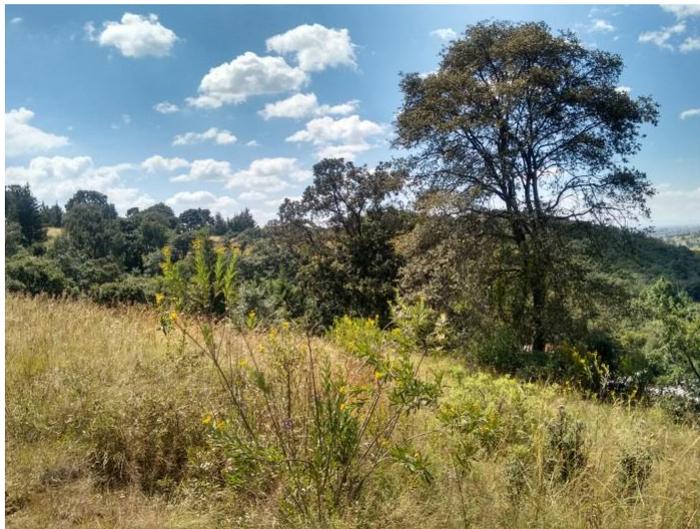


Figura 16. Fotografía de Reyes-Ortega, 2018.

ANEXO 2. TECNICAS DE FLOTACION

Flotación por Sulfato de zinc

Se disolvió un 1gr de muestra con 5ml de agua de la llave en un vaso de plástico.

Se vertió en un tubo de centrifuga y se centrifugo a 1 500 r.p.m. durante un minuto.

Se decantó el sobrenadante y posteriormente se agregaron 3 ml de solución de sulfato de zinc. La muestra se mezcló con un aplicador.

El tubo se llenó, hasta 1 cm. del borde con sulfato de zinc y se volvió a centrifugar a 1500 r.p.m. durante un minuto.

Se sacó con mucho cuidado el tubo de la centrífuga, colocándolo en la gradilla y dejándolo reposar por 10 minutos.

Con una pipeta Pasteur de vidrio, previamente colocada en la llama y fría, se tomó la muestra del centro de la película de la superficie.

La muestra se colocó en dos portaobjetos, en uno se le puso su respectivo cubreobjetos y al otro se le agregó una gota de lugol, y también se cubrió con un cubreobjetos. Ambas muestras se observaron bajo microscopio óptico para evaluar la presencia de parásitos metazoos.

Flotación por glucosada

Se disolvió con un aplicador de madera 1gr de muestra con 8 ml de agua destilada en un vaso de vidrio hasta lograr una suspensión homogénea.

Se vertió la suspensión en un tubo de centrifuga,

Se centrifugo a 1 500 r.p.m. durante 1 minuto y se decantó el sobrenadante.

Al sedimento se le agregó solución saturada de azúcar (aproximadamente $\frac{1}{4}$ de la totalidad) y se mezcló vigorosamente con un aplicador de madera.

Posteriormente el tubo se colocó en la gradilla y se llenó con solución de azúcar, después se agitó con un aplicador de madera, dejándolo reposar a modo de que se formara un menisco en la película de la superficie.

Nuevamente centrifugamos a 1 500 r.p.m. durante 8 minutos.

Los tubos se colocaron en las gradillas y se dejó reposar por 10 minutos

Con una pipeta Pasteur de vidrio, previamente colocada en la llama y fría, se tomó la muestra del centro de la película de la superficie y se colocó en dos portaobjetos, en uno se le puso su respectivo cubreobjetos y al otro se le agregó una gota de lugol, y también se cubrió con un cubreobjetos. Ambas muestras se observaron bajo microscopio óptico para evaluar la presencia de parásitos metazoos.

ANEXO 3. TERMINOLOGIA DE MEDIDAS ESTANDAR DEL ESCUDO DE *EUTROMBICULA ARAUCANENSIS*

AW: Ancho anterior

PW: Ancho posterior

SB: Distancia entre bases sensitivas

ASB: Distancia de las bases sensitivas al margen anterior extremo

PSB: Distancia de las bases sensitivas al margen posterior extremo

SD: (ASB + PSB)

P-PL: Distancia de Seta antero lateral a extremo inferior de SD

AP: Distancia de la base setal antero lateral a la base setal postero lateral

AM: Longitud de la seta antero mediana

AL: Longitud de la seta antero lateral

PL: Longitud de la seta postero-lateral

SENS: Sensila

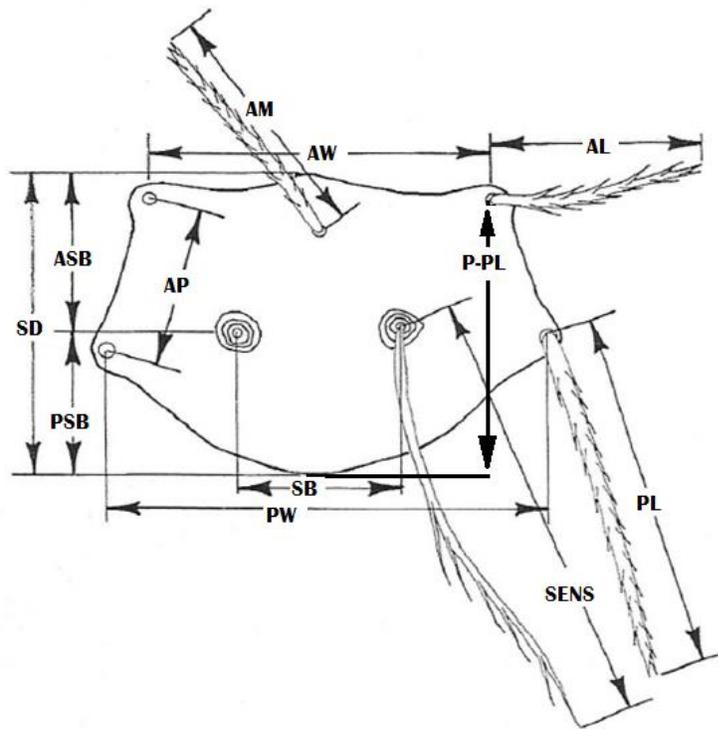


Figura 17. Representación de medidas estándar del escudo de *E. araucanensis* (Tomado y modificado de Goff *et al.*, 1982).