



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

Nematodos parásitos de *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *P. opossum* (Mammalia: Didelphidae) en México

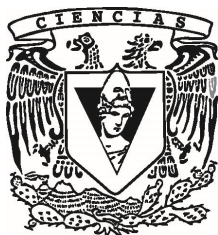
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

(BIÓLOGA)

P R E S E N T A:

(Acosta Virgen Karla Berenice)



**DIRECTOR DE TESIS:
(Dra. Rosario Mata López)
México febrero 2014**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

1. Datos del alumno

Acosta
Virgen
Karla Berenice
65-45-62-14
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
306192830

2. Datos del tutor

Dra.
Rosario
Mata
López

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Alejandro Francisco
Oceguera
Figueroa

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Luis
García
Prieto

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
David
Osorio
Sarabia

6. Datos del sinodal 4

M. en C.
Zamira Anahí
Ávila
Valle

7. Datos del trabajo escrito.

Nematodos parásitos de *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander opossum*
(Mammalia: Didelphidae) en México
116 pp.
2014

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo -de la misma manera que muchas otras cosas que he hecho-, no pudieron haber ocurrido sin el apoyo, el tiempo, la paciencia y cariño de quienes aquí menciono. Toda mi gratitud y aprecio para mi familia, compañeros, amigos y asesores que me han acompañado hasta aquí. De manera particular agradezco a:

La Universidad Nacional Autónoma de México por hacer mejores personas de todos los que aquí nos formamos,, por darnos las mejores oportunidades de desarrollo y por forjar en nosotros, enseñanzas y valores que nos dejan marcados de por vida.

Al proyecto PAPIIT IN220113 “Biodiversidad de metazoarios parásitos de mamíferos silvestres, pequeños y medianos en regiones prioritarias terrestres del sur de la República Mexicana” por el financiamiento para las recolectas.

Gracias a la Facultad de Ciencias y al Instituto de Biología, por permitir hacer uso de sus instalaciones para mi formación académica.

Eterno agradecimiento a mis papás Rosa y Fernando, por la paciencia, apoyo y sobre todo, el gran amor que siempre me han brindado. Sin ustedes, no habría llegado tan lejos. ¡Todo mi amor para ustedes!

A Fer, por aguantar todos los momentos de frustración, enojo, lágrimas y demás vulnerabilidades; por tantas risas y tantos bellos momentos. Eres el mejor hermano, gracias por ello también.

Gracias a mis abuelas Ofelia y Rosa, por ser mujeres tan ejemplares y a mi Abuelo Florentino, por dejar en mi mente, los recuerdos más amorosos y perdurables.

Gracias a todos mis tíos, por su apoyo invaluable, en especial a mi Tía Goya, a quien guardo por siempre un profundo amor y respeto...¡Gracias Tía Goyita por todo lo que has hecho por mí, por Fer y por todos en la familia!.

A mi tutora, Rosario Mata López, por darme la oportunidad de desarrollar este y otros trabajos a su lado, por apoyarme en todo momento, por poner mis pies en la tierra y por ser una tutora excelente y una extraordinaria e incondicional amiga. ¡Gracias Chayo!

A Luis García Prieto por el apoyo total brindado desde mi ingreso al laboratorio, por su ayuda en la elaboración de los manuscritos, por todas las risas y experiencias compartidas tanto en campo, como en todas y cada una de las revisiones.

A David Osorio por todas las precisas aportaciones para la elaboración de mi trabajo, así como tus enseñanzas y enriquecedoras pláticas tanto en campo, como en laboratorio.

Gracias Alejandro Ocegüera Figueroa por aceptar ser parte del jurado, por tus aportaciones tan elocuentes, tu apoyo incondicional desde que entré al laboratorio y por todos tus consejos.

Muchas gracias Anahí porque a pesar de tus compromisos académicos aceptaste ser parte de mi sínodo, por tus acertados comentarios y aportaciones para este manuscrito.

Gracias también, a Jorge López por su apoyo en campo y por las buenas experiencias compartidas durante las recolectas y en el laboratorio. ¡Gracias George!

