



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y PARÁMETROS
ECOLÓGICOS DE *Turgida turgida* ASOCIADO AL
TLACUACHE (*Didelphis virginiana*) EN LA
LOCALIDAD LA COMUNIDAD, JILOTEPEC,
ESTADO DE MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

PRESENTA:

ALEJANDRA ALVAREZ-COTO

DIRECTOR DE TESIS:

M. en D. DANIEL OCTAVIO RAMOS CARMONA



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

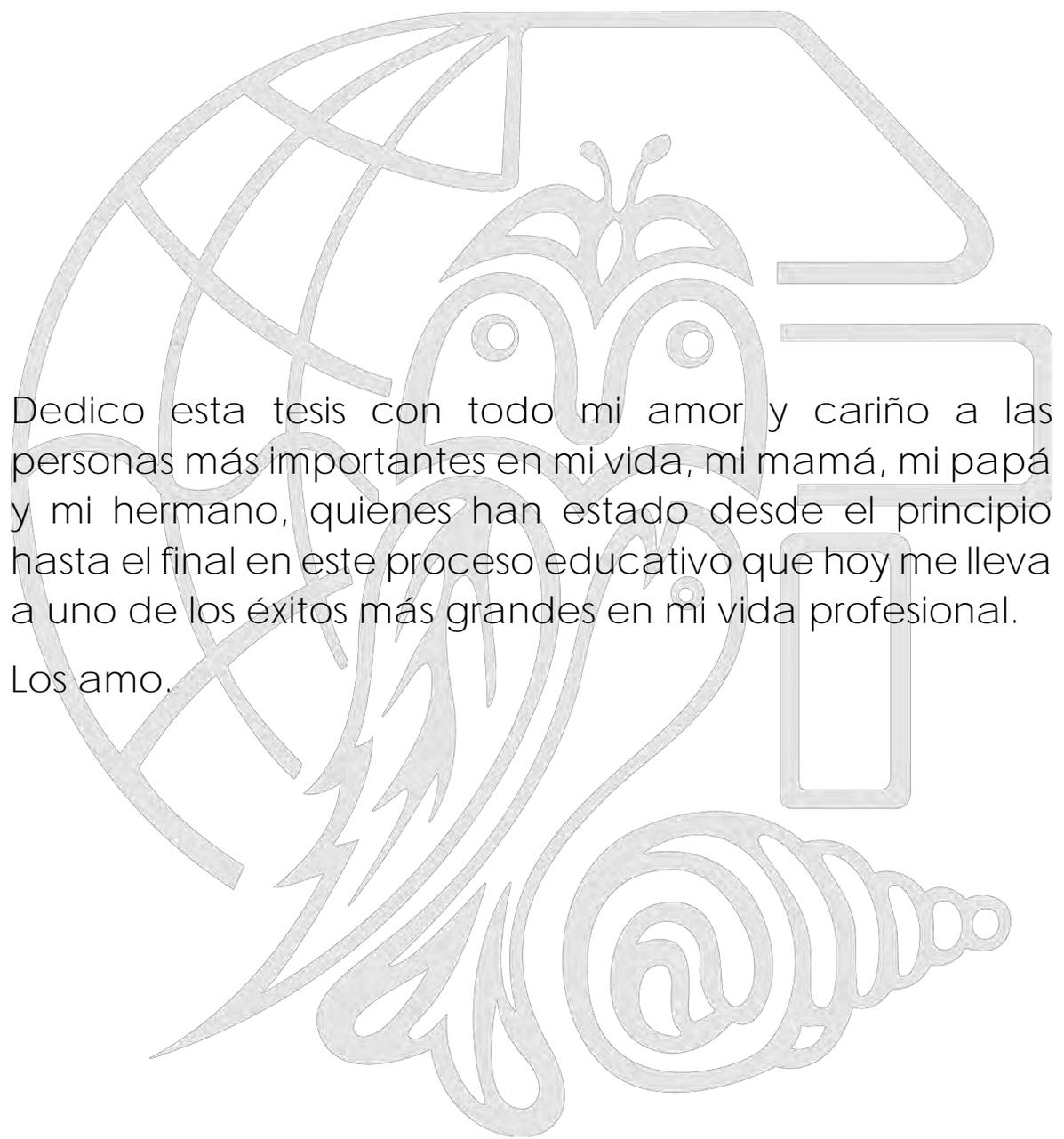


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Dedico esta tesis con todo mi amor y cariño a las personas más importantes en mi vida, mi mamá, mi papá y mi hermano, quienes han estado desde el principio hasta el final en este proceso educativo que hoy me lleva a uno de los éxitos más grandes en mi vida profesional.
Los amo.



“Por mi raza hablará el espíritu”



Agradecimientos

Este proyecto fue posible gracias a la compañía, apoyo, paciencia y sobre todo amor y cariño de familiares, amigos, profesores y conocidos que confiaron en mí y que cuando pudieron, me ayudaron a ser mejor persona y mejor profesionista.

Mamá, a ti te agradezco por estar siempre pendiente de mí, por cuidarme cuando más te necesite y nunca dejarme sola, por limpiar mis lágrimas y decirme que si podía, por enseñarme lo que es ser valiente e independiente, por prepararme una cena o un desayuno para que fuera a la escuela o para que me desvelara trabajando en algún proyecto escolar. Te quiero mucho ma, gracias por ser mi ejemplo de fortaleza.

Papá, a ti te agradezco por siempre sentirte orgulloso de mí, porque sé que presumes mis éxitos con emoción a quien te pregunte por mí. Ambos sabemos que nuestra relación no ha sido sencilla, pero créeme que con el tiempo he entendido que sin ti, mi vida no sería igual. Te quiero mucho papá, gracias por demostrarme que puedo seguir confiando en ti.

A mi hermano Luis E., a ti te agradezco por creer en mí, y alegrarte de mis triunfos, por preocuparte por mí, porque ante cualquier situación cuento contigo. Sé que a veces somos de pocas palabras entre nosotros pero eres alguien muy especial fundamental en mi vida, te quiero mucho torpe. También les agradezco a ti y a Nora por haberme dado la dicha de ser tía y tengan la certeza que siempre la amare y cuidare.

A Flor Valeria, porque aunque estés tan pequeña, ya me has regalado los momentos más maravillosos de mi vida, tu llegada ha sido de lo más hermoso en mi vida, te amo preciosidad de bebé, es un placer ser tu tía madrina.

A Santiago, mi niño, tu quien me diste la oportunidad de cuidar a un bebé por primera vez, de amarte, por tus abrazos sinceros, porque me encanta cuando me dices “te quiero tía”, siempre serás mi niño.; A Damian, Constanza, Sofia y Vale, son unos niños muy inteligentes y sé que llegaran muy lejos, los quiero, gracias por darme la oportunidad de amarlos y cuidarlos.

A mi tía Blanca, por siempre estar en los momentos buenos y malos en mi vida, por siempre estar pendiente de mí. Te quiero mucho Blanquita, gracias por ser valiente y demostrarme que se puede salir adelante con la cara en alto, aun cuando los golpes de la vida son fuertes.

A mis tías, tío, primos y sobrinos de la familia Coto, gracias por ser tan maravillosos conmigo, porque me han cuidado, me han acompañado en mis logros y se han preocupado por mi bienestar. Todos ustedes son base de mi formación como persona y como profesionista, gracias por enseñarme que la unión familiar va más allá de las enfermedades o los problemas, confío completamente en que ninguna pelea ni mal momento nos separará. Los quiero.

A mis tíos, primos y abuelos de la familia Alvarez, gracias por ser un apoyo fundamental para mi papá, extraño verlos y convivir con ustedes y con mis primos, ya que la familia se lleva en la sangre y el corazón. Me siento orgullosa de ser Alvarez, no saben lo afortunada que me sentí cuando conocí a mis tíos de Guerrero y saber que soy parte de una gran familia, deseo de todo corazón poder compartir más momentos con ustedes. Los quiero.

A mi segunda familia: Lili, Alexa, Adri, Fer, Miguel, Kike, Dallan y Jackie, gracias por siempre hacerme reír, por estar en momentos difíciles, por acompañarme en fechas importantes, y por enseñarme que las verdaderas amistades no se rompen tan fácil. Sé que me he ausentado demasiado, pero les agradezco por siempre hacerme sentir parte del grupo. Los llevo en mi corazón y deseo que esta amistad grupal dure muchos años más. Los quiero

A mis amigos de la FES: Andii, Sve, Hes, Karen, Josue, Aldo, Pato, Aketzalli, Nick, Marcos, Ernesto, y la infinidad de compañeros y amigos que conocí en la universidad. Ustedes hicieron de mi estancia en Iztacala la más maravillosa. A ustedes les agradezco el haberme escuchado y dado algún consejo, por aprender a trabajar en equipo, por compartir proyectos e idiomas, e incluso por divertirse junto conmigo en alguna fiesta o fuera del aula de clases. Muchas gracias a todos por darse la oportunidad de conocerme, y aportar a mi vida alegrías y conocimientos, nunca olvidaré todo lo que viví en Iztacala, porque ustedes estuvieron conmigo en este camino. Los quiero y les deseo el mejor éxito del mundo, y que nuestro compromiso sea poner en alto la Biología y a la FES Iztacala.

Al profesor Daniel Octavio Ramos Carmona, le agradezco por creer en mí, por siempre orientarme y por ser paciente ante mis errores procedimentales, gracias por ser un excelente tutor, de quien aprendí desde Zoología, hasta enseñanza de la Biología tras su guía y por demostrarme con su ejemplo que con disciplina y esfuerzo se logran grandes metas. Toda mi admiración y respeto hacia usted, sé que culminar este proyecto también es éxito suyo, gracias por todo.

Al profesor Jorge Jiménez Contreras, le agradezco por decir las palabras exactas cuando empecé a sentir la presión de que mis compañeros fueran un paso adelante, y por aportar al proyecto ideas e incluso ayudar ante algunas adversidades en la primera disección. Gracias infinitas por su lealtad y confianza dentro y fuera del aula de clases.

Al profesor Ángel Lara Vázquez, a la profesora Marisol Ávila Romero y al profesor Rodolfo García Collazo, gracias por apoyarme haciendo las correcciones pertinentes para mejorar este proyecto, tanto en la parte experimental como en el escrito. Un proyecto requiere de un buen equipo de trabajo, dedicado y comprometido, gracias a ustedes lo logré.

A la UNAM, por haberme permitido lograr este éxito académico, desde que ingrese al CCH-N, hasta llegar a la universidad, me siento muy orgullosa de formar parte de la máxima casa de estudios, siempre tendré presente mi responsabilidad que tengo con mi escuela, quien me formó y me permitió conocer a personas maravillosas, desde profesores, compañeros, hasta amigos inolvidables.; A la FES Iztacala, por ser mi segunda casa, y permitirme desarrollar dentro de sus aulas, las habilidades necesarias para superarme como estudiante, fue el mejor lugar para encontrar mi vocación.

Por último, quiero reconocer mi esfuerzo y dedicación al culminar mi licenciatura, aún recuerdo mis fracasos, pero también mis fortalezas, alegrías, desvelos y mis ganas de culminar esta etapa. Se cierra un ciclo muy importante en mi vida, del cual he aprendido y del que me siento muy orgullosa y satisfecha de saber que no estoy sola y todos quienes me han acompañado en este proceso fueron las personas correctas, aun cuando algunas ya no se encuentran en mi vida. Soñé mucho con este momento y me entusiasma saber que lo logré, aun cuando muchas veces me dije a mi misma que no podía.

“Nunca es tarde para reconocer tus fortalezas”

Alejandra Alvarez Coto



En memoria de Aurora Coto Cardoso

“La función debe continuar, gracias por enseñármelo”



ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Resumen	1
II. Introducción	2
Generalidades del parasitismo	2
Filo nematoda	4
Morfología externa	5
Morfología interna	6
Ciclo de vida	8
Importancia de los nematodos parásitos	9
<i>Turgida turgida</i>	11
Clasificación taxonómica	11
Características generales	12
Distribución	13
<i>Didelphis virginiana</i>	14
III. Antecedentes	18
IV. Justificación	21
V. Objetivos	22
Objetivo general	22
Objetivos particulares	22
VI. Área de estudio	23
VII. Materiales y Método	24
Obtención de hospederos	24
Obtención de nematodos parásitos	24
Determinación taxonómica	26
Elaboración de parámetros ecológicos	26
VIII. Resultados	27
Registro de hospederos	27
Registros de nematodos parásitos en <i>D. virginiana</i>	27
Determinación taxonómica de <i>T. turgida</i>	29
Descripción taxonómica de <i>T. turgida</i>	29
Características de la hembra	30
Características del macho	30
Características de la larva	31
Datos morfométricos	37
Parámetros ecológicos	37
IX. Discusión	38
X. Conclusiones	56
XI. Literatura citada	57



I. Resumen

Turgida turgida es un nematodo que parasita el estómago de *Didelphis virginiana*. En México, este parásito se ha registrado en distintas localidades de los estados de: Jalisco, Yucatán, Estado de México, Colima, Ciudad de México, Guerrero, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz, Campeche y Chiapas. En cuanto al Estado de México, solo se ha reportado en la localidad de Tequesquahuac, por lo tanto, el presente estudio contribuye a ampliar el conocimiento sobre la distribución de *T. turgida* en el municipio de Jilotepec, Estado de México, siendo este, el segundo registro de la especie en el Estado. El material utilizado fueron 7 tlacuaches (*D. virginiana*) de los cuales 6 estaban parasitados por *T. turgida* obteniendo un total de 192 individuos. La determinación taxonómica de este nematodo a nivel de especie es por la presencia de 22 papilas ubicadas en el ala caudal del macho y la presencia de 9 a 11 ramas uterinas en la hembra. Además, se hizo por primera vez en México la descripción de las características morfológicas y datos morfométricos de las larvas de *T. turgida*. Respecto a la descripción de la interacción parásito-hospederos se utilizaron los parámetros ecológicos de prevalencia (85.71%), abundancia media (27.71), intensidad media (32.33) e intervalo de intensidad (5-82), la cual se ve beneficiada por la presencia de hospederos intermediarios que conviven con el tlacuache.





II. Introducción

Generalidades del parasitismo

Las interacciones simbióticas han predominado entre los organismos de manera natural en los ecosistemas. Dentro de las que se encuentran comúnmente son: el mutualismo, el comensalismo y el parasitismo (Esch y Fernández, 1993). El mutualismo ocurre cuando existe una asociación en la que ambos organismos se benefician, a su vez en el comensalismo, es cuando un organismo se nutre a expensas del otro pero no le ocasiona ningún trastorno o enfermedad (Negroni, 2009). Respecto al parasitismo, se define como la asociación que existe entre dos organismos de distinta especie, donde el parásito se nutre a expensas del hospedero el cual es dañado de manera metabólica, lo que afecta su salud, llegando a causar la muerte (Quiroz, 2005); sin embargo, a diferencia de otras simbiosis, en el parasitismo, la posibilidad de matar al hospedero es potencial y no obligada (Esch y Fernández, 1993). De las especies que habitan en la Tierra, se estima que más del 50% son parásitos (Alarcón, 2012).

En cuanto a la forma de transmisión de los parásitos, esta puede ser de forma directa a través de hospederos intermediarios o mediante vectores. Existen dos tipos de parásitos, los microparásitos que son generalmente organismos intracelulares como los virus, bacterias y protozoarios, los cuales se multiplican en el interior del hospedero, y los macroparásitos que viven sobre el cuerpo o en las cavidades corporales del hospedero como los helmintos y artrópodos, los cuales crecen sobre el hospedero, pero se multiplican fuera de éste (Salgado-Maldonado, 2009; Reboreda, 2017).

Dentro de los macroparásitos más abundantes en la naturaleza, se encuentra un conjunto de organismos muy diverso que son los helmintos (Begon *et al.*, 1999; Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001), estos gusanos viven dentro o fuera de sus hospederos, alimentándose de sus nutrientes o desechos (Guillén *et al.*, 2010). Los grupos de animales que se incluyen son: Platyhelminthes (Monogenea,



Digenea y Cestoda), Nematoda, Acantocephala y Annelida (Hirudinea). Dentro de la naturaleza, todos los vertebrados silvestres (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), son susceptibles a ser infectados por helmintos (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001).

Como ya se mencionó anteriormente, un grupo de helmintos son los nematodos, también llamados gusanos redondos, que incluye algunos de los animales multicelulares más abundantes de la naturaleza y de más amplia distribución. Las formas parasitarias muestran todos los grados de parasitismo y atacan virtualmente a todos los grupos de plantas y animales. La gran cantidad de especies que infestan las cosechas de productos alimenticios, animales domésticos e incluso el hombre, hacen de este grupo de animales, uno de los más importantes entre los grupos de animales parasitarios (Barnes, 1969).





Filo Nematoda

El grupo de los nematodos, incluye organismos generalmente dioicos (Figura 1), triploblásticos, protostomados, blastocelomados, con simetría bilateral y con cuerpo característicamente cilíndrico, cuyos miembros parasitan tanto vertebrados como invertebrados y plantas, además de que existen numerosas especies de vida libre (Hugot *et al.*, 2001). Su tamaño varía desde unos cuantos milímetros hasta más de 8 metros y se alojan prácticamente en cualquier órgano, aunque la mayoría se encuentran asociados al tubo digestivo y glándulas anexas (García-Prieto *et al.*, 2014).

Estos animales constituyen el segundo grupo con mayor riqueza específica como parásitos de vertebrados silvestres en México, donde se tiene un registro de 402 especies asociadas a vertebrados silvestres, reportando 166 especies en mamíferos, 95 especies en actinopterigios, 86 en reptiles, 64 en aves, 49 en anfibios y 4 en elasmobranquios (García-Prieto *et al.*, 2014).