Gracias a Berenit Mendoza (IBUNAM) y Anabel Bieler (Facultad de Ciencias) por su apoyo incondicional en todas las sesiones, tanto en microscopía electrónica de barrido como en microcine (respectivamente) además de las enriquecedoras pláticas y sus buenos consejos.

Muchas gracias a la Dra. Virginia León y a los doctores Luis Jorge García Márquez y Serapio López por las facilidades y el apoyo brindado durante nuestra estancia en Colima y Tabasco.

A todas y cada una de las personas que tuve el placer de conocer durante las recolectas y que nos ayudaron incondicionalmente: Sr. Félix y familia en Tlacotalpan, Sr. Joaquín en Escárcega, al Sr. Mónico y familia por su ayuda en Oaxaca, al Sr. Dimas y a sus hijos en Tapachula, a toda nuestra familia adoptiva de Arriaga: Sra. Margot, Sr. Ángel, Sra. Matilde, Pancho, Marcos-Fabián, y a todos los Chiapanecos entrañables que conocimos.

A mis compañeros de equipo, por su apoyo incondicional y arduo trabajo, tanto en campo como en nuestro acogedor lugar de trabajo: Uri, Sam, Sara y Jair. ¡Gracias, gracias!.

Gracias totales a Uriel Garduño, por ser el mejor y más grande amigo que pueda existir. Eres parte fundamental de todo lo que pasa en mi vida, gracias por siempre, siempre estar ahí, por todo tu apoyo y la enorme paciencia que me has tenido en todo este tiempo. ¡Gracias Uri, te quiero!.

A mis amigas Alicia y Yazmín, por ser parte de mi familia y dejarme ser parte de las suyas desde tanto tiempo atrás. ¡Las quiero!

Muchas gracias a las dementes: Alicia, Mariana, María, Sara y Anahí que desde siempre me han brindado su amor incondicional y apoyo total, aún en la distancia. ¡Gracias bonitas por darme esta nueva familia!

A mis amigos: Manuel y Hugo por tantas experiencias, aprendizaje y muchas risas, risas y risas... ¡Gracias chinotes!. Neil y Diego por su apoyo, cariño y momentos compartidos. Gracias también a Sergie y Richi por todos los momentos que compartimos y por las entrañables y eternas risas.

Gracias Monee y Felipe por todos los momentos compartidos, dentro y fuera de la facultad, por ser los mejores amigos y compañeros siempre y por el apoyo incondicional que me han brindado.

Gracias infinitas a Itzel Arenas, de quien he aprendido tanto, en tan poco tiempo, por hacerme ver (siempre) todos los lados de las cosas y por poner las más grandes sonrisas en mi cara en todo momento. ¡Gracias caracol!.

A Alberto, por todo lo bueno que has traído a mi vida, por el apoyo absoluto en todo momento, por tantas cosas que me has enseñado y por tu enorme paciencia. ¡Infinitas gracias!

“..vivir es curvo, la poesía es curva, el corazón es curvo. A mí me gustan las personas curvas”, como todos ustedes. Por siempre, ¡Gracias a todos!.

ÍNDICE	5
I. RESUMEN	6
II. INTRODUCCIÓN	
Generalidades	7
Morfología	8
Aparato digestivo, excretor y alimentación	8
Cutícula, musculatura y sistema nervioso	9
Aparatos reproductores, fertilización y desarrollo	11
Sistemática y evolución	15
Importancia de los nematodos parásitos	17
III. ANTECEDENTES	
Biología del hospedero estudiado	18
Clasificación Taxonómica	18
Generalidades	19
Diversidad	19
Distribución potencial	18
Registro Helmintológico	21
	22
IV. JUSTIFICACIÓN	24
V. OBJETIVOS	
VI. MATERIAL Y MÉTODO	
Área de estudio	25
Localidades	26
Colecta de hospederos	30
Colecta de Helminetos	31
Procesamiento para MEB	31
VII. RESULTADOS	
Registro de hospederos	32
Registro helmintológico	33
Diagnosia	
<i>Aspidodera raillieti</i>	36
<i>Didelphsotrongylus hayesi</i>	44
<i>Cruzia tentaculata</i>	50
<i>Gnathostoma turgidum</i>	57
<i>Gongylonema</i> sp.	65
<i>Turgida turgida</i>	70
<i>Viannaia viannai</i>	80
<i>Travassostrongylus</i> sp.	86
<i>Trichuris didelphis</i>	91
Capillariinae gen. sp.	97
	101
VIII. DISCUSIÓN	105
IX. APÈNDICE 1	106
X. APÈNDICE 2	

I.RESUMEN

Se reporta el estudio particular sobre los nematodos asociados a tres especies de tlacuaches terrestres en México (*Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *P. opossum*) en diez localidades del país, correspondientes a siete estados (Campeche, Chiapas, Colima, Guanajuato, Oaxaca, Tabasco, Veracruz) y el Distrito Federal. Sesenta y siete tlacuaches fueron recolectados (7 *Didelphis* sp., 17 *D. marsupialis*, 27 *D. virginiana* y 16 *P. opossum*) obteniéndose un total de diez taxa de nematodos, siete a nivel específico (*Aspidodera raillieti*, *Didelphostrongylus hayesi*, *Cruzia tentaculata*, *Gnathostoma turgidum*, *Trichuris didelphis*, *Turgida turgida* y *Viannaia viannaia*), dos a nivel genérico (*Gongylonema* sp. y *Travassostrongylus* sp.) y un taxón a nivel de subfamilia (Capillariinae gen. sp.); con lo que se incrementa a 17, 32 y 18 los taxa registrados en *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana*, y *Philander opossum*, respectivamente. Aumenta a 13 el número de localidades estudiadas para nematodos parásitos de marsupiales en México, reportándose 28 nuevos registros de localidad y sólo *Travassostrongylus* sp. es considerado como registro nuevo para el país. Los diez taxa de nematodos fueron caracterizados a nivel morfológico con las herramientas de microscopía de luz y microscopía electrónica de barrido (MEB).

II. INTRODUCCIÓN

Generalidades

Las interacciones simbióticas han predominado entre los organismos de manera natural dentro de los ecosistemas, siendo las más comunes: el mutualismo, el comensalismo y el parasitismo. En el mutualismo, la relación entre los organismos es altamente interdependiente, de tal manera que un organismo no puede vivir sin el otro, debido a que los beneficios son mutuos y ninguno de ellos resulta perjudicado por el otro, mientras que en el comensalismo, sólo uno de los organismos se beneficia del otro, sin que haya afectaciones en el benefactor. Por su parte, el parasitismo se establece entre dos organismos de especies diferentes, en la cual, el parásito depende metabólicamente del hospedero, sea sólo en una fase de su ciclo de vida o en su totalidad. En dicha interacción, el hospedero puede verse afectado por la presencia del parásito, llevándolo incluso a la muerte; sin embargo, a diferencia de otras simbiosis -como la depredación- en el parasitismo, la posibilidad de matar a su hospedador es potencial y no obligada (Esch & Fernández, 1993).

Dentro de los macroparásitos, un conjunto de organismos muy diverso es el conformado por los helmintos, grupo polifilético que está integrado por representantes de cuatro grupos: Platyhelminthes, Acanthocephala, Nematoda e Hirudinea, asociados entre sí por ser parásitos, metazoarios y vermiformes (Begón *et al.*, 1999; Pérez-Ponce de León & García-Prieto, 2001).

El Phylum Nematoda es un grupo que por su diversidad y riqueza es muy importante dentro de los helmintos, considerado en el dominio Animalia como uno de los más abundantes (Gardner, 2001).

Hasta el 2001 se reconocían 26,646 especies de nematodos a nivel mundial. Aproximadamente el 75% de las especies de nematodos son de vida libre [10,681] y se encuentran presentes tanto en ambientes marinos, como salobres e incluso en el suelo; además, también se han registrado numerosas especies parásitas, tanto de invertebrados [3,501] como de vertebrados [8,359] (entre ellos el humano) e existen nematodos parásitos de plantas [4.105] (Lamothe-Argumedo & García-Prieto, 1988; Hugot *et al.*, 2001).