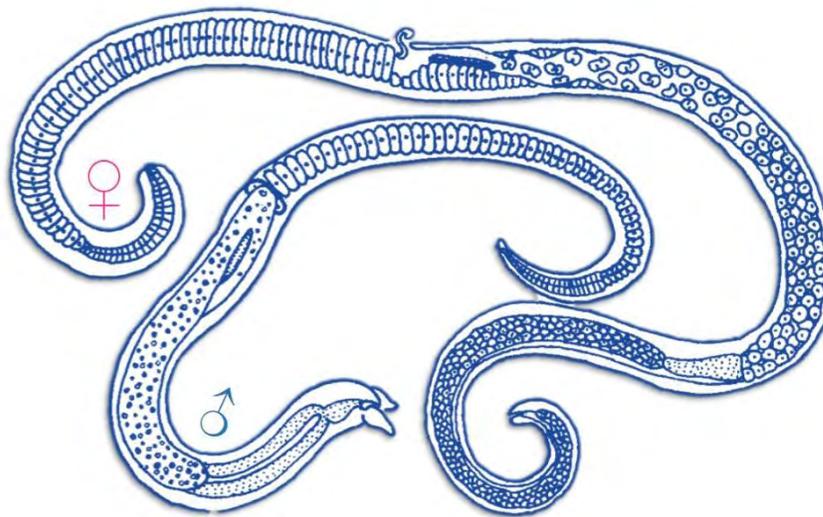


Figura 1. Hembra y macho del Filo Nematoda (Modificado de Biodidac, 1999).



Morfología externa

Los nematodos se caracterizan por tener cuerpo delgado y alargado, cuyos extremos se afilan gradualmente hasta su terminación, y este se puede dividir en dos regiones, la cefálica y la caudal (Barnes, 1969). El cuerpo está limitado por una cutícula quitinosa, la cual puede ser plana, estriada u ornamentada y puede presentar estructuras de interés taxonómico como cerdas, escudos, apéndices y alas (engrosamientos cuticulares). En el extremo posterior del cuerpo, las formas cuticulares que se presentan son alas caudales o bursa que es el crecimiento exagerado de las alas (Lamothe y García, 1988). La locomoción es realizada mediante contracciones musculares ondulatorias por la presencia única de músculo longitudinal. La boca se sitúa en el extremo anterior y se encuentra rodeada por labios y cerdas o papilas sensoriales. Los labios presentan en ocasiones, una serie de proyecciones cuticulares que fluctúan desde simples eminencias redondeadas, a ramificaciones complejas que llegan incluso a prolongaciones parecidas a plumas. Respecto a la diferenciación sexual, es que los machos presentan 3 poros distinguiéndose por la presencia de poro cloacal y espículas; en cuanto a la hembra, se caracteriza por la presencia de 4 poros distinguiéndose por presentar ano y vulva (Barnes, 1969).





Morfología interna

La epidermis es usualmente celular, pero puede ser sincitial. La capa muscular de la pared corporal está compuesta de fibras longitudinales dispuestas en bandas, por la presencia única de músculo longitudinal (Figura 2) (Brusca y Brusca, 2005).

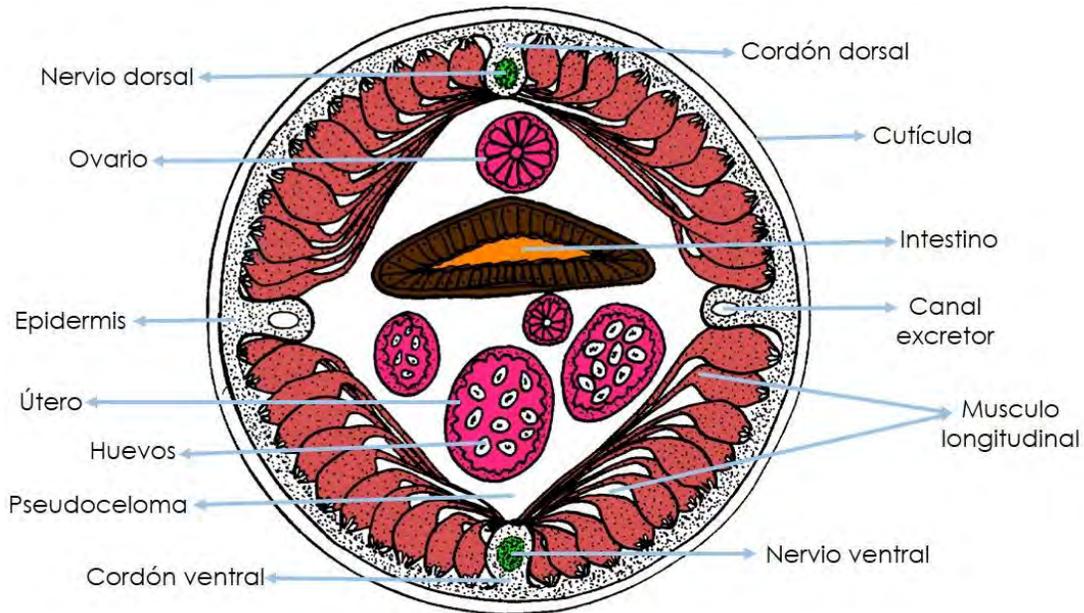


Figura 2. Morfología interna de nematodo (Modificado de Biodidac, 1994a).

El aparato digestivo es completo (Figura 3), el cual comienza en la parte anterior con la boca, posteriormente se encuentra una cavidad bucal recubierta de cutícula, y continúa la faringe que llega hasta el intestino, el cual está recubierto por una capa de células epiteliales y continúa con el recto, que es un tubo corto y aplanado recubierto de células y provisto generalmente de glándulas, en los machos, éste desemboca en la cloaca y en las hembras finaliza en el ano (Lamothe y García, 1988).

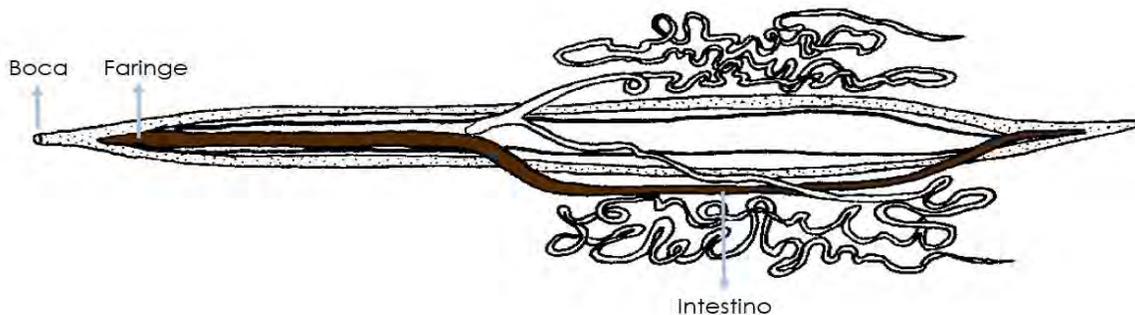


Figura 3. Aparato digestivo en nematodos (Modificado de Biodidac, 1994b).





El aparato excretor está constituido de túbulos o células glandulares (una o dos) llamadas “renetes” que recolectan los desechos del pseudoceloma para ser expulsados por medio del poro excretor (Brusca y Brusca, 2005; Cheng, 1978). A partir de ésta estructura glandular se cree que evolucionó a un sistema tubular especializado, en el cual disponen tres largos canales en forma de H. Los dos canales laterales están unidos por un canal transversal que conduce al poro excretor (Barnes, 1969), sin embargo, existen especies que carecen de sistema excretor y eliminan sus desechos a través de la cutícula y el ano (Cheng, 1978).

El sistema nervioso consta de un anillo nervioso circumesofágico, del cual parten seis nervios que se extienden anteriormente e inervan los órganos sensoriales cefálicos, los mecanorreceptores y los quimiorreceptores. En cuanto a los órganos sensoriales, pueden presentar anfidios en la parte anterior y fasmidios en la zona posterior, además de papilas cefálicas, caudales, cervicales, precloacales y anales; hemizonio y receptores internos (Barnes *et al.*, 2001; Schmidt y Roberts, 2005).

Los nematodos son regularmente organismos dioicos, con un marcado dimorfismo sexual, las glándulas genitales de ambos sexos son estructuras tubulares en la cavidad del cuerpo. El aparato reproductor del macho está formado en la mayoría de los nematodos por un solo testículo, y tiene una vesícula seminal que conduce al exterior, mediante un conducto eyaculador que abre al poro cloacal, usualmente las estructuras anexas con las que cuentan los machos son órganos copulatorios quitinosos conocidos como espículas (Hall, 1916). El aparato reproductor de la hembra puede poseer un ovario (monovarial) dos ovarios (diovarial) o varios ovarios (poliovarial) (Maggenti, 1981). Los ovarios se continúan con los oviductos ligeramente más anchos, y posteriormente continúan los úteros (Hall, 1916). De acuerdo con el número de úteros que presenten se dividen en monodelfas (un útero), didelfas (dos úteros), tetradelfas (cuatro úteros) y polidelfas (más de cuatro úteros) y respecto a la localización de los úteros se dividen en prodelfas (útero dirigido anteriormente), opistodelfas (útero dirigido posteriormente) y anfidelfas (úteros dirigidos tanto anterior como posterior) (Maggenti, 1981).



Ciclo de vida

Los nematodos pasan a lo largo de su desarrollo por 4 estadios larvarios y el adulto, cada uno separado por una muda de la cutícula. Cada estadio que precede al adulto se conoce como larvas y adquieren el nombre de primero, segundo, tercer y cuarto estadio. La larva del tercer estadio es generalmente la etapa infectiva para el hospedero definitivo, que regularmente es un vertebrado. Para completar su desarrollo, los estadios larvarios pueden requerir del paso por hospederos intermediarios que suelen ser invertebrados en las primeras etapas, denominando a este ciclo como heteroxeno o indirecto. En el ciclo de vida de los nematodos, la infección del hospedero definitivo se realiza por ingestión de la larva infectiva, contenida en el hospedero intermediario. También existen nematodos parásitos que no requieren de hospederos intermediarios para infectar al hospedero definitivo, por lo que su ciclo se conoce como monoxeno o directo donde la infección puede ocurrir por la penetración directa de la larva por la piel o por la ingestión de huevos o larvas, vía transplacentaria o mamaria. Una vez dentro del hospedero definitivo, el nematodo comienza a madurar y desarrolla los órganos reproductores y caracteres sexuales secundarios que le permiten reproducirse. En el caso de parásitos intestinales, los gusanos ya maduros, se aparean y las hembras empiezan a producir huevos que serán liberados al intestino del hospedero para ser finalmente expulsados al ambiente y repetirse el ciclo; sin embargo, en el transcurso del mismo, pueden surgir cambios en donde el parásito llegue a un hospedero inadecuado por canibalismo o depredación, o incluso intervenir un hospedero diferente (paraténicos), los cuales sirven únicamente como transporte del parásito ya que no existe desarrollo de la larva en ellos (Anderson, 2000).



Importancia de los nematodos parásitos

Los nematodos se han caracterizado por las distintas formas de vida parásita que presentan, siendo los parásitos de plantas más estudiados por los daños ocasionados a la agronomía, afectando cultivos de importancia económica como los de leguminosas, granos, yuca, coco, caña de azúcar, papa, hortalizas, entre otros (Sasser y Freckman, 1987; Agrios, 2005).

En cuanto a los animales silvestres, estos son portadores por naturaleza de un gran número de parásitos internos y externos (Figueiroa *et al.*, 2001). Entre las características de los hospederos que determinan la riqueza y abundancia de los helmintos, están el tamaño del cuerpo, el tipo de alimentación, la complejidad del hospedero, la complejidad del intestino y su longevidad (Kennedy *et al.*, 1986; Gregory *et al.*, 1996). Se ha generalizado, que entre más grande sea el hospedero, este ofrecerá un mayor número de sitios de alojamiento y que la complejidad y grado de diferenciación del intestino, como el de los mamíferos, influye en la variedad de sitios disponibles. De acuerdo con García-Prieto *et al.*, 2014, los mamíferos presentan la mayor riqueza de especies de nematodos asociadas, esto puede deberse a que la alta tasa metabólica de los mamíferos implica una mayor ingestión de alimento, aumentando la probabilidad de contagio; además si el hospedero ingiere una gama amplia de alimentos, estará expuesto a una gran variedad de presas y hospederos intermediarios, potenciando un amplio espectro de infecciones (Kennedy *et al.*, 1986; Vaughan, 1988; Gregory *et al.*, 1996).

Respecto a las helmintiasis del ganado bovino, destacan por su amplia distribución e importancia económica, las enfermedades ocasionadas por nematodos gastrointestinales. Estas enfermedades gastrointestinales son producidas por distintos géneros y especies de nematodos parásitos que atacan el intestino. Cuando el número de parásitos es elevado las tasas de morbilidad y mortalidad pueden ser altas, principalmente en animales jóvenes durante el primer año de pastoreo. Entre los rasgos observados están el retraso del crecimiento de terneros y la reducción de la producción láctea de las vacas. Aunque no es posible erradicar





los parásitos de las explotaciones ganaderas, las medidas de control deben favorecer a que los niveles de infección sean “tolerables” y que permitan a los animales desarrollar inmunidad frente a los parásitos sin afectar sus características productivas, sin embargo, es difícil definir con precisión el umbral óptimo de infección (Castro-Hermida *et al.*, 2007).

Otro campo ampliamente estudiado, es el médico, principalmente sobre aquellos nematodos causantes de zoonosis de gran impacto en la salud humana (Acosta, 2014), su importancia varía entre los países, de acuerdo con las tasas de prevalencia en seres humanos y animales, así como la posibilidad de controlarlas o erradicarlas (Naquira, 2010). Entre las enfermedades causadas por nematodos que afectan a los humanos se encuentran las oxiuriasis, ascariasis, tricocefalosis y anisakidosis (Werner, 2014).





Turgida turgida (= *Physaloptera turgida*) (= *Spiroptera turgida*) (= *Physaloptera didelphis*)

Una de las especies de nematodos con mayor registro en el estómago de tlacuaches para México es *Turgida turgida* (García-Prieto *et al.*, 2012), que es un parásito que cuenta con ciclo de vida indirecto, donde sus hospederos intermediarios son cucarachas, grillos y saltamontes. Lo que indica que la alimentación de este hospedero se basa en artrópodos (Acosta, 2014). Esta especie causa lesiones en forma de úlceras, las cuales pueden sufrir infecciones bacterianas. De acuerdo con Gray y Anderson (1982b), el tamaño de las úlceras se relaciona con el número de adultos presentes y el tiempo de infección del hospedero, estos nematodos; sin embargo, no se alimentan del tejido del hospedero, sino de la materia existente en el estómago, y solo se adhieren cuando no están alimentándose.

Clasificación taxonómica (Hodda, 2011)

Filo Nematoda Cobb, 1932

Clase Chromadorea Inglis, 1983

Orden Spirurida Railliet, 1914

Familia Physalopteridae (Railliet, 1839)

Turgida turgida (Rudolphi, 1819)



Características generales

De acuerdo con Matey *et al.* (2001), *T. turgida*, es un gusano largo con distinguido dimorfismo sexual, los machos miden de largo entre 13 y 32 mm, y la hembra mide entre 15 y 49 mm, la cutícula en la región cefálica presenta pliegues que dan aspecto de un collar, la región oral se encuentra rodeada por dos pseudolabios laterales y triangulares, cada uno compuesto por un diente externo en forma de pirámide, un diente interno compuesto de tres desiguales, un par de papilas y tres cuerpos esponjosos. La determinación taxonómica hasta especie se da por la superficie ventral de la cola del macho que se compone de 22 papilas en el siguiente orden: 4 pares de papilas externolaterales o pedunculadas, 3 papilas precloacales con un patrón triangular y 5 pares postcloacales de las cuales, el primer y segundo par se encuentran detrás de la cloaca, el tercer par es asimétrico, el cuarto y quinto par muestran un patrón trapezoidal y por último, la papila número 22 se encuentra entre el cuarto y quinto par de papilas postcloacales (Figura 4).

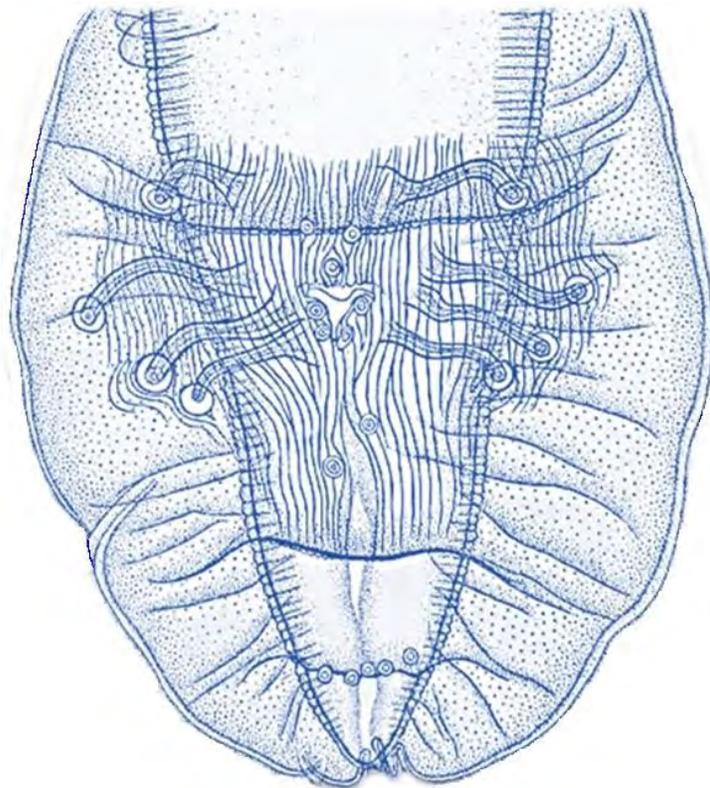


Figura 4. Disposición de las papilas caudales del macho de *T. turgida* (Modificado de Travassos, 1920).



Distribución

Actualmente los registros de *T. turgida* para *D. virginiana* en México se localizan en los estados de: Jalisco, Yucatán, Estado de México, (Monet-Mendoza *et al.*, 2005), Colima, Ciudad de México (antes Distrito Federal), Guerrero, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz (García-Prieto *et al.*, 2012) Campeche y Chiapas (Figura 5) (Acosta, 2014). En cuanto al registro de esta especie para el Estado de México, solo se tiene como antecedente en la localidad de Tequesquihuac realizado por Monet-Mendoza *et al.* en el 2005.