Morfología

Los nematodos parásitos de animales son generalmente más grandes que los parásitos de plantas y los de vida libre, alcanzando de cinco a 25 mm de longitud, a excepción de algunas especies que llegan a medir de uno a ocho metros. En sus hospederos, tienen especificidad por algún microhábitat en particular, entre los que destacan: cavidad corporal, vasos sanguíneos, venas mesentéricas, pulmones, corazón, estómago, intestino, tráquea, gónadas, tejido conectivo, musculatura, entre otros (Cheng, 1986).

De manera general, los nematodos son vermiformes y cilíndricos, con diferentes formas corporales, como filiforme, fusiforme, esférica con extremos aguzados, entre otras. Son blastocelomados y presentan un exoesqueleto flexible, que les confiere simetría bilateral. Poseen una cutícula con ornamentaciones, que les confiere una apariencia de segmentación, sin estarlo. La cutícula está constituida fundamentalmente por una proteína denominada cuticulina y consta de tres regiones: zona cortical o epicutícula, zona media y zona basal (Schmidt & Roberts, 2005).

Aparato digestivo, excretor y alimentación

El aparato digestivo es completo; su conformación estructural comienza en la parte anterior con la *boca*, que puede o no tener labios y *la cavidad oral*, con dientes o denticulos al interior -cuyo número puede ser de importancia taxonómica para la determinación de algunas especies- o festones y/o dobleces al exterior. El *esófago* es muscular y está dividido en corpus, istmo y un bulbo esofágico y prebulbo en los grupos más primitivos, además de ser trirradiado (característica distintiva del Phylum). El *Intestino* es un tubo simple, no muscular, compuesto de una sola capa de células intestinales (Fig. 1); el intestino desemboca en el ano en las hembras y en la cloaca en los machos (Schmidt & Roberts, 2005; Maggenti, 1970).

Para este grupo, la contracción rápida de los músculos del esófago, y en algunos casos la faringe, permite la apertura de la boca y la succión de los alimentos. Los nematodos parásitos de animales se alimentan de sangre, tejidos, fluidos estomacales, contenido estomacal e intestinal, bacterias, alimento predigerido o la combinación de algunos de ellos (Schmidt & Roberts, 2005).

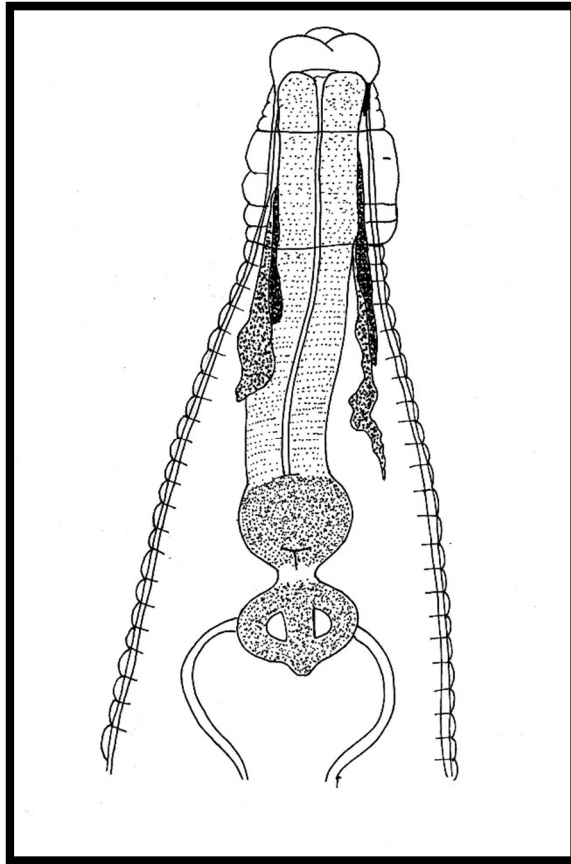


Figura 1. Aparato digestivo de *Syphacia* sp. (Modificado de Schmidt & Roberts, 2005)

Las células excretoras son dos tubos paralelos a los cordones nerviosos laterales, denominados renets, que toman forma de H en cuyo travesaño se localiza el poro excretor (Fig.2). La presencia de renets es característica de los nematodos parásitos. Los nematodos son organismos amoniotélicos, es decir, que excretan sales de amonio a través de su poro excretor (Schmidt & Roberts, 2005).