Figura 5. Mapa de los estados en los que se ha registrado a *T. turgida* asociado a *D. virginiana* en México basado en Monet-Mendoza *et al.*, 2005, García-Prieto *et al.*, 2012 y Acosta, 2014 (Modificado de INEGI, 2016).



Didelphis virginiana

Dentro de los hospederos con mayor número de registros nematológicos en México, se encuentra *Didelphis virginiana* llamada comúnmente tlacuache (García-Prieto *et al.*, 2014). Esta es una especie que se extiende desde el sureste de Canadá, hasta el Norte de Costa Rica (Ceballos y Galindo, 1984). En México, se distribuye en todo el país, excepto la Península de Baja California, el Altiplano y el desierto sonorense (Figura 7). Las características morfológicas que presenta son dos tipos de pelaje de cobertura: la región ventral blanca, amarillo o crema y la región dorsal grisácea o blancuzca, presenta orejas desnudas y negruzcas, en ocasiones con las puntas blancas, mejillas blancas, bigotes negros y blancos, y cola igual o más corta que el cuerpo (Figura 6) (Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015). Esta especie, es un mamífero marsupial de la Familia Didelphidae, con 17 especies de nematodos asociadas (Acosta, 2014).



Figura 6. *Didelphis virginiana* (Tomado de Fiona, 2009).



Figura 7. Mapa de distribución de *D. virginiana* (Tomado de Pérez-Hernández *et al.*, 2016).

Los tlacuaches del género *Didelphis* son mamíferos de talla mediana que se caracterizan por tener un marsupio bien desarrollado en las hembras (Gardner, 1970). Las medidas corporales de *D. virginiana* son de 530 a 600 mm y pesan de 300 a 450 g (Ceballos y Oliva, 2005).

D. virginiana presenta hábitos nocturnos, arborícolas y terrestres. Su periodo de mayor actividad es entre las 23:00 y 02:00 hrs (Ceballos y Galindo, 1984). Es considerado como un animal nómada y que permanece en un sitio entre seis meses y un año (Hunsaker y Shupe, 1977). Hacen sus madrigueras en gran diversidad de sitios como huecos de los árboles, debajo de troncos y piedras, y en hoyos excavados por otros animales, cubriendo el interior con hojas secas, zacates y hierbas (Ceballos y Galindo, 1984).



Los individuos alcanzan la madurez sexual entre los 6 y 8 meses y las hembras aparentemente tienen solos 2 años de actividad reproductiva, ya que muy pocos tlacuaches sobreviven más allá del tercer año de vida (Nowak, 1999). La estación de reproducción es larga ya que existen dos periodos de apareamiento al año. El primero se lleva a cabo en enero y febrero y el segundo ocurre en junio y julio, el periodo de gestación es de 11 a 13 días y el número de crías al nacer puede ser hasta de 21 crías (Ceballos y Galindo, 1984); sin embargo, el número promedio de crías es de 6.8 a 8.9 (McManus, 1974). Las crías al nacer miden 10-14 mm y pesan entre 0.13 y 0.16 g. Después del nacimiento migran al marsupio donde continúan su desarrollo fijándose de un pezón durante unos 50 días o más, y son independientes al cabo de 3 a 5 meses (Nowak, 1999).

Los tlacuaches son omnívoros y presentan un patrón altamente oportunista. Se alimentan de insectos, pequeños vertebrados, carroña y materia vegetal, preferentemente frutas y semillas de temporada (Emmons y Feer, 1997; Nowak, 1999). Dentro de los mamíferos, son considerados como buenos dispersores de semillas y como animales de importancia zoonótica (Coll, 1999). Una de las zoonosis causadas por nematodos es la gnatostomiasis, en donde los tlacuaches participan en el ciclo biológico de *Gnathostoma* como hospederos definitivos. Esta enfermedad produce en el humano alteraciones cutáneas, oftalmológicas, neurologías y viscerales. La gnatostomiasis es una zoonosis parasitaria endémica del Sureste de Asia, en cuanto a México, fue considerada durante mucho tiempo como rara y esporádica, sin embargo, diversos autores han reportado casos en varios estados del país (Vásquez *et al.*, 2006).

Los tlacuaches viven en una gran variedad de hábitats: matorral xerófilo, bosque tropical perennifolio y caducifolio, bosque de coníferas, bosque de pino-encino y selva (Cerqueira y Lemos, 2000) además de vivir cerca de ríos y arroyos, estéreos, pantanos y marismas, al igual que en zonas de matorral, tierras de cultivo y zonas suburbanas (Ceballos y Miranda, 1986; Medellín, 1992).



Un mecanismo de defensa que presentan los tlacuaches es la tanatosis, que se refiere a la capacidad de fingir estar muertos en situaciones de estrés, la cual aparentan frente a sus depredadores al dejar en reposo su cuerpo y así poder sobrevivir (Pasteur, 1982) para poder escapar (Villa y Cervantes, 2003).

Respecto a su estado de conservación, *D. virginiana* es una especie común y localmente abundante en ciertos hábitats (Reid, 1997) y no se encuentra en peligro de extinción (Ceballos y Oliva, 2005). De acuerdo con Pérez-Hernández *et al.* (2016), se encuentra en la categoría de bajo riesgo (LC) en la lista roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza); sin embargo, para México, este tlacuache no se encuentra en ninguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).





III. Antecedentes

En 1990 Ortiz *et al.* realizaron un estudio sobre la helmintofauna del tlacuache *D. virginiana* en los municipios de Cuernavaca y Tepoztlán, Morelos. Se colectaron 20 tlacuaches de los cuales 16 estaban parasitados por individuos de *T. turgida* localizados en estómago, intestino delgado, tráquea y cavidad peritoneal. Este es el primer estudio que involucra datos de prevalencia y abundancia de los helmintos, obteniendo para *T. turgida* una prevalencia de 75%.

En 1997 Cañeda realizó un estudio sobre los parásitos de tres especies de marsupiales (*D. marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander opossum*) de la estación “Los Tuxtlas” y algunas zonas cercanas de Veracruz. Se colectaron 10 tlacuaches de *D. virginiana* y en 5 se registró *T. turgida* asociada principalmente al estómago y algunas ocasiones en ciego y recto en las localidades de Playa Escondida y Ejido Lázaro Cárdenas. Además, se describen las infecciones registradas en cada hospedero con base en parámetros ecológicos de acuerdo con lo recomendado por Margolis *et al.*, 1982, reportando para *D. virginiana* los valores de prevalencia de 50%, abundancia media de 30.9, intensidad media de 61.8, e intervalo de intensidad de 7-176.

También en 1997 Escobar realizó un estudio sobre los helmintos gastrointestinales en el tlacuache *D. virginiana* del municipio de Cuernavaca, Morelos, México. Se colectaron 19 tlacuaches de los cuales 13 estaban parasitados por *T. turgida* pertenecientes a las localidades de Bugambillas, El Salto, Chamilpa, Universidad, Palmira y Lomas de Atzingo. Obtuvieron un total de 373 individuos de *T. turgida* localizados principalmente en el estómago (358), pero también en intestino delgado (15), además elaboraron parámetros ecológicos de acuerdo con lo recomendado por Margolis *et al.*, 1982 de prevalencia de 68.42%, intensidad media de 28.69 e intervalo de intensidad de 5-64.





En el 2000, Ortiz realizó un estudio sobre la fauna parasitaria de *D. virginiana* y su importancia zoonótica en el Oeste del Estado de Morelos. Colectaron 20 tlacuaches de los cuales 19 estaban parasitados por *T. turgida*, pertenecientes a las localidades de Camino de Coatetelco (Municipio de Miaatlán), Santa Teresa, Huerta del Campo, Huerta de San Antonio, Doblado de Michapa, Coyotla (Municipio de Coatlán del Río), Actopan y Cuautlita (Municipio de Tetecala). Obtuvieron un total de 447 individuos de *T. turgida* localizados en el estómago, además elaboraron parámetros ecológicos de acuerdo con lo recomendado por Margolis *et al*, 1982 de prevalencia de 95%, abundancia media de 22.35, intensidad media de 23.52 e intervalo de intensidad de 2-45.

En 2002 Monet realizó un estudio sobre los nematodos parásitos del tlacuache *D. virginiana* de dos localidades de Guerrero, México. Se colectaron 11 tlacuaches provenientes de San Pedro las Playas y Taxco el Viejo los cuales estaban parasitados por *T. turgida*, siendo un nuevo registro de la especie para el estado de Guerrero. Se obtuvieron 245 individuos de *T. turgida* localizados en el estómago. Este estudio no realiza parámetros ecológicos.

En 2005 Eslava realizó un estudio sobre los helmintos en la mastofauna silvestre de la Sierra de Montenegro, Morelos, México, colectando 2 tlacuaches de *D. virginiana*, y registrando a *T. turgida* únicamente en uno de los tlacuaches. Se obtuvieron 14 individuos de *T. turgida*. En este estudio no se realizaron parámetros ecológicos.

También en 2005 Monet-Mendoza *et al.*, realizaron un estudio sobre los helmintos de *D. virginiana* en México, además, de hacer una recopilación sobre los estudios realizados hasta el momento sobre los helmintos asociados al tlacuache, entre los que se localizó al nematodo *T. turgida*, en el estado de Colima, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Veracruz y Yucatán, además de elaborar los parámetros ecológicos de prevalencia, intensidad media e intervalo de intensidad de acuerdo con lo recomendado por Margolis *et al*, 1982. Para el Estado de México se obtuvieron los valores siguientes de prevalencia de 100%, intensidad media de 7 e intervalo de intensidad de 3-11.





En 2010 Pacheco realizó un estudio piloto de la frecuencia de parásitos en mamíferos ferales y silvestres en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Angel de la UNAM. Se colectaron 22 tlacuaches de *D. virginiana* de los cuales 18 estaban parasitados por *T. turgida*. Obtuvieron 1008 individuos de *T. turgida* localizados en el estómago, además, realizaron parámetros ecológicos de acuerdo con lo recomendado por Jaramillo y Martínez, 2010 de frecuencia de 81.8% y Bush *et al.*, 1997 de abundancia media de 45.8.

En 2012 García-Prieto *et al.* realizaron un Zootaxa de helmintos parásitos de mamíferos silvestres mexicanos: lista de especies, hospederos y distribución geográfica. En cuanto a *D. virginiana*, se reporta a *T. turgida* como una de las cinco especies de nematodos asociadas al estómago.

En 2014, Acosta realizó un estudio sobre los nematodos parásitos de *D. marsupialis*, *D. virginiana*, y *P. opossum* en México. Se colectaron 27 ejemplares de *D. virginiana* distribuidos en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Ciudad de México (antes Distrito Federal), Guanajuato, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, se obtuvieron y registraron siete especies de nematodos, de las cuales, 2 se localizaron en el estómago entre las que se encontraba *T. turgida* en los tlacuaches provenientes de localidades del estado de Campeche, Chiapas y Veracruz. Se colectaron 326 individuos de *T. turgida*. Con base a sus resultados, el registro de nematodos para *D. virginiana* incrementa a 17 especies asociadas. Este estudio no realizó parámetros ecológicos.





IV. Justificación

Parte de la importancia de los nematodos parásitos, es que son animales que afectan a la economía, debido a los daños ocasionados en la agricultura y la ganadería, además, son responsables de enfermedades transmitidas al hombre y animales silvestres o domésticos (Schmidt y Roberts, 1984). Estos organismos, representan el 4.8% de la diversidad de grupo de parásitos a nivel mundial (8359 especies, de acuerdo con Hugot *et al.*, 2001); sin embargo, como el resto de grupos de helmintos estudiados en México durante los últimos 80 años, la descripción de especies ha sido lenta y heterogénea en cuanto a grupos de hospederos y regiones geográficas (García-Prieto *et al.*, 2014), Dentro de las especies de vertebrados silvestres afectadas por parásitos se encuentra *D. virginiana*, que es un mamífero que ha logrado adaptarse a la alteración de su hábitat debido a las actividades humanas, tanto a nivel rural como urbano (Ruiz, 2010) lo que ha favorecido que extienda su área de distribución (Ceballos y Galindo, 1984). En cuanto a la importancia de estos mamíferos, es que llegan a ser portadores de una gran diversidad de agentes zoonóticos que pueden transmitirse al humano, ya que en ocasiones son utilizados como mascota (Potkay, 1977), además de que se utiliza su carne para el consumo humano, se le atribuyen propiedades curativas su cola (Ceballos y Galindo, 1984) y se producen jarabes naturales con su grasa.

D. virginiana es un hospedero con una amplia distribución en México y la cantidad de registros de sus nematodos en el país es amplia; sin embargo, el Estado de México presenta pocos estudios, por lo que es importante continuar con la elaboración de trabajos sobre los nematodos parásitos que alberga este marsupial ya que también cuenta con especies que pueden afectar al humano. Además, mediante el uso de parámetros ecológicos, se podrá describir la presencia de *T. turgida* en un lugar y en un tiempo determinado, lo cual es importante para conocer la parasitosis de *D. virginiana*, en el Estado de México ya que los registros de *T. turgida* para este estado son escasos.



V. Objetivos

Objetivo general

Realizar una descripción taxonómica de la especie *Turgida turgida* que parasita el estómago del tlacuache (*Didelphis virginiana*), además de conocer sus parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad, en la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México, a fin de contribuir a ampliar el conocimiento sobre su distribución en el país.

Objetivos particulares

- Determinar taxonómicamente los nematodos parásitos obtenidos del estómago de tlacuaches (*D. virginiana*) de la localidad “La Comunidad”, Jilotepec, Estado de México.
- Describir morfométricamente a *T. turgida* (adultos y larvas) asociada a *D. virginiana* de la localidad “La Comunidad”, Jilotepec, Estado de México.
- Contribuir a ampliar el conocimiento sobre la distribución de *T. turgida* en México.
- Determinar mediante los parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia media, intensidad media e intervalo de intensidad, la interacción entre *T. turgida* y *D. virginiana*.





VI. Área de estudio

La localidad “La Comunidad” se localiza en el municipio de Jilotepec, Estado de México, sus coordenadas geográficas son: 20°01'00.2"N, 99°34'42.8"W. El municipio de Jilotepec se sitúa al noroeste del Estado de México, al Norte colinda con el Estado de Hidalgo, al sur con el Municipio de Chapa de Mota, al oeste con Aculco y Timilpan, al noroeste con Soyaniquilpan y Polotitlán, y al suroeste con Villa del Carbón y Timilpan (Figura 7). En el municipio predominan los climas templados subhúmedos, con poca variación térmica, las temperaturas medias anuales oscilan entre los 14 ° y 16° al norte y este y entre 12° y 14° al oeste y sur. La vegetación dominante en el Municipio es el pastizal natural semiárido. Los pastizales naturales están conformados por gramíneas herbáceas. La vegetación en planicies se encuentra formada por pastizales y arbustos, alternados con maguey, nopal y capulín o tejocote que caracterizan a la región. Las zonas boscosas están pobladas de encinos, pinos, oyameles, cedros, y sabinos. En cuanto a la fauna, los animales silvestres que habitan en la región son: águila ardilla, armadillo, codorniz, conejo, coyote, gato montés, garza, liebre, onza, tejón, tuza, pato, tlacuache, zorro, zorrillo, zopilote, además de reptiles y anfibios como lagartija, rana, salamandra, sapo, camaleón, escorpión, culebra y víboras de cascabel (Castillo, 2013).

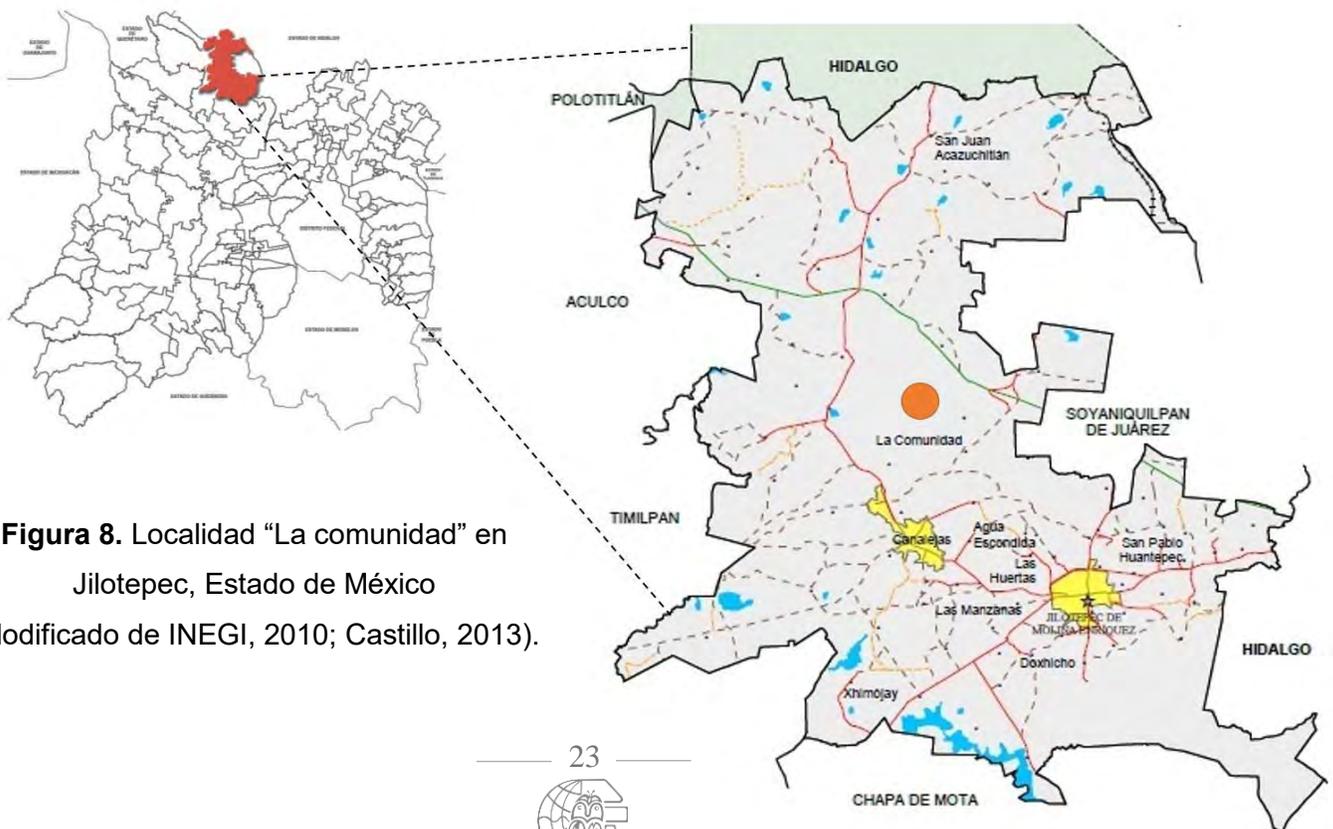


Figura 8. Localidad “La comunidad” en Jilotepec, Estado de México (Modificado de INEGI, 2010; Castillo, 2013).





VII. Materiales y Método

Obtención de hospederos

Los ejemplares de tlacuache (*D. virginiana*) fueron colectados y aportados por habitantes de la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México los días 20 y 30 de enero, 10 de octubre, 20 y 27 de noviembre de 2017.

Obtención de nematodos parásitos

Trabajo de laboratorio. Los ejemplares de *D. virginiana* se transportaron al laboratorio de Zoología de la FES-I UNAM para su sacrificio por asfixia mediante sobredosis de cloroformo (Monet, 2002), después se examinaron visualmente, y se realizó un registro fotográfico para su posterior determinación taxonómica realizada con la guía para identificar mamíferos de México de Alvarez-Castañeda *et al.* (2015) (Figura 8), posteriormente se realizó un estudio parasitológico, según lo recomendado por Redonda (2014) revisando cuidadosamente el estómago, para así obtener ejemplares del Filo Nematoda (Figura 9), que fueron examinados *in vivo* colocándolos en solución salina, observándolos en microscopio estereoscópico (MOTIC SMZ-171).



Figura 9. A) Sacrificio de tlacuache por asfixia **B)** Guía para identificar mamíferos de México de Alvarez-Castañeda *et al.* (2015) utilizada para la determinación taxonómica del tlacuache



Figura 10. A) Disección del tlacuache **B)** Revisión del estómago para obtención de nematodos

La fijación de los nematodos se llevó a cabo con alcohol en ebullición y se conservaron en alcohol etílico al 70% frío, colocándolos en frascos viales con la etiqueta correspondiente con los siguientes datos: nombre del hospedero, sexo del hospedero, órgano y cantidad de parásitos; posteriormente, se hicieron observaciones con microscopio óptico (MOTIC B1 ADVANCED SERIES) ajustando una cámara digital (DIGITAL CAMERA SXY-190), se aclararon con lactofenol de Aman y glicerina y alcohol al 70% en una concentración de 50:50 o 30:70 (Figura 10), según las características de la cutícula del nematodo (Lamothe, 1997), por último, se llevó a cabo su montaje en preparaciones semipermanentes con los aclarantes, para observar las estructuras de valor taxonómico y así poder tomar las medidas, las cuales se muestran en milímetros (Pritchard y Kruse, 1982), además de tomar fotografías a través del software S-VIEWER.

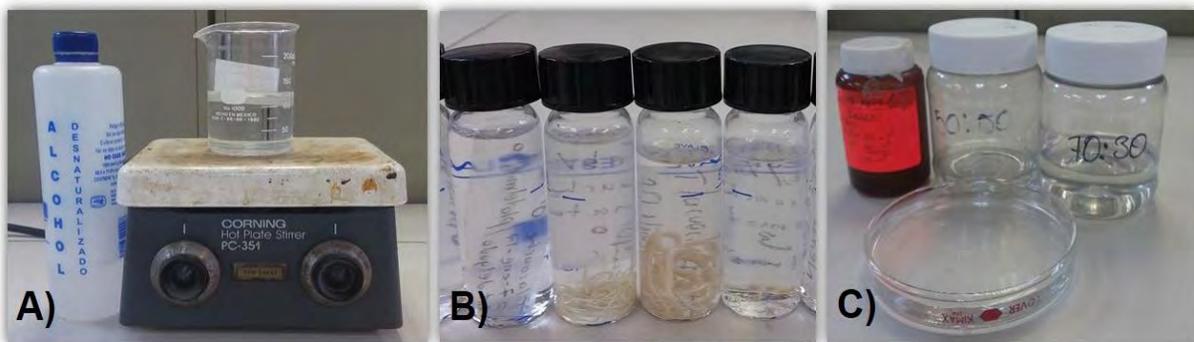


Figura 11. A) Método de fijación. **B)** Método de conservación. **C)** Método de aclaramiento



Determinación taxonómica

Para la determinación de los nematodos se utilizaron las claves especializadas para nematodos parásitos de vertebrados de Anderson *et al.* (2009) y Gibbons (2010) (Figura 12) además de bibliografía especializada como la de Gray y Anderson (1982a, b) y Matey *et al.* (2001).

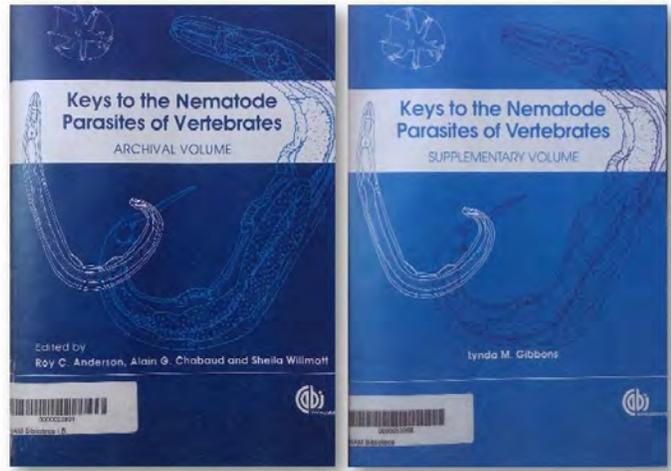


Figura 12. Claves especializadas para la determinación de nematodos parásitos de vertebrados.

Elaboración de parámetros ecológicos

Los parámetros ecológicos a nivel de población, se llevaron a cabo según lo recomendado por Bush *et al.* (1997), que incluye prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad, los cuales se definen a continuación:

- **Prevalencia:** Es el porcentaje de hospederos parasitados por una especie particular de parásito.
- **Abundancia media:** Promedio de individuos de una especie particular de parásito en una muestra de hospederos.
- **Intensidad media:** Promedio de individuos de una especie particular de parásito en la muestra de hospederos parasitados.
- **Intervalo de intensidad:** Número mínimo y máximo de individuos de una especie particular de parásito en la muestra de hospederos parasitados.



VIII. Resultados

Registro de hospederos

Se obtuvieron un total de 7 ejemplares de *D. virginiana*, siendo 5 machos y 2 hembras, todos en su etapa adulta.

Registros de nematodos parásitos en *D. virginiana*

De los 7 estómagos de tlacuache revisados, se localizaron nematodos parásitos en 6 de ellos, obteniendo un total de 192 ejemplares (Tabla 1). Los cuales se separaron en adultos (machos y hembras) y larvas por hospedero, obteniendo el número de individuos y el porcentaje por cada uno (Tabla 2).

Tabla 1. Número de individuos de nematodos localizados en los estómagos de cada uno de los hospederos diseccionados.

Número y sexo del Hospedero	Número de individuos
H01 ♂	0
H02 ♀	24
H03 ♂	5
H04 ♂	45
H05 ♀	82
H06 ♂	11
H07 ♂	27
Total	192





Tabla 2. Número de individuos y porcentaje de machos, hembras y larvas de cada uno de los hospederos diseccionados.

Número de Hospedero	Número de machos adultos	Numero de hembras adultas	Número de larvas	Total
H01	0	0	0	0
H02	2 (8.30%)	8 (33.30%)	14 (41.60%)	24
H03	1 (20%)	0	4 (80%)	5
H04	26 (57.70 %)	16 (35.50%)	3 (6.60%)	45
H05	6 (7.31%)	6(7.31%)	70(8 5.37%)	82
H06	3 (27.27%)	7 (63.63%)	1 (9.09%)	11
H07	8 (29.66%)	5 (18.52%)	14 (51.85%)	27
Total	46 (23.96%)	41 (21.35%)	105 (54.69%)	192





Determinación taxonómica de *T. turgida*

Los 192 nematodos parásitos encontrados en el estómago fueron determinados como la especie *T. turgida*, tanto en su etapa adulta (machos y hembras) como larvas.

Descripción taxonómica de *T. turgida*

T. turgida es un gusano largo, blanquecino, generalmente grande y robusto, la región cefálica en machos y hembras se estrecha gradualmente. La apertura oral está rodeada lateralmente por 2 labios simétricos o pseudolabios (Figura 13), compuestos por tres labios fusionados que se aplanan en la parte interna. Además, presenta un collar cefálico formado por pliegue de cutícula finamente estriado y dilatado que cubre el cuerpo del gusano (Figura 13). Los labios poseen estructuras sensoriales como anfidios, papilas y áreas parecidas a esponjas. Cada labio tiene un anfidio en la parte central de la superficie externo lateral (Figura 14B) y 2 papilas prominentes simétricas ubicadas ventrolateralmente del anfidio (Figura 14A, B). La parte convexa de cada labio tiene 3 áreas esponjosas dispuestas en una fila triangular (Figura 14B).

El área central de la superficie plana interna de cada labio, está formada por dientes externolaterales e internolaterales que sirve para la adhesión del gusano a la pared del estómago. El diente externo es grande y tiene forma de pirámide. El diente interno se compone de 3 desiguales, parcialmente fusionados con puntas afiladas y un surco vertical ventral, donde el diente central es más largo que los 2 dientes sublaterales (Figura 14A).



Características de la hembra

Las hembras midieron 32.48 ± 10.05 de longitud total por 0.99 ± 0.44 de anchura máxima (Tabla 3), presentan la vulva en la parte media anterior del cuerpo. La cola es cónica y redondeada en su extremo (Figura 15A), tiene una abertura anal en forma de media luna (Figura 15A) y entre el ano y el extremo posterior se encuentran un par de fasmidios, además de presentar estriaciones musculares en el ano y más de 4 úteros que es una característica diagnóstica para el género.

La vulva se ubica en la primera mitad del cuerpo y se comunica con la vagina musculosa en forma de saco dirigida posteriormente (Figura 15B), de la cual, se desprenden de 7 a 9 ramas uterinas que en la mayoría de los casos contienen gran cantidad de huevos ovaes de doble cubierta (Figura 15C, D) que midieron 0.0340 ± 0.0048 de longitud total por 0.0179 ± 0.0024 de anchura máxima (Tabla 3).

Características del macho

Los machos midieron 24.71 ± 7.14 de longitud total por 0.91 ± 0.24 de anchura máxima (Tabla 3), la cola está curvada y la cloaca está en su parte anterior junto con el ala caudal desarrollada (Figura 16A). La cutícula dilatada forma un pliegue anterior transversal que separa la cola del resto del cuerpo. La superficie ventral de la cola tiene 22 papilas caudales que se compone de cuatro pares de papilas externolaterales, o pedunculadas (Figura 16B), que se asocian con el ala caudal y se distribuyen a lo largo de la cola. La disposición de las 18 papilas sésiles es estándar para Physalopteridae. 3 papilas precloacales agrupadas en un patrón triangular (Figura 16C). Entre 5 pares de papilas postcloacales, el primer y el segundo par se localizan detrás de la cloaca en una línea transversal (Figura 16D), el tercer par es asimétrico (Figura 16B, 17A). Dos fasmidios se localizan delante del cuarto par de papilas (Figura 17B). El cuarto y quinto par muestran un patrón de distribución trapezoidal (Figura 17B, C) por último, la papila número 22 se encuentra entre el cuarto y quinto par de papilas postcloacales (Figura 17B, C). Además presenta 2 espículas que se extienden desde el orificio cloacal (Figura 17D).



Características de la larva

Las etapas larvales de *T. turgida* asociadas a *D. virginiana* tuvieron una longitud total de 9.38 ± 4.49 y 0.43 ± 0.14 de anchura máxima (Tabla 3). Las hembras son más largas y anchas que los machos, la región cefálica y la cola tienen una doble cutícula definida. El sistema reproductivo de la hembra comienza a diferenciarse en vulva, vagina y útero (Figura 18A). El final de la cola del macho tiene algunas papilas en desarrollo (Figura 18B) fasmidios y espículas.



Figura 13. Región cefálica de *T. turgida*. **Ps** Labios simétricos o pseudolabios.
Cc collar cefálico.



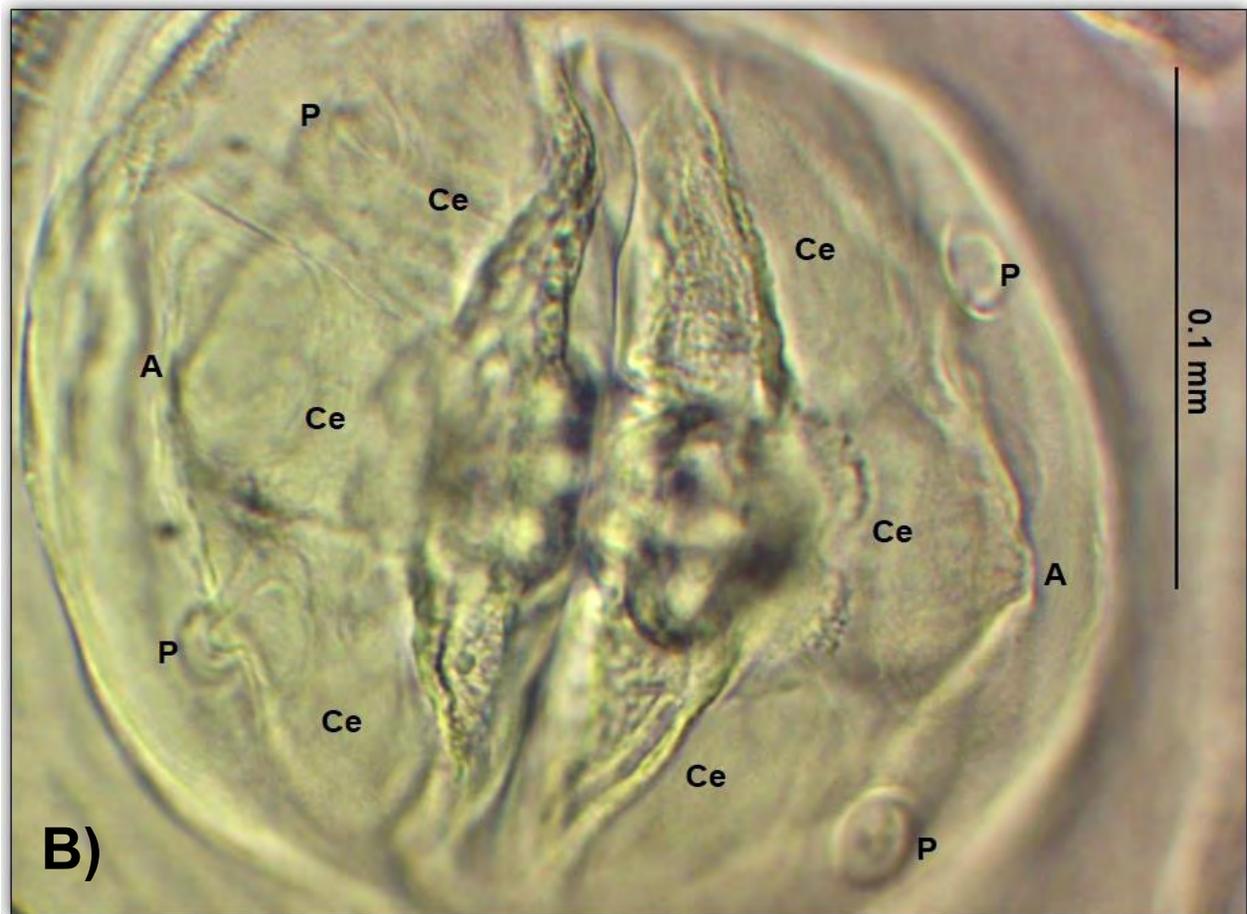
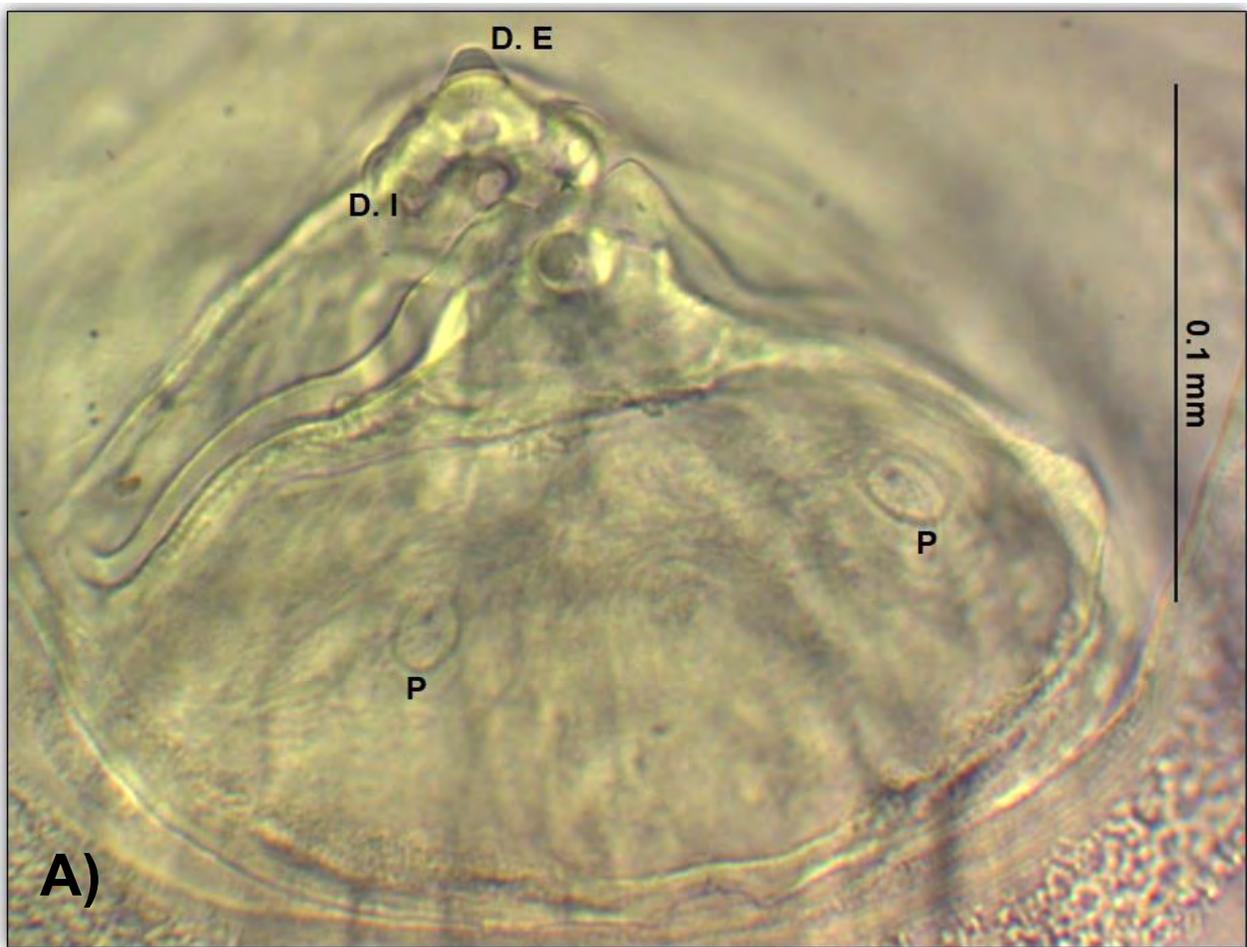