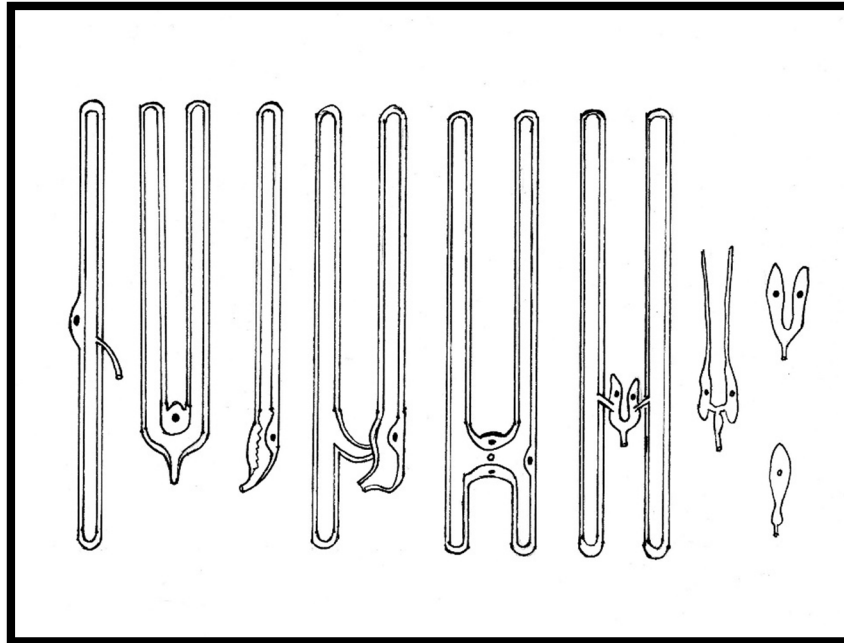


Figura 2. Distintas formas del aparato excretor en nematodos (Modificado de Schmidt & Roberts, 2005)

Cutícula, Musculatura y Sistema nervioso

Los nematodos poseen una cubierta externa incolora y traslúcida que les confiere protección, tiene una estructura laminar y está conformada por proteínas de relacionadas con la queratina y el colágeno, que les confiere elasticidad y flexibilidad, que son características de los nematodos, ya que facilitan su movimiento a través de microambientes líquidos o viscosos, como la mucosa del intestino o la sangre. La cutícula en los nematodos puede presentar diversas “formaciones”, las cuales en la mayoría de los casos son de relevancia taxonómica, entre las que destacan: anulaciones cuticulares, expansiones laminares (alas cefálicas o caudales), bordes, estriaciones, ganchos, espinas, o formaciones vesiculosas, por mencionar algunos (Gállego-Berenguer, 2007).

Los nematodos presentan una musculatura compleja, compuesta de paquetes musculares longitudinales y diagonales (Figura 3). La musculatura forma una pseudocavidad denominada blastoceloma, cuya función es similar a un sistema hidrostático, que mediante la contracción de los músculos permite el movimiento del nematodo, proporcionándole una mayor fuerza para los movimientos que realizan, sobre todo al momento de reptar dentro del hospedero (Cheng, 1986; Schmidt & Roberts, 2005).