Figura 14. Características de la región cefálica de *T. turgida*. **A)** D. E diente externo; D.I diente interno, P papilas. **B)** A anfidios; Ce cuerpos esponjosos

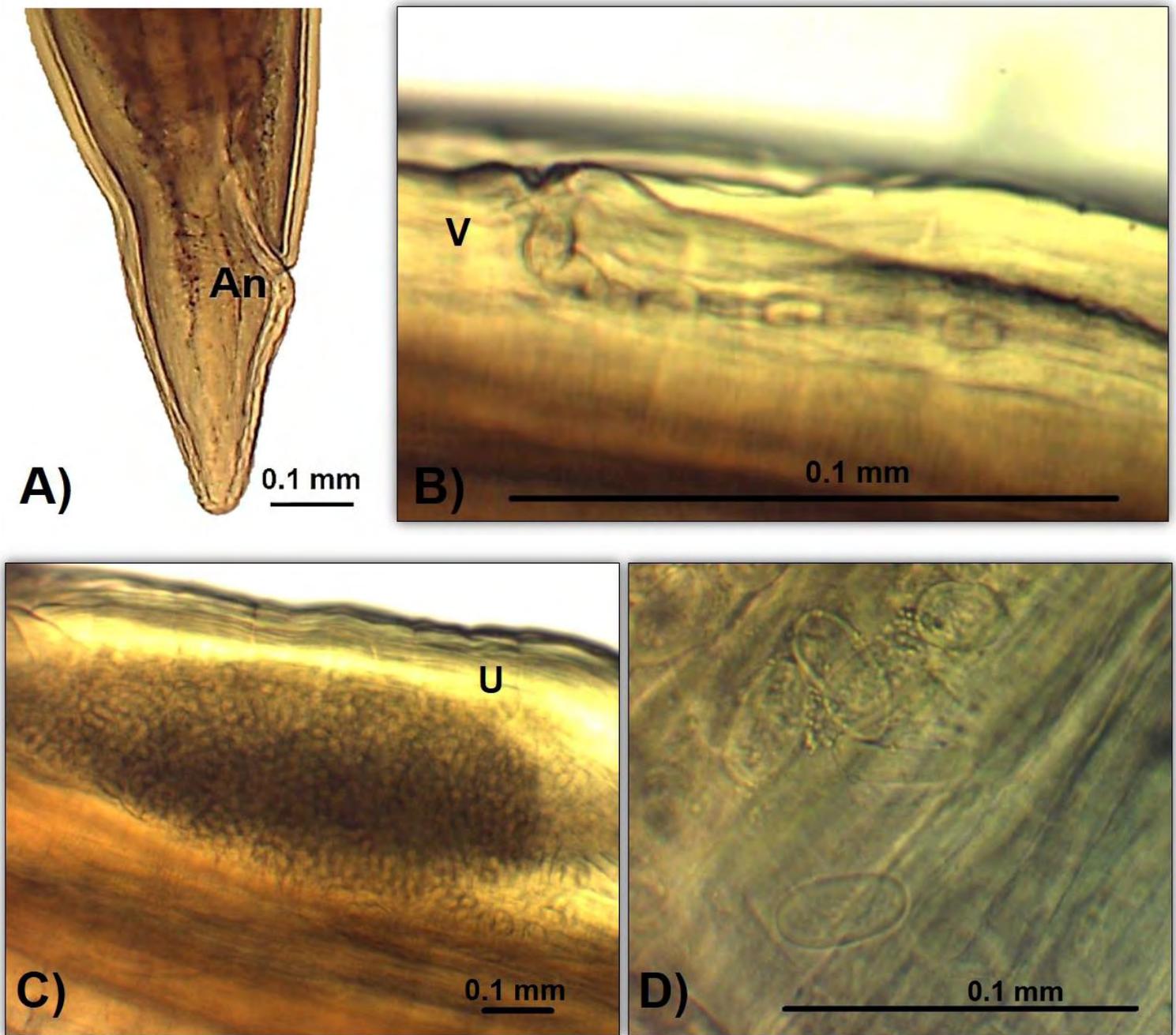


Figura 15. **A)** Cola de la hembra de *T. turgida*. **An** Abertura anal. **B)** **V** Vulva de la hembra. **C)** **U** Útero con huevos. **D)** Huevos ovales con doble cubierta



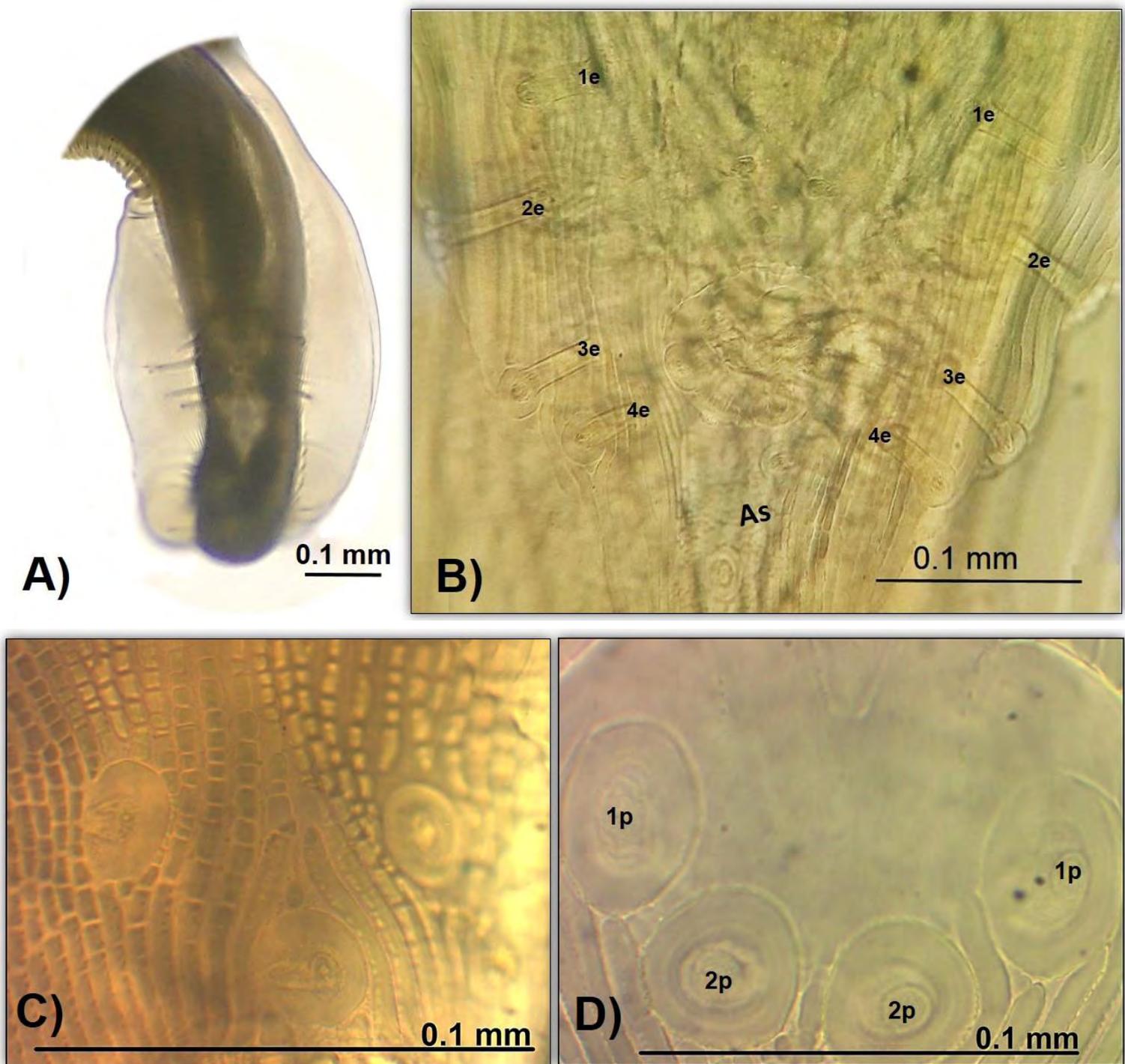


Figura 16. A) Ala caudal desarrollada del macho de *T. turgida*. **B)** Cuatro pares de papilas externolaterales o pedunculadas (**1e** primer par, **2e** segundo par, **3e** tercer par, **4e** cuarto par), **As** tercer par de papilas postcloacales asimétricas. **C)** Tres papilas precloacales agrupadas en un patrón triangular. **D)** **1p**, **2p** primer y segundo par de papilas postcloacales.



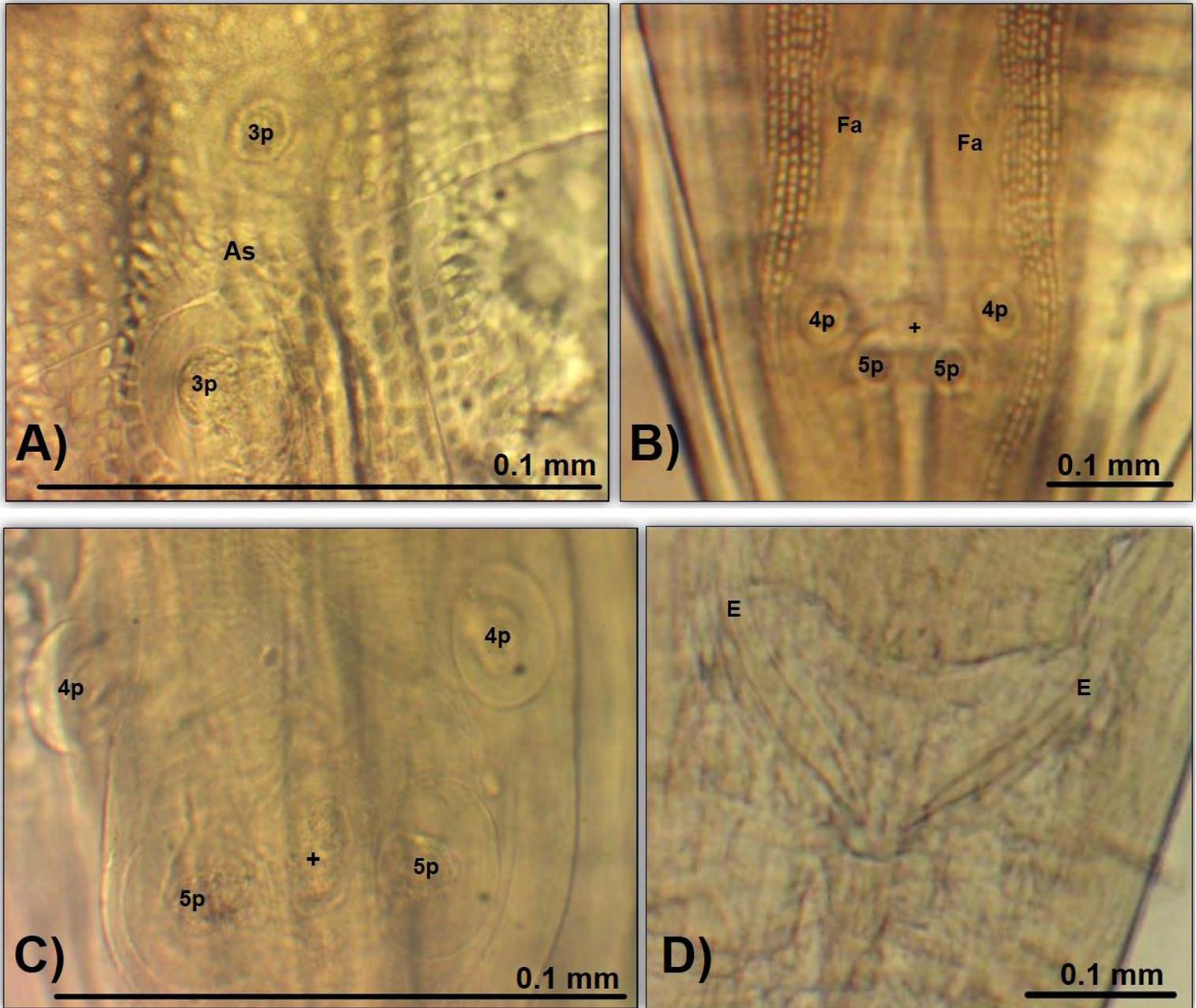


Figura 17. A) As-3pTercer par de papilas postcloacales asimétricas **B) Fa** fasmidios; **4p** y **5p** cuarto y quinto par de papilas postcloacales con un patrón de distribución trapezoidal; **+** papila número 22. **C) 4p** y **5p** cuarto y quinto par de papilas postcloacales con un patrón de distribución trapezoidal; **+** papila número 22. **D) E** Espículas



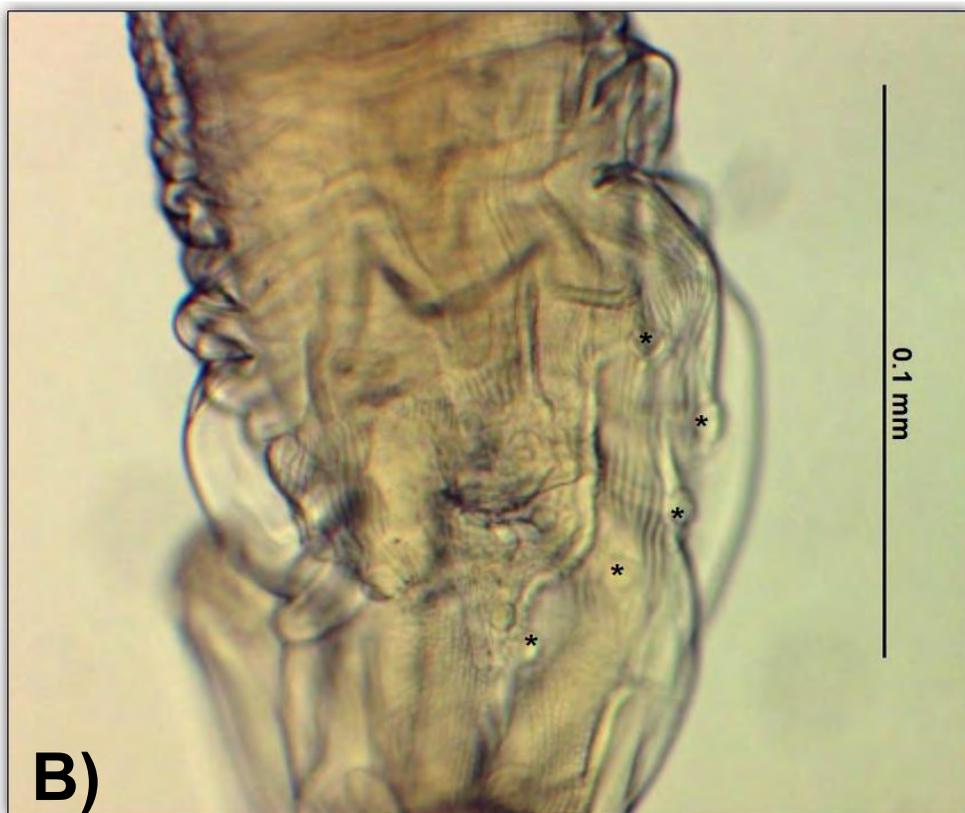
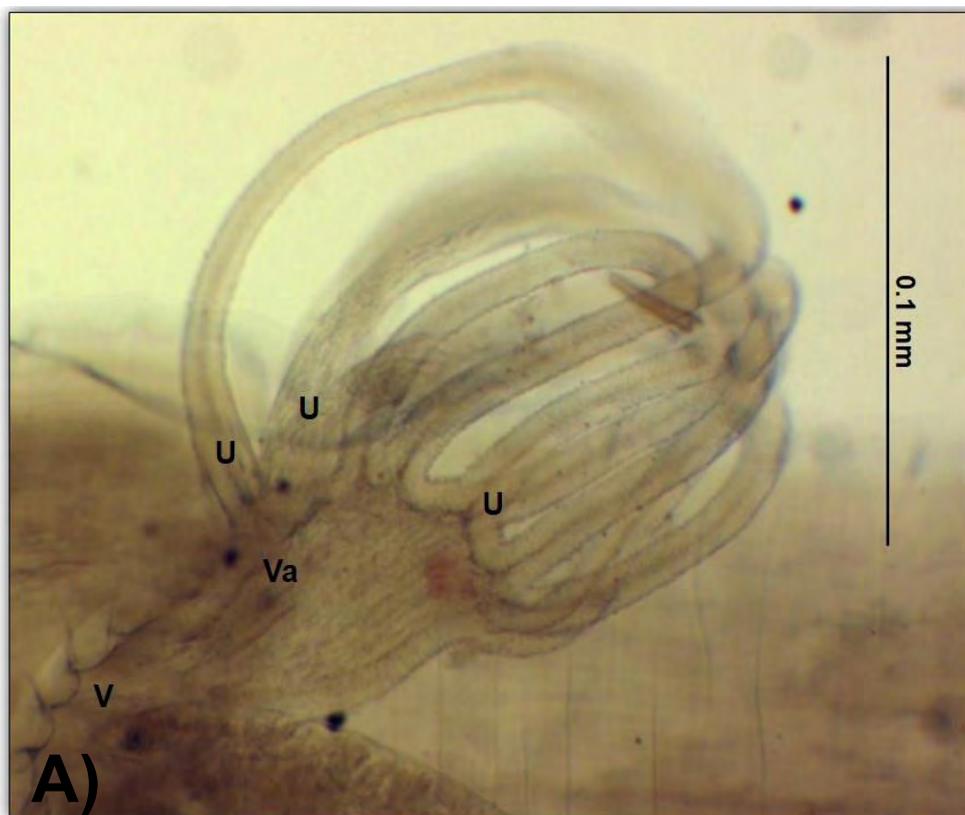


Figura 18. A) Sistema reproductivo de la hembra en desarrollo **V** vulva; **Va** Vagina; **U** útero.
B) Final de la cola del macho en desarrollo * papilas caudales en desarrollo





Datos morfométricos

Se obtuvieron los datos morfométricos de machos, hembras y sus huevos y las larvas de *T. turgida*, logrando observar que las hembras fueron más largas y anchas que los machos.

Tabla 3. Datos morfométricos de machos, hembras y sus huevos y larvas de *T. turgida*

	Longitud total	Anchura máxima
Machos Adultos	24.71 ± 7.14	0.91 ± 0.24
Hembras Adultas	32.48 ± 10.05	0.99 ± 0.44
Huevos	0.0340 ± 0.0048	0.0179 ± 0.0024
Larvas	9.38 ± 4.49	0.43 ± 0.14

Parámetros ecológicos

Se elaboraron los parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia media, intensidad media e intervalo de intensidad al total de individuos, como a las larvas y machos y hembras adultos por separado. Encontrando que la prevalencia de *T. turgida* fue alta en este estudio, además de que los individuos en el estadio de larva, presentaron valores altos de prevalencia, abundancia media, intensidad media e intervalo de intensidad.

Tabla 4. Parámetros ecológicos del número total de individuos, machos y hembras adultos y larvas

	Prevalencia	Abundancia media	Intensidad media	Intervalo de intensidad
Machos Adultos	85.71%	6.57	7.66	1-26
Hembras Adultas	71.42%	6.0	8.4	5-16
Larvas	85.71%	15.14	17.66	1-70
Total de Individuos	85.71%	27.71	32.22	5-82





IX. Discusión

El estudio de las parasitosis se basa en el análisis de la biología tanto de los hospederos como de los parásitos, puesto que el parasitismo puede modificar el comportamiento de los hospederos (Dobson *et al.*, 2009).

En cuanto a los estudios coevolutivos, se sustentan en disciplinas básicas como la sistemática, la taxonomía y la ecología de los parásitos, comenzando por el establecimiento de listados taxonómicos que permiten evaluar cuáles son las especies que están presentes en los hospederos y en donde se están distribuyendo. En cuanto a los estudios sobre los nematodos parásitos de tlacuaches en México, permite establecer los taxa que los están parasitando y así reconocer como se está llevando la interacción entre los marsupiales y sus nematodos (Acosta, 2014).

Desde del año 1958 y hasta el 2001 únicamente se tenían registradas para México 11 especies de nematodos asociadas a *D. virginiana* (Monet-Mendoza *et al.*, 2005), y en el año 2014, de acuerdo con García-Prieto *et al.* los nematodos constituyen el segundo grupo con mayor riqueza específica como parásitos de vertebrados silvestres de México, contando con un registro de 402 especies asociadas, siendo *D. virginiana* uno de los hospederos con mayor registro nematológico y hasta ese momento mostraba un registro de 16 especies asociadas; sin embargo, en ese mismo año, Acosta aportó con su estudio, el ascenso a 17 especies asociadas para este marsupial.

Con respecto a la localización de las especies nematodos, estas se encuentran adheridas a diversos órganos del tlacuache, como son: el intestino, ciego, hígado, esófago y estómago (Monet-Mendoza *et al.*, 2005). El estómago, este es un órgano que tiene un reporte de cinco especies asociadas a *D. virginiana* que son: *Didelphonema longispiculata*, *Gnathostoma sp.*, *Gnathostoma turgidum*, *Gongylonema mexicanum* y *Turgida turgida* (García-Prieto *et al.*, 2012), siendo *T. turgida* una de las especies con mayor distribución, además de alcanzar niveles





altos de prevalencia y abundancia media en estudios realizados en los estados de Colima, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Veracruz y Yucatán (Monet-Mendoza *et al.*, 2005).

T. turgida de acuerdo con diversos estudios, se encuentra distribuido en 46 localidades pertenecientes a varios estados del país como en Campeche, Chiapas, Colima, Ciudad de México (antes Distrito Federal), Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca y Veracruz (Tabla 7); sin embargo, en cuanto al registro de *T. turgida* para el Estado de México, solo se tiene como antecedente el estudio realizado por Monet-Mendoza *et al.* (2005), en la localidad de Tequesquinahuac (Tabla 5) por lo tanto, con el presente estudio, se contribuye a ampliar el conocimiento sobre la distribución de *T. turgida* asociado a *D. virginiana*, siendo el segundo registro de este parásito para el Estado de México, además mediante el uso de parámetros ecológicos se pudo describir la interacción entre éste parásito y *D. virginiana* en la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México.

Por lo tanto, con base a la literatura consultada y con los resultados de este trabajo, se confirma que *T. turgida* forma parte de la fauna típica del tlacuache *D. virginiana*, ya que de acuerdo con Acosta, 2014 al ser este tlacuache el que presenta la mayor riqueza de nematodos asociados, las especies que lo parasitan se pueden localizar en gran parte del país ya que este marsupial es la especie más abundante y la mayor distribuida en México.

De acuerdo con Cheng (1978) la distribución de una especie de parásito no se relaciona únicamente a la amplia distribución que tenga el hospedero definitivo, especialmente si se involucran hospederos intermediarios, si estos, están ausentes en un área geográfica, aun cuando el hospedador definitivo este parasitado, la infección desaparecería, ya que no es posible completar el ciclo vital, debido a esto, la subsistencia de *T. turgida* al contar con un ciclo de vida indirecto, depende de la existencia de todos sus hospederos intermediarios, que son artrópodos, lo cual



indica que estos organismos, están jugando un papel clave en el establecimiento de varias especies de nematodos en *D. virginiana* para completar sus ciclos de vida, además, la presencia de estos parásitos sirven como referente para inferir que la gran parte de la dieta de este tlacuache está basada en la ingesta de artrópodos, los cuales pueden ser: *Blatella germanica*, *Tribolium confusum*, *Acheta assimilliiis* y *Melanoplus femurrubrum* (Acosta, 2014). Otro de los factores que pueden intervenir para que estos mamíferos adquieran las diferentes especies de parásitos son el tamaño del cuerpo, la conducta, el desplazamiento, las relaciones con otras especies y la defecación (Freeland, 1983) o incluso por vía directa entre tlacuaches por canibalismo o ingestión de vómito (Gray y Anderson, 1982a).

Como ya se mencionó anteriormente *T. turgida* cuenta con un ciclo de vida indirecto, y diversos estudios han permitido elucidar el desarrollo de este nematodo. De acuerdo con Anderson, 2000 (citado en Monet, 2002) el ciclo inicia cuando el insecto ingiere los huevos del parásito, de los cuales, emerge una larva del primer estadio que invade la pared intestinal y se enquistada formando una cápsula, pocos días después de la infección (de cinco a 10 días después dependiendo la temperatura) ocurre la primera muda y más tarde la segunda, dando lugar a la larva del tercer estadio que es la etapa infectiva del parásito para el tlacuache. Una vez que el insecto infectado con la larva del tercer estadio es ingerido por *D. virginiana*, la larva se une a la mucosa gástrica y sufre dos mudas más. De acuerdo con Gray y Anderson, 1982a (citado en Monet, 2002) la tercer muda ocurre 15 días después de la inoculación y la cuarta a los 35 días. Es el hospedero definitivo donde el nematodo madura sexualmente y empieza a producir huevos que serán liberados al ambiente por medio de las heces para así cerrarse el ciclo. Estos gusanos podrían estar infectando a su hospedero por lo menos durante 360 días, que es el tiempo estimado de sobrevivencia. Con base a esta información, en el presente estudio se hizo una propuesta de esquema, para ilustrar el ciclo de vida de *T. turgida* (Figura 19). Además, de acuerdo con Olsen, 1986 *Physaloptera turgida* desarrolla el tercer estadio larvario en *Blatella germanica*, escarabajos de tierra y tijerillas. La larva no se desarrolla en adulto en perros, gatos, puercos, ni pollos; sin embargo, puede





encapsularse en las paredes del estómago de ratas, lo que indicaría su rol como hospederos paraténicos.

Tabla 5. Registros previos para *T. turgida* asociada a *D. virginiana* en México, además de añadir la nueva localidad con la que contribuye este estudio

Estado	Localidad	Referencia
Campeche	Escárcega	Acosta,2014
Chiapas	Tapachula	Acosta,2014
Colima	Colima	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Comala	
	Dos Amates	
	La Barragana	
	Madrid	
	La Esperanza	Lamothe , 1981 Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Ciudad de México	Reserva Ecológica del Pedregal de San Angel (REPSA)	Pacheco, 2010
Estado de México	Tequesquihuac	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	La Comunidad	(Este estudio)
Guerrero	San Pedro Las Playas	Monet, 2002
	Taxco el Viejo	
	Coyuquilla	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Laguna de Tres Palos	
	Taxco El Viejo	
	Carretera Coyuquilla-Zihuatanejo	García-Prieto <i>et al.</i> , 2012
Jalisco	Autlán-Melaque	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Michoacán	El Ortigal	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Morelos	Bugambilias	Escobar, 1997
	El Salto	
	Chamilpa	
	Universidad	
	Palmira	
	Lomas de Atzingo	
	Camino de Coatetelco	Ortiz, 2002
	Santa Teresa	
	Huerta del Campo	
	Huerta de San Antonio	
	Doblado de Michapa	
	Cocoyotla	
	Actopan	
	Cuautlita	Ortiz (1990,2000) Eslava,2005
	Reserva Estatal Sierra de Monte Negro	



Nayarit	Peñitas	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Nuevo León	Marín	Colección Nacional de Helmintos (CNHE)
Oaxaca	Mixtequilla	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Nizanda	
	Temascal	
Veracruz	Ejido Lázaro Cárdenas	Cañeda, 1997
		Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Laguna Escondida	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Las Cabañas	
	Los Tuxtlas	
	Playa Escondida	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Tlacotalpan	Cañeda, 1997,
	Los Tuxtlas	Acosta, 2014
Los Tuxtlas	Acosta, 2014	
Yucatán	Mérida	Monet- Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Estado	Localidad	Referencia

de Catálogo CNHE: 9018,9019, 9020, 9021, 9022, 9023, 9025, 9026, 9027, 9028, 9029, 9030, 9031, 9032, 9033, 9034, 9035, 9036 (citado en Acosta, 2014).



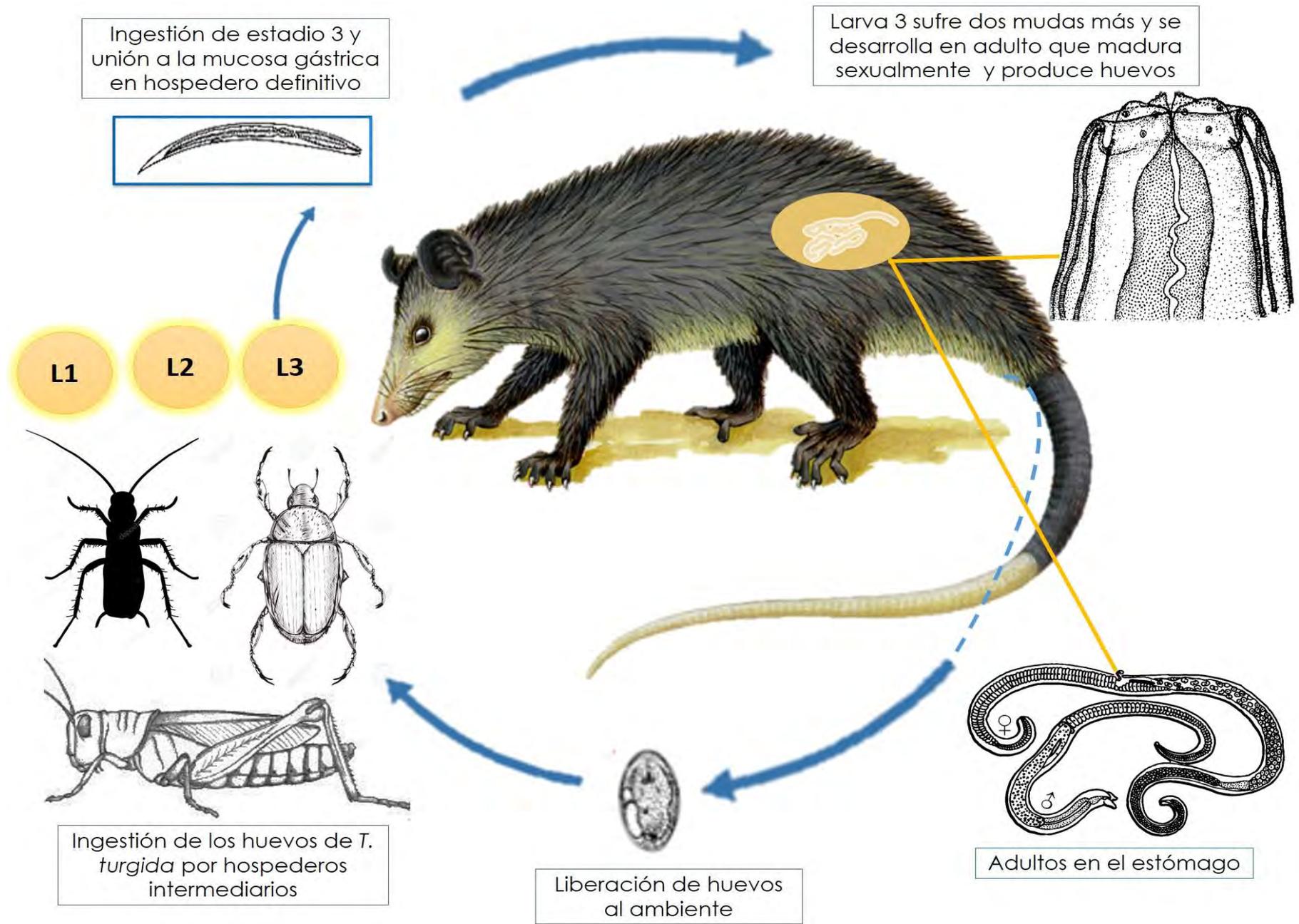


Figura 19. Ciclo de vida de *T. turgida* basado en Gray y Anderson, 1982a y Anderson (2000).



Respecto a la determinación y descripción taxonómica de *T. turgida* asociada al estómago de *D. virginiana* en la localidad “La comunidad” Jilotepec, Estado de México, se llevó a cabo mediante la observación a través de microscopio óptico de las características morfológicas en el macho, las cuales coinciden con los presentados por Cañeda (1997), Matey *et al.* (2001), Monet (2002) y Acosta (2014). Las características consideradas para su identificación son:

- Presencia de dos labios simétricos o pseudolabios (Figura 13), cada uno con tres dientes internos desiguales, parcialmente fusionados, un diente externo largo en forma de pirámide (Figura 14A), un anfidio en la parte central del labio, dos papilas prominentes simétricas localizadas lateroventralmente con respecto al anfidio y localizadas dentro de una depresión (Figura 14, B).
- Presencia de tres áreas esponjosas en la parte convexa de cada labio y de dos áreas en la parte interna de cada labio (Figura 14B).
- Presencia de un collar cefálico (Figura 13).
- Presencia en la hembra de una abertura anal en forma de media luna (Figura 15A).
- Presencia en la hembra de fasmidios después del ano.
- Presencia en la hembra de huevos con doble cubierta (Figura 15C, D).
- Presencia en los machos de ala caudal desarrollada (Figura 16A).
- Presencia en los machos de 22 papilas caudales con el siguiente arreglo:
 - 4 pares de papilas externolaterales o pedunculadas (Figura 16B).
 - 3 papilas precloacales agrupadas en un patrón triangular (Figura 16C).
 - 5 pares de papilas postcloacales: El primer y segundo par detrás de la cloaca (Figura 16D) el tercer par es asimétrico (Figura 17A, B) y el cuarto y quinto par muestran en patrón de distribución trapezoidal (Figura 17B, C).
 - Y una papila amplia entre el cuarto y quinto par de papilas sésiles postcloacales (Figura 17B, C).





- Presencia en los machos de dos espículas (Figura 17D) y dos fasmidios antes de los últimos dos pares de papilas caudales (Figura 17B).

Como ya se mencionó anteriormente, estas características morfológicas de *T. turgida* coinciden con lo reportado por Matey *et al.*, 2001, Monet, 2002 y Acosta, 2014, sin embargo, en cuanto a la papila número 22, la cual es amplia y se ubica entre el cuarto y quinto par de papilas postcloacales, es una estructura difícil de visualizar, por lo que Cañeda (1997) no la reporta en su estudio.

Otra de las características para determinar a *T. turgida* de acuerdo con Matey *et al.*, 2001, son las ornamentaciones presentes en el macho. La ornamentación de la parte ventral de la cola del macho combina al menos 3 patrones diferentes que presenta algunas similitudes y diferencias con la estructura superficial de la cola del macho en otros Physalopterae y puede ser utilizado para identificar a *T. turgida*.

Además, basándonos en lo mencionado por Maggenti, 1981, en cuanto al número y localización de los úteros, determinamos en este estudio que la hembra de *T. turgida* es poliovarial, polidelfa debido a que presenta de 9 a 11 úteros (Matey *et al.*, 2001), y opistodelfa por presentar los úteros dirigidos posteriormente.