Figura 3. Corte transversal de un nematodo adulto (Modificado de Schmidt & Roberts, 2005)

El sistema nervioso es relativamente simple; consta de un anillo nervioso circunsofágico, del cual parten seis nervios que se extienden anteriormente e inervan los órganos sensoriales cefálicos, los mecanorreceptores y los quimiorreceptores y que corren hasta la región anal, donde se unen por medio de ganglios transversales a lo largo del cuerpo, aunado a un número variable de comisuras presentes entre los nervios longitudinales. En cuanto a los órganos sensoriales, los nematodos pueden presentar anfidios en la parte anterior que son inervados por seis comisuras que parten del anillo nervioso y fasmidios en la zona posterior, papilas cefálicas caudales y cervicales, precloacales y anales (Schmidt & Roberts, 2005).

Aparatos reproductores, fertilización y desarrollo

Los nematodos son organismos dioicos, exceptuando algunas especies en las que se presentan hembras partenogenéticas (e.g. *Rhabdias* spp.) para las que algunos autores sugieren que en estado adulto son partenogenéticos, mientras que en estado larvario hermafroditas protándricos (Anderson, 2000). La mayoría presentan dimorfismo sexual, siendo las hembras de mayor tamaño que los machos, éstos se distinguen las

hembras por tener la parte posterior del cuerpo curva y porque poseen estructuras reproductoras accesorias. Las gónadas en ambos sexos son telogónicas con dos zonas, una germinal y otra de crecimiento. La disposición de los aparatos reproductores es de importancia taxonómica para los miembros de este grupo (Gardner, 2001; Schmidt & Roberts, 2005).

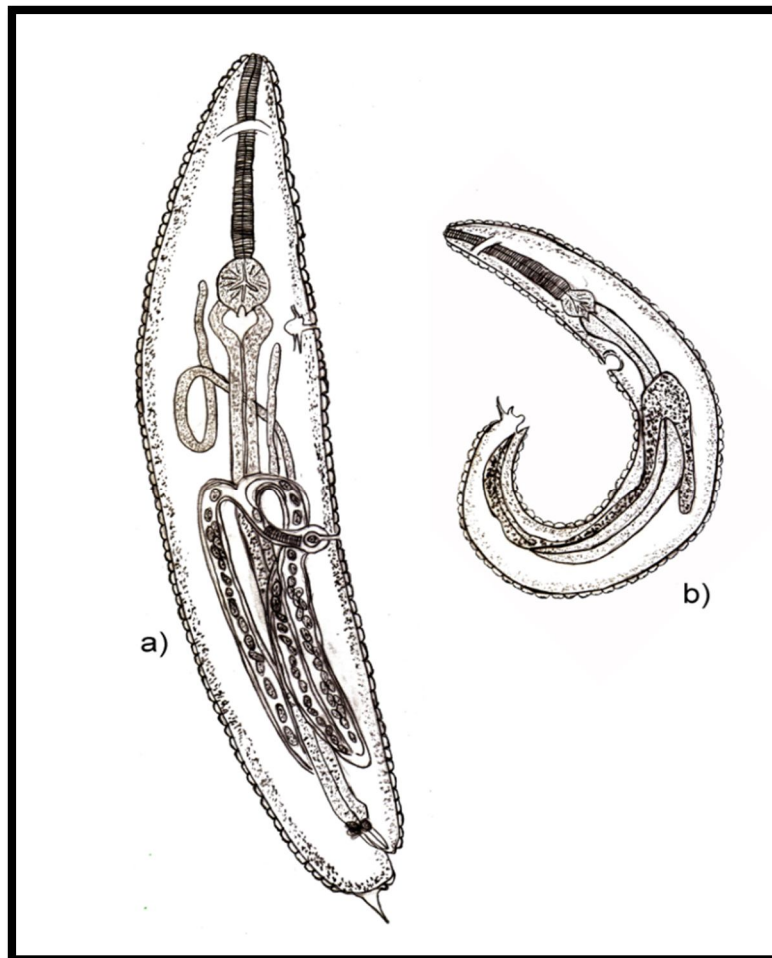


Figura 4. Adultos de la especie *Parapharyngodon kenyaensis* (a) Hembra, (b) Macho. (Modificado de Bursey & Goldberg, 2005)¹

¹ Bursey C.R. & S. R. Goldberg. 2005. Two species of Pharyngonidae (Nematode: Oxyroidea) and other nematodes in *Aguma caudospina* (Squamata: Agamidae) from Kenya, Africa. *Journal of Parasitology*. Vol. 91. No. 3. pp 591-599.