La especie *T. turgida* originalmente estaba incluida en el género *Physaloptera*; sin embargo, debido al número de las ramas uterinas, además del patrón y número de papilas caudales, son los caracteres que establecen diferencias significativas para considerarlas como género independiente. En *T. turgida* se presentan más de cuatro ramas uterinas y en las diferentes especies de *Physaloptera* menos de tres, mientras que para el género, el número y distribución de las papilas caudales varía en cada especie y en *T. turgida* son 22 pares (citado en Acosta, 2014) (Matey *et al.*, 2001; Pereira *et al.*, 2012;). Debido a estas características tanto en el macho, como en la hembra, los individuos de este estudio, fueron determinados como *T. turgida*.



En 1933, Hill (citado en Monet, 2002) describió a la especie *T. ackerti*, donde el patrón de las papilas caudales es similar a la de *T. turgida*, y su única diferencia es la presencia de dos papilas ubicadas antes del último par de papilas caudales en el macho; sin embargo, para Matey *et al.* (2001) esas papilas representan los dos fasmidios encontrados en *T. turgida* en la misma posición. Además, la morfología general de los extremos cefálicos es similar y el número de úteros (7 a 9 en *T. ackerti*, 9 a 11 en *T. turgida*) se superpone por lo que posiblemente *T. ackerti* es sinónimo de *T. turgida*, que sería la única especie encontrada en *D. virginiana* en Norte América.

Otra especie que se diferencia de *T. turgida* es *T. torresi* por la posición de la vulva, disposición y número de papilas caudales. De acuerdo con Travassos (1920), la vulva de *T. torresi* se encuentra al nivel de la mitad del esófago, y los machos poseen 12 pares de papilas caudales, por su parte en *T. turgida* la vulva se ubica debajo de la terminación del esófago y el número de papilas caudales en el macho es de 22, siendo la papila número 22 ubicada entre el cuarto y quinto par de papilas caudales, la que determina la especie *T. turgida* (Travassos, 1920; Matey *et al.*, 2001).

Este estudio además de hacer la descripción y determinación de la especie, en cuanto a los individuos adultos, también se realizó la descripción de las larvas de *T. turgida*, con base a los datos morfométricos, además de la presencia de las siguientes características, las cuales coinciden con los presentados por Gray y Anderson, 1982a:

- Presencia de una doble cutícula en machos y hembras.
- Presencia en las hembras de vulva, vagina y útero en desarrollo (Figura 16A).
- Presencia de papilas (Figura 16B), fasmidios y espículas en desarrollo en la cola del macho.



Por lo tanto, este sería el primer estudio en México que haría un aporte de datos morfométricos, además de la descripción mediante microscopio óptico de las larvas de *T. turgida*.

Además de hacer la determinación taxonómica con base a los caracteres morfológicos, se hizo una comparación de los datos morfométricos de los machos, hembras y sus huevos con los datos obtenidos en los antecedentes que reportan a *T. turgida* asociada a *D. virginiana* en México (Tabla 7).

De acuerdo con la literatura consultada, la hembra de *T. turgida* es más larga y ancha que el macho, lo cual se confirmó en este estudio al obtener sus datos morfométricos y al hacer la comparación con los datos obtenidos por Cañeda (1997), Escobar (1997), Ortiz (2000), Monet (2002), Eslava (2005), Pacheco (2010) y Acosta (2014) (Tabla 7). De acuerdo con Barnes, 1969, esta es una característica general de los nematodos, donde al ser organismos dioicos, el macho es más pequeño que la hembra.

Respecto a los datos morfométricos obtenidos de las larvas de *T. turgida* (Tabla 3), coinciden con las medidas obtenidas por Gray y Anderson (1982a), el cual hizo la separación en larvas del estadio 3 y el estadio 4 de *T. turgida*. En el estadio 3 los machos midieron 3.7 ± 0.2 de largo por 0.157 ± 0.014 de ancho y las hembras 4.6 ± 0.2 de largo por 0.180 ± 0.02 de ancho. Respecto al estadio 4, los machos midieron 10.5 ± 0.8 de largo por 0.288 ± 0.029 de ancho y las hembras 15.7 ± 2.0 de largo por 0.414 ± 0.79 de ancho. Estas medidas permiten conocer las etapas en las que desarrolla *T. turgida* dentro del tlacuache, sin embargo, aunque en el presente estudio no se hizo la separación en estos dos estadios, ya que se encontraron organismos poco desarrollados que no facilitaban su separación, hubo nematodos que pudieron diferenciarse en macho y hembra los cuales pudieron fotografiarse, ya que presentaban características distintivas de la especie, y así poder obtener los largos y anchos de las larvas de *T. turgida* pertenecientes a la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México. A demás, de acuerdo con



Gray y Anderson (1982) el estudio de las larvas permite reinvestigar el patrón de muda y el estudio detallado sobre el conocimiento y desarrollo del gusano dentro del tlacuache *D. virginiana*, por lo tanto, es importante continuar el estudio de los estadios larvarios que preceden al adulto de éste parásito, que se asocia a los tlacuaches de México.

Los resultados obtenidos en este estudio indican una mayor incidencia de larvas de *T. turgida* asociadas *D. virginiana* (Tabla 2), este mismo patrón fue descrito en tlacuaches americanos de Florida que presentaron una mayor incidencia parasitológica en los meses de mayo a agosto y que puede estar relacionado con un incremento en la ingesta de insectos en esta época, lo que indicaría un periodo de transmisión importante (Gray y Anderson 1982b). En el presente estudio, la mayor incidencia de larvas se obtuvo en tlacuaches obtenidos en el mes de noviembre, lo cual podría indicar el periodo de transmisión. Respecto a los adultos la incidencia fue mayor en los machos que en las hembras lo que podría sugerir que el periodo de reproducción de estos nematodos ocurre durante los meses de octubre y noviembre, por esta razón, se sugiere realizar muestreos mensuales durante un año de tlacuaches de La Comunidad, Jilotepec, Estado de México, para así confirmar el mayor periodo de transmisión y reproducción de *T. turgida* en *D. virginiana*.





Tabla 7. Comparación morfométrica de machos, hembras y sus huevos de *T. turgida* obtenidos de los estudios de Cañeda (1997), Escobar (1997), Ortiz (2000), Monet (2002), Eslava (2005), Pacheco (2010), Acosta (2014) y este estudio. — Datos no obtenidos por los autores.

	Cañeda 1997	Escobar 1997	Ortiz 2000	Monet 2002	Eslava 2005	Pacheco 2010	Acosta 2014	Este estudio
Machos								
Longitud total	21 - 31.18	21	30	19.88 ± 6.69	17.95	7-34	15 - 33.4	24.71 ± 7.14
Anchura máxima	0.68 - 1.25	0.909	1.05	0.82 ± 0.21	0.65	1 - 2	0.6 - 1.15	0.9052 ± 0.2371
Hembras								
Longitud total	22.78 - 59.04	38.905	62.25	17.64 ± 10.48	22.75	6 – 42	3.56 - 57.32	32.47 ± 10.05
Anchura máxima	0.87 - 2.10	1.363	1.50	0.81 ± 0.47	0.75	1 - 3	0.17 - 1.72	0.99 ± 0.43
Huevos								
Longitud total	—	—	—	0.050 ± 0.027	—	0.045 - 0.07	0.029 - 0.147	0.0340 ± 0.0048
Anchura máxima	—	—	—	0.028 ± 0.015	—	0.02 - 0.04	0.014 - 0.1	0.0179 ± 0.0024





Otro de los hallazgos obtenidos, fue al hacer la revisión de los nematodos del hospedero 04, donde se encontraron machos con un número diferente en las papilas caudales, que de acuerdo con Baird *et al.* (1991) el patrón de las papilas caudales es susceptible a la mutación en varios genes. Además, se observó un nematodo con huevos, que también presentaba alas caudales con papilas pedunculadas desarrolladas. De acuerdo con los antecedentes consultados, este fenómeno fue únicamente reportado por Cañeda en 1997, explicando que puede deberse a una alteración morfológica o teratogénesis. Un teratógeno es cualquier agente que produce anomalías congénitas o aumenta su frecuencia en la población y entre las causas que generan este fenómeno, se incluyen ciertos factores genéticos y ambientales (Gómez y Zúñiga, 2007). De acuerdo con Bird y Bird (1991) existen cambios patológicos en los nematodos que pueden ser generados por enfermedades genéticas, o por microorganismos como los virus, bacterias, hongos y protozoos. Respecto a las enfermedades genéticas de acuerdo con Edgar (1988) estas surgen por mutaciones deletéreas. Se han hecho muchas observaciones de anomalías en una variedad de nematodos, pero se han detallado análisis genéticos en *Caenorhabditis elegans* el cual se estima que tiene 2000 genes y se ha demostrado que más de 200 puede sufrir mutaciones (Edgar, 1988). Por lo tanto para explicar si estas alteraciones morfológicas en *T. turgida* se deben a una mutación en sus genes, se propone seguir el método de Baird *et al.* (1991) el cual consistió en entender como la morfología del nematodo *Caenorhabditis elegans* estaba determinada por genes y se llevó a cabo un análisis genético del desarrollo post embrionario en una región morfológica específica del macho conocida como rayos, mediante tinción por inmunofluorescencia indirecta con un anticuerpo que reconoce un antígeno de unión celular. Respecto a las enfermedades virales, estas se producen cuando los virus se reproducen en los nematodos y se comportan como patógenos, causando anomalías en la morfología del nematodo (Bird y Bird, 1991). Sin embargo, los estudios bien documentados de la transmisión de virus, se han realizado en nematodos parásitos de plantas. Estos virus se asocian con la región anterior de la cutícula del tracto alimenticio del nematodo (Taylor y





Robertson, 1975; Lamberti y Roca, 1987). Entre las técnicas utilizadas para observar las anomalías causadas por virus, son mediante microscopía electrónica de barrido y mediante microscopio electrónico de transmisión (Bird *et al.*, 1991). En contraste, hay muchos ejemplos de bacterias que son patógenos de los nematodos. Los síntomas patológicos inducidos por estos organismos abarcan desde lesiones cuticulares en parásitos de animales como los ascarididos y strongilidos hasta parásitos de plantas (Bird y Bird, 1991). Al igual que en los virus se han observado las anomalías causadas por bacterias mediante microscopía electrónica de barrido (Bird *et al.*, 1990). Respecto a las enfermedades causadas por hongos, han sido estudiadas por muchos años (Bird y Bird, 1991). Los hongos que afectan a nematodos se dividen en depredadores o endoparásitos (Barron, 1997; Gray, 1988). Las formas depredadoras tienen un sistema de hifas extenso con el que atrapan a los nematodos, mientras que en los hongos endoparásitos, el sistema de hifas se desarrolla dentro del nematodo. Los nematodos se infectan mediante la ingestión de esporas o mediante la adhesión de esporas y la penetración posterior en la pared del cuerpo del nematodo (Bird y Bird, 1991). Por último, en cuanto a los daños ocasionados por protozoos a nematodos, se han estudiado en el nematodo *Heterakis gallinarum* afectado por el protozoario ameboide depende de la localización en el sistema reproductivo del nematodo, provocando poco daño a la hembra el cual puede transmitirse a los machos a través de la copula (Lee, 1971). De acuerdo con Bird y Bird (1991) el contacto inicial entre el patógeno y el nematodo es crítico e involucra una interacción entre la capa superficial de la cutícula del nematodo y el material adhesivo secretado por el patógeno. Por lo tanto, con los ejemplos ya mencionados, se sugiere estudiar los genes de *T. turgida* y determinar si existen mutaciones que puedan presentar estos organismos o buscar si las anomalías presentadas en este estudio, se deben a un patógeno.



La interacción parásito-hospedero es una simbiosis muy frecuente en la naturaleza. Estas interacciones no se limitan a consideraciones evolutivas, sino que tienen efectos directos sobre caracteres morfológicos (adaptativos) y del comportamiento reproductivo de los hospederos, entre otros (Dobson *et al.*, 2009; Rico-Hernández, 2011). En cuanto a la descripción de la interacción que existe entre *T. turgida* y sus estadios larvales, se elaboraron los parámetros propuestos por Bush *et al.* (1997). En estudios como el de Ortiz (1990), Cañeda (1997), Escobar (1997), Ortiz (2000), Monet-Mendoza *et al.* (2005) y Pacheco (2010), son los que se han dedicado a describir la interacción entre *T. turgida* y *D. virginiana* basándose en parámetros ecológicos, por lo tanto este estudio añade información sobre los parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia media, intensidad media e intervalo de intensidad para la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México.

La prevalencia, expresada como porcentaje de hospederos parasitados por una especie particular de parásito, fue en el presente estudio de 85.71% (Tabla 4), comparado con el valor de 100% reportado para el único antecedente del Estado de México en la localidad de Tequesquihuac (Monet-Mendoza *et al.*, 2005) lo cual sugiere que el nivel de infección de *T. turgida* es alto, debido a la preferencia alimenticia de estos marsupiales por insectos (Monet, 2002), que de acuerdo con su ciclo de vida (Figura 19), estos contienen las etapas infectivas actuando como por hospederos intermediarios. Estos valores altos de prevalencia también se han encontrado en México en estados como Colima (94%), Guerrero (93%), Oaxaca (82%), Ciudad de México (81.8%), Veracruz (65%, 50%), Morelos (95%, 75%, 68.42%) y Yucatán (50%), sin embargo en estados como Jalisco (33%), Michoacán (28%), Nayarit (17%) los niveles de prevalencia disminuyen (Tabla 8) lo cual puede indicar que no todos los hospederos intermediarios se encuentran altamente parasitados (Monet, 2002), pero que aun así el que exista la presencia de *T. turgida* se caracteriza por la alimentación específica del tlacuache en estos estados.



En cuanto a la abundancia media, que se expresa como el promedio de individuos de una especie particular de parásito en una muestra de hospederos, fue en el presente estudio de 27.71, comparado con el estudio de Cañeda (1997), que obtuvo un valor de 30.9, Ortiz (22.35), Pacheco (45.8) (Tabla 8), y además de que en el estudio de Monet, 2002, donde *T. turgida* alcanzó los niveles más altos, a lo que este último concluye que este parámetro puede proveer información sobre los hábitos alimenticios del hospedero, *D. virginiana*, que al ser un organismo omnívoro, incluye en su alimentación una gran variedad de presas que influyen principalmente en la riqueza de los parásitos. Por lo tanto, los resultados tanto de prevalencia, como abundancia media, dan a conocer los hábitos alimenticios preferentes de *D. virginiana*, lo que favorece la presencia de *T. turgida* en diferentes estados de México.

Respecto a la intensidad media, que se define como el promedio de individuos de una especie particular de parásito en la muestra de hospederos parasitados, fue en el presente estudio de 32.33, comparado con otros estudios que también han presentado valores altos de intensidad media como en Veracruz (61.8), Morelos (28.69, 23.52), Colima (20), Guerrero (19.8) y Oaxaca (16.3); sin embargo, en estados como Jalisco (6), Estado de México (7), Michoacán (8.5), Nayarit (8), Veracruz (6) y Yucatán (8) (Tabla 8) los valores de intensidad media disminuyen, por lo que esta diferencia puede deberse a lo que menciona Monet (2002), que no todos los hospederos intermediarios se encuentran altamente parasitados, lo cual puede influir en el número de individuos de *T. turgida* que se desarrollan dentro de *D. virginiana* proveniente de diferentes estados del país.

En cuanto al intervalo de intensidad, que es expresado como el número mínimo y máximo de individuos de una especie particular de parásito en la muestra de hospederos parasitados, fue en este estudio de 5-82, comparado con el de Monet-Mendoza *et al.* (2005), para el Estado de México fue de 3-11, además de estudios realizados en Veracruz (7-176, 5-13), Morelos (5-64, 2-45), Colima (7-43), Guerrero (4-32), Jalisco (6), Michoacán (3-14), Nayarit (8), Oaxaca (2-54), y Yucatán (8)



(Tabla 8) donde se puede apreciar la diferencia de valores entre un estado y otro, y al igual que lo mencionado por Monet, 2002 sobre la intensidad media, el número de individuos de *T. turgida* que parasitan a *D. virginiana* pueden verse afectados por la carga parasitaria que presenten los hospederos intermediarios en los diferentes estados del País.

Por último, respecto a los datos obtenidos de parámetros ecológicos sobre la larvas de *T. turgida* fueron prevalencia de 85.71%, abundancia media de 15.14, intensidad media de 17.66 e intervalo de intensidad de 1-70. Con estos datos se confirma que los hospederos intermediarios de *T. turgida* están conviviendo de manera constante con los tlacuaches provenientes de la localidad “La Comunidad” en Jilotepec, Estado de México y que la carga parasitaria de los hospederos intermediarios es elevada, por lo que favorece que el ciclo vital de *T. turgida* continúe.

D. virginiana es un hospedero que tiene amplia distribución en México, y debido a la presencia de los hospederos intermediarios que permiten que el ciclo de vida de *T. turgida* continúe en los lugares que habita este tlacuache, la distribución de este parásito también es amplia, sin embargo, el Estado de México, tiene pocos registros, por lo que es importante continuar con la elaboración de estudios como el presente estudio, ya que este marsupial, también cuenta con especies de parásitos que pueden afectar al humano.





Tabla 8. Comparación de los parámetros ecológicos de *T. turgida* en estudios elaborados por Ortiz (1990), Cañeda (1997), Escobar (1997), Ortiz (2000), Monet-Mendoza *et al.* (2005), Pacheco (2010) y este estudio. (n) Número de muestra; — Datos no obtenidos por los autores.