Las hembras tienen uno o dos ovarios (monodelfas o didelfas), que se extienden en direcciones opuestas, un oviducto, útero y vagina en la parte interna (algunas pueden presentar receptáculo seminal), mientras que en la externa, presentan la vulva en la región ventral del cuerpo. Los machos tienen uno o dos testículos, además de vasos eferentes y deferentes, vesícula seminal, glándulas prostáticas (algunos) y cloaca, además de estructuras copulatrices denominadas espículas y gubernáculo, en algunos casos embebidos en una bursa copulatriz, ya que esta última estructura puede estar presente o no, dependiendo del grupo; el número y tamaño de las espículas es de importancia taxonómica (Cheng, 1986).

La fertilización y fecundación en nematodos se da, de manera general, tras la cópula entre la hembra y macho dentro del hospedero definitivo, en el que las hembras depositan los huevos en el intestino del hospedero, para que salgan mediante sus heces. Los espermatozoides de nematodos parásitos de animales no tienen órganos de locomoción y no tienen alerosoma, la fertilización ocurre en el receptáculo seminal, donde se segmentan para salir por la vulva en diferentes tiempos, dependiendo del grupo. Tras penetrar al óvulo, inicia el proceso por el cual se produce el cigoto, para dar pie al desarrollo del embrión. Los huevos, según la especie, pueden estar larvados o no, al salir al medio (Cheng, 1986; Schmidt & Roberts, 2005).

Las vías de infección en los nematodos varían de acuerdo a la especie y al tipo de ciclo de vida; pueden ser: ingestión de huevos – embrionados o no-, hospederos intermediarios, penetración de los estadios larvarios al hospedero definitivo o asistida por vectores como en el caso de algunos nematodos de importancia médica (Cheng, 1986).

El crecimiento y desarrollo en nematodos, es por medio de ecdisis. El desarrollo es directo, pero varía según las características de la familia, el género e incluso la especie. La primera fase es el huevo, que puede o no estar larvado al salir del hospedero, posteriormente se forman cuatro estadios larvarios, acompañados por una muda-, siendo el estadio tres (L₃), la fase infectiva para todas las especies. A pesar de que los adultos ya no presentan ecdisis, pueden seguir creciendo en tamaño [longitud] (Schmidt & Roberts, 2005)

El desarrollo de los nematodos ocurre en cinco etapas (Fig. 3), siendo la larva tres, en cualquier ciclo y para todas las especies, el estadio infectivo (Cheng, 1986).