Autor y año	Estado (n)	Prevalencia	Abundancia media	Intensidad media	Intervalo de intensidad
Ortiz (1990)	Morelos (20)	75%	—	—	—
Cañeda (1997)	Veracruz (10)	50%	30.9	61.8	7-176
Escobar (1997)	Morelos (19)	68.42%	—	28.69	5-64
Ortiz (2000)	Morelos (20)	95%	22.35	23.52	2-45
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005)	Colima (16)	94%	—	20	7-43
	Guerrero (14)	93%	—	19.8	4-32
	Jalisco (3)	33%	—	6	6
	Estado de México (4)	100%	—	7	3-11
	Michoacán (7)	28%	—	8.5	3-14
	Nayarit (6)	17%	—	8	8
	Oaxaca (22)	82%	—	16.3	2-54
	Veracruz (20)	65%	—	6	5-13
	Yucatán (2)	50%	—	8	8
Pacheco, 2010	Ciudad de México (22)	81.8%	45.8	—	—
Este estudio	Estado de México (7)	85.71%	27.71	32.33	5-82





X. Conclusiones

- Los nematodos parásitos obtenidos del estómago de seis tlacuaches (*D. virginiana*) revisados fueron determinados taxonómicamente como la especie *Turgida turgida* debido a la observación de las 22 papilas caudales ubicadas en el macho, además de la presencia de 9 a 11 ramas uterinas en la hembra.
- Se describe por primera vez en México, los datos morfométricos y las características de las larvas de la especie *Turgida turgida* asociada a *D. virginiana*, en la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México.
- Para el Estado de México, este se considera el segundo registro de *Turgida turgida* en el tlacuache *Didelphis virginiana*, perteneciente a la localidad “La Comunidad” en el municipio de Jilotepec, por lo tanto, se amplía el conocimiento sobre la distribución de esta especie de parásito.
- Se logró describir la interacción existente entre *Turgida turgida* y *Didelphis virginiana* mediante parámetros ecológicos de prevalencia (85.71%), abundancia media (27.71), intensidad media (32.33) e intervalo de intensidad (5-82), la cual se ve beneficiada por la presencia de hospederos intermediarios que conviven con el tlacuache y la carga parasitaria que los mismos presenten.





XI. Literatura citada

- Acosta, V. K. (2014). Nematodos parásitos de *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander opossum* (Mammalia: Didelphidae) en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 117p.
- Agrios, N. G. (2005). *Fitopatología* (2 ed.). México: Editorial Limusa S.A. De C.V. 838p.
- Alarcón, S. (2012). *Los parásitos y su importancia en el equilibrio de los ecosistemas*. Recuperado el 21 de Agosto de 2016, de <http://www.cronica.com.mx/notas/2012/683945.html>
- Alvarez-Castañeda, T., Alvarez, T., & Gonzales, R. N. (2015). *Guía de identificación de los mamíferos de México en campo y en laboratorio*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 224-226pp.
- Anderson, C. R. (2000). *Nematodes parasites of vertebrates. Their development and transmission* (2 ed.). London: CAB.
- Anderson, C. R., Chabaud, A. G., & Willmott, S. (2009). *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates: Archival volume*. London, U.K. : CAB International.463p.
- Baird, E. S., Fitch, A. D., Kassem, A. I., & Emmons, W. S. (1991). Pattern formation in the nematode epidermis: determination of the arrangement of peripheral sense organs in the *C. elegans* male tail. *The Company of Biologists Limited*, 515-526pp.
- Barnes, D. R. (1969). *Zoología de los invertebrados* (2 ed.). México: Editorial Interamericana, S.A. 198-208pp.





Barnes, R. S., Carlow, P., Olive, P. J., Golding, D. W., & Spicer, I. J. (2001). *The invertebrates. A synthesis* (3 ed.). Oxford, UK: Blackwell Science Ltd. 86-91pp.

Barron, G. L. (1977). *The Nematode-Destroying Fungi*. Michigan: Canadian Biological Publications. 140p.

Begon, M., Harper, L. M., & Townsend, R. C. (1999). *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. España: Ediciones Omega. 1148p.

Biodidac. (1994a). *Ascaris. Diagram of the cross section of the pig round worm with the different systems show on colour*. Recuperado el 04 de Abril de 2018, de http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm/File_name/nema001c/File_type/gif

Biodidac. (1994b). *Ascaris. Diagram of the male and female internal anatomy of the pig round worm. The reproductive system and digestive systems are shown in colour*. Recuperado el 04 de Abril de 2018, de http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm/File_name/nema002c/File_type/gif

Biodidac. (1999). *Trichinella spirallis. Pork pinorm, adult male and female*. Recuperado el 06 de Junio de 2017, de http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm/File_name/nema012b/File_type/gif

Bird, A. F., & Bird, J. (1991). *The structure of nematodes*. E.U.A: Academic Press, Inc. 317p.

Bird, A. F., Brisbane, P. G., McClure, S. G., & Kimber, R. W. (1990). Studies of the properties of the spores of some populations of *Pasteuria penetrans*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 55: 169-178pp.





- Bird, A. F., McClure, S. G., & Nicholas, W. L. (1991). Observations on crystalloid bodies in the pseudocoelom of *Eulobrilus heptapapillatus*. *Journal of Nematology*, 23: 39-47.
- Brusca, C. R., & Brusca, J. G. (2005). *Invertebrados* (2 ed.). Madrid: McGraw Hill-Interamericana de España. 384-394pp.
- Bush, O. A., Lafferty, D. K., Lotz, M. J., & Shostak, W. A. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal Parasitol*, 83(4), 575-583pp.
- Cañeda, G. I. (1997). Parásitos de tres especies de marsupiales de la Estación "Los Tuxtles" y algunas zonas cercanas, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 193p.
- Castillo, M. E. (2013). *Plan de desarrollo municipal 2013-2015. Jilotepec, Estado de México*. Recuperado el 9 de Junio de 2018, de <http://www.jilotepecedomex.gob.mx/transparencia/Ar15/F2/PDM%2013-15.pdf>
- Castro-Hermida, J. A., Gonzáles-Warleta, M., & Mezo, M. (2007). Principales parasitosis en el ganado vacuno lechero: Pautas racionales de control. *Frisona Española* (162), 96-101pp.
- Ceballos, G. G., & Galindo, L. C. (1984). *Mamíferos silvestres de la cuenca de México*. Editorial Limusa. 299p.
- Ceballos, G., & Miranda, A. (1986). *Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Manual de campo*. México: Instituto de Biología. 436p.
- Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México*. México: Fondo de cultura económica. 986p.





- Cerqueira, R., & Lemos, B. (2002). Morphometric differentiation between Neotropical blackeared opossums, *Didelphis marsupialis* and *D. aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae). *Mammalia*, 64(3), 319-327pp.
- Cheng, T. C. (1978). *Parasitología general*. España: Editoria AC. 26pp.
- Coll, C. R. (1999). Epidemiología de la enfermedad de Chagas en el estado de Colima, estudio de vectores, reservorios y seroprevalencia en humanos. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigaciones Biomedicas. 126p.
- Dobson, P. A., Hudson, J. P., & Lyles, M. A. (2009). Macroparasites: Worms and Others. En J. M. Crawley, *Natural Enemies. The population biology of predators, parasites and diseases* (págs. 329-348pp.). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Edgar, R. S. (1988). En "*Diseases of Nematodes*", (Vols. vol. I, (G. O. Poinar and H.-B. Jansson, eds.)). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Emmons, L. H., & Feer, F. (1997). *Neotropical Rainforest Mammals* (2 ed.). Chicago, Illinois: The University of Chicago Press. 307p.
- Esch, W. G., & Fernández, C. J. (1993). *A Functional Biology of Parasitism*. London: Chapman y Hall. 352p.
- Escobar, M. P. (1997). Helminths gastrointestinales en el tlacuache *Didelphis virginiana* del municipio de Cuernavaca, Morelos. México: Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Eslava, A. A. (2002). Helminths en la mastofauna silvestre de la Sierra de Monte Negro, Morelos, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.





- Figueiroa Lyra de Freitas, M., Bianque de Oliveira, A., Dowell de Brito Cavalcanti, M., Alves Oliveira, R., & Evencio Sobrinho, A. (2001). Perfil coproparasitológico de mamíferos silvestres en cautiverio en el estado de Pernambuco, Brasil. *Parasitologia el día*, 25(3-4), 121-125pp.
- Fiona. (2009). *Didelphis virginiana*. Recuperado el 01 de Abril de 2017, de <http://www.planet-mammiferes.org/drupal/en/node/40?indice2=Photos%2FMarsup%2FDidelph%2FDideVir9.jpg>
- Freeland, W. L. (1983). Parasites and the coexistence of animal host species. *American Naturalist*, 121, 223-236pp.
- García-Prieto, L., Falcón-Ordaz, J., & Guzmán-Cornejo, C. (2012). Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, hosts and geographical distribution. *Zootaxa*, 25, 26, 38, 39 49pp.
- García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D., & Lamothe-Argumedo, M. R. (2014). Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 172-173pp.
- Gardner, A. L. (1970). The Systematics of the Genus *Didelphis* (Marsupialia: Didelphidae) in Northand Middle America. *Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College*, 141p.
- Gibbons, L. M. (2010). *Keys to the nematode parasites of vertebrates. Supplementary volume*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International. 416p.
- Gómez, M. B., & Zúñiga, G. G. (2007). *Genotoxicidad y potencial teratógeno*. Recuperado el 9 de Junio de 2018, de <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol20num3/articulos/genotoxicidad/index.html>





- Gray, J. B., & Anderson, R. C. (1892a). Development of *Turgida turgida* (Rudolphi:1891) (Nematoda: Physalopteroidea) in the opossum (*Didelphis virginiana*). *Canadian Journal Zoology*, 60 , 1265-1274pp.
- Gray, J. B., & Anderson, R. C. (1892b). Observations on *Turgida turgida* (Rudolphi: 1891) (Nematoda: Physaloptroidea) in the American opossum (*Didelphis virginiana*). *Canadian Journal Zoology*, 60, 1265-1274 pp.
- Gray, N. F. (1988). En " *Diseases of Nematodes*" (Vols. I (G. O. Poinar and H.-B. Jansson, eds.)). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Gregory, R. D., Keyner, A. E., & Harvey, P. H. (1996). Helminth parasite richness among vertebrates. *Biodiversity and Conservation*, 5, 985-997pp.
- Guillen, H. S., Vidal, M. V., Aguirre, M. M., & Rodríguez, C. R. (2010). Helminos. *Biodiversidad*, 209-212pp.
- Hall, M. C. (1916). *Nematodes parasites of mammals of the orders Rodentia, Lagomorpha, and Hyracoidea*. Proceedings of the United States National Museum. 258pp.
- Hill, C. W. (1939). *Spirocerca longispiculata* n. sp. *The American Midland Naturalist*, 21(3), 636-640pp.
- Hodda, M. (2011). Phylum Nematoda Cobb 1932. In: Zhang, Z-Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*.
- Hugot, J. P., Baujard, P., & Morand, S. (2001). Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology*, 3, 199-208pp.
- Hunsaker, D., & Shupe, D. (1977). Behavior of new world marsupials. En *The biology of marsupials* (págs. 279-347pp). Nueva York: Academic Press.



INEGI. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010 Jilotepec México*. Recuperado el 05 de Agosto de 2018, de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx>

INEGI. (2016). *Mapa de Estados Unidos Mexicanos. Division Estatal*. Recuperado el 26 de Junio de 2018, de http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/nacional/div_territorial/nacionalestados.pdf

Jaramillo, A. C., & Martínez, M. J. (2010). *Epidemiología veterinaria*. México, D. F. : El manual moderno. 216p.

Kennedy, C., Bush, O., & Aho, J. (1986). Patterns in helminth communities: why are birds and fish different?. *Parasitology*, 93, 205-215pp.

Lamberti, F., & Roca, F. (1987). En "*Vistas on Nematology*". Hyatsville, Maryland: (J. A. Veech and D. W. Dicksons, eds). Society of Nematologists.

Lamothe, A. R. (1997). *Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres*. Ciudad de México, México: AGT Editor. 43p.

Lamothe, A., & García, P. L. (1988). *Helmintiasis del hombre en México: tratamiento y profilaxis*. México: AGT Editor, 139p.

Lee, D. L. (1971). The structure and development of the protozoon *Histomonas meleagridis* in the male reproductive tract of its intermediate host, *Heterakis gallinarum* (Nematoda). *Parasitology*, 63: 439-445pp.

Maggenti, A. (1981). *General nematology*. New York: Springer-Verlag. 137pp.

Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M., & Schad, G. A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the



- American Society of Parasitologists. *The Journal of Parasitology*, 8 (1), 131-133pp.
- Matey, E. V., Kuperman, I., & Kinsella, M. (2001). Scanning Electron Microscopy of *Turgida turgida* (Nematoda: Spiruroidea), Parasite of the Virginia Opossum, *Didelphis virginiana*, From Southern California. *Journal of Parasitology*, 87(5), 1199-1202pp.
- McManus, J. J. (1974). *Didelphis virginiana*. *Mammalian species*, 1-6pp.
- Medellin, R. A. (1992). Community ecology and conservation of mammals in a Mayan tropical rainforest and abandoned agricultural fields. Gainesville: Tesis de Doctorado. Universidad de Florida. 333pp.
- Monet, M. A. (2002). Nematodos parásitos del tlacuache *Didelphis virginiana* Kerr 1792 de dos localidades de Guerrero, México. México: Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 128p.
- Monet-Mendoza, A., Osorio-Sarabia, D., & García-Prieto, L. (2005). Helminths of the Virginia Opossum *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) in México. *BioOne*, 213-218pp.
- Naquira, C. (2010). Las zoonosis parasitarias: Problemas de salud pública en Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 27(4), 494-497pp.
- Negrón, M. (2009). *Microbiología estomatológica: Fundamentos y guía práctica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 95, 96pp.
- Nowak, R. M. (1999). *Walker's Bats of the world*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 287p.



- Olsen, W. O. (1986). *Animal parasites. Their life cycles and ecology*. Fort Collins: University Park Press. 562p.
- Ortiz, V. A. (2000). Fauna parasitaria en *Didelphis virginiana* (Marsupialia: Didelphidae) y su importancia zoonótica en el oeste del Estado de Morelos. . Tesis de Maestria. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Ortiz, V. A., Sánchez, A. A., & Santillan, A. S. (1990). Helmintofauna del "tlacuache" *Didelphis virginiana* en los municipios de Cuernavaca y Tepoztlán, Morelos. Memms. III Congreso Latinoamericano de Medicina Tropical y IX Congreso Nacional de Parasitología. 20-25 de mayo 1990. México, D.F.
- Pacheco, C. N. (2010). Estudio piloto de la frecuencia de parásitos en mamíferos ferales y silvestres en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Angel de la UNAM. Tesis de Maestria. Universidad Nacional Autónoma de México. 42-43pp.
- Pasteur, G. (1982). A classificatory review of mimicry systems. *Annual review of ecology and systematics*, 13:169-199pp.
- Pereira, F. B., Alves, P. V., Rocha, B. M., Lima, S. D., & Luque, J. I. (2012). A new Physaloptera (Nematoda: Physalopteridae) of *Tupinambis merianae* (Squamata: Teiidae) from Southeastern Brazil. *Journal of Parasitology*, 6(6), 1227-1235pp.
- Pérez-Hernandez, R., Lew, D., & Solari, S. (2016). *Didelphis virginiana*, Virginia Opossum. *The IUCN Red List of Threatened*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de e.T40502A22176259. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T40502A22176259.en>
- Pérez-Ponce de Leon, G., & García-Prieto, L. (2001). Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas*, 7-8pp.





- Potkay, S. (1977). *Diseases of marsupials in the biology of marsupials*, (D. Hunsaker II ed.). New York: Academic Press. 415-506pp.
- Pritchard, M. H., & Kruse, G. O. (1982). *The collection and preservation of animal parasites*. Nebraska: University of Nebraska Press. 141pp.
- Quiroz, R. H. (2005). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. México: Editorial Limusa. 16pp.
- Reboreda, J. (2017). *Clases teoricas*. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de http://server.ege.fcen.uba.ar/eyca/eyca_2017/Teoricas.html
- Redonda, P. (2014). Nematodos parásitos intestinales del roedor silvestre *Heteromys desmarestianus* de la Sierra de Santa Marta, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 14pp.
- Reid, F. A. (1997). *A field guide to the mammals of Central America and Southern México*. Oxford University Press, Inc. 346p.
- Rico-Hernández, G. (2011). Evolucion de interacciones parásito-hospedero: coevolución, selección sexual y otras teorías propuestas. *Revista U.C.D.A Actualidad y Divulgacion Cientifica*, 14(2), 119-130pp.
- Ruiz, P. H. (2010). Importancia biomédica de los tlacuaches . Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Salgado-Maldonado, G. (2009). *Manual de practicas de parasitología con énfasis en helmintos parásitos de peces de agua dulce y otros animales silvestres de México*. Recuperado el 26 de Mayo de 2018, de http://www.ibiologia.unam.mx/directorio/s/salgado/salgado_manual/propuesta_salgado.htm





- Sasser, J., & Freckman, D. W. (1987). A world prospective on nematology: the role of the society. In: J. A. Veech y D. W. Dickson, (Ed). Society of Nematologists, Hyattsville,MD. 7-14pp.
- Schmidt, G. D., & Roberts, L. S. (1984). *Fundamentos de parasitología. Principios y conceptos básicos*. México: Editorial Continental.
- Schmidt, G. D., & Roberts, L. S. (2005). *Foundations of parasitology* (7° ed.). McGraw- Hill.
- SEMARNAT. (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federacion. 30 de Diciembre de 2010, Segunda Sección. México.
- Taylor, C. E., & Robertson, W. M. (1975). En F. Lamberti, C. E. Taylor, & J. W. Seinhorst, *En "Nematode Vectors of Plant Viruses"* (Vol. 2, págs. 253-276pp.). New York: Plenum.
- Travassos, L. (1920). Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira. X. Sobre as espécies do gênero *Turgida*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 12:73-77pp.
- Vaughan, T. (1988). *Mamíferos* (3 ed.). Interamericana Mcgraw-Hill. 571p.
- Vázquez, T. O., Campos, R. T., & Rondán, Z. A. (2006). Gnatostomiasis humana. Abordaje, diagnóstico y tratamiento. *Revista del centro de Investigación*, 7(25), 65- 76pp.
- Villa, B., & Cervantes, F. A. (2003). *Los mamíferos de México*. México: Grupo editorial Iberoamericana. Instituto de Biología,UNAM.



Werner, L. A. (2014). Infecciones por parásitos más frecuentes y su manejo. *Revista Medica de Clinica la Condes*, 25(3), 487pp.