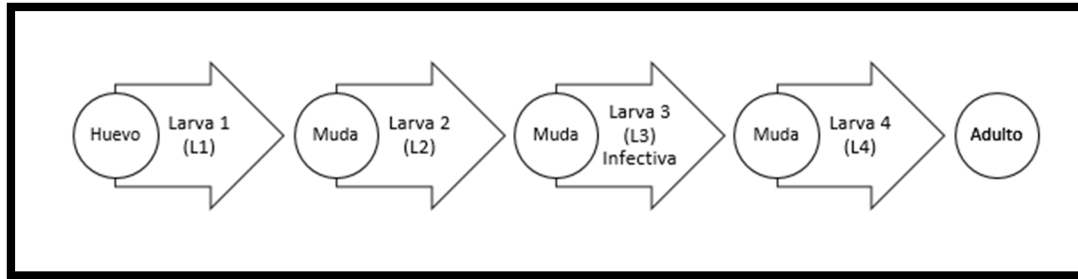


Figura 5. Etapas de desarrollo de los nematodos parásitos

Además de los caracteres morfológicos diagnósticos que agrupan a los géneros dentro de una familia, el ciclo de vida también es importante dentro de ella, ya que la caracteriza. De manera general, los ciclos de vida se clasifican en monoxenos o heteroxenos. El ciclo monoxeno (directo) no requiere de hospederos intermediarios y puede ser continuo o discontinuo. En los ciclos monoxenos continuos, la reproducción ocurre en el hospedero definitivo hasta llegar a la siguiente generación; los ciclos discontinuos ocurren en especies cuyos huevos están embrionados al salir del adulto y se mantienen en el hospedero definitivo ya sea en la mucosa, en la sangre u otros tejidos; o bien, que sean expulsados y se desarrollen en el medio hasta la maduración del estadio infectivo, el cual, posteriormente penetrará al hospedero definitivo para completar el ciclo (Chitwood & Chitwood, 1974).

En el caso de los ciclos heteroxenos (indirecto), estrictamente requieren de al menos un hospedero intermediario para que se complete el ciclo y se conocen varios tipos: *Indirecto pasivo*, en el cual huevos embrionados son ingeridos por el hospedero intermediario (en el que se desarrolla el huevo hasta el estadio tres), que será alimento del hospedero definitivo, en el que se desarrollará el adulto, estableciéndose en el órgano de conveniencia, por medio de migración tisular; el ciclo *Indirecto activo* es aquel en el que el hospedero intermediario se alimenta de huevos y en él se desarrolla la larva o las larvas libres penetran al hospedero por medio de la piel, como es el caso de las filarias. El ciclo *Indirecto doble* es en el que las larvas utilizan dos o más hospederos intermediarios (Chitwood & Chitwood, 1974).

Existen diversas rutas de infección: *penetración* por parte del estadio tres directamente en el hospedero definitivo, *ingestión* de huevos o de larva tres (L₃) establecidos en el hospedero intermediario; *inyección* del estadio tres por medio de sangre transmitido por vectores (e.g. filarias); *autoinfección* por parte del hospedero definitivo y por *transmisión transplacental* o *transmamaria* también por parte del hospedero definitivo (Morand & Arias-González, 1997).

Sistemática y evolución

A pesar de que el phylum Nematoda es monofilético -incluye organismos triploblásticos, protostomados, blastocelomados, de simetría bilateral, con cuerpo cilíndrico sin segmentación, que presentan una cutícula protéica que les confiere protección y les permite moverse, entre otras- (García-Prieto *et al.*, 2014) las relaciones evolutivas del grupo con otros organismos están lejos de ser claras. Originalmente, los nematodos se clasificaron junto con los rotíferos y Nematomorfos en el Phylum Asquelminthes. Sin embargo, Cobb (1919) lo establece como Phylum tras la creciente evidencia de que las aparentes similitudes morfológicas eran superficiales, estaban mal interpretadas o había una mala analogía con el tamaño entre estos tres grupos, lo cual se afirma con recientes evidencias moleculares, que apoyan la premisa de que los nematodos representan un phylum independiente (Hodda, 2011).

Recientemente, diversos análisis moleculares sugieren la colocación del Phylum Nematoda dentro del superphylum Ecdysozoa, junto con los Artrópodos, el cuál reúne a todos los animales que presentan ecdisis, estableciendo al Phylum Nematomorpha, como grupo hermano del Phylum Nematoda (Aguinaldo *et al.*, 1997; De Ley & Blaxter, 2002; Telford *et al.*, 2007; Bert *et al.*, 2011).

Con base en la clasificación establecida por Adamson (1987) los nematodos se catalogan en dos grandes grupos: Clase Secernentea (Phasmidea) y Clase Adenophorea (Aphasmidea) considerando la presencia o ausencia de fasmidios respectivamente.

La Clase Secernentea, tiene a la subclase Chromadorea y se divide en doce órdenes (Araeolaimida, Ascaridida, Chromadorida, Desmodorida, Desmoscolecida, Diplogasterida, Monhysterida, Oxyurida, Rhabditida, Rhigonematida, Strongylida y Spirurida), mientras que la Clase Adenophorea, con la Subclase Enoplia, solo cuenta con el orden Enoplida (Hodda, 2011).

No obstante de que las relaciones evolutivas no son muy claras, se infiere que el Phylum Nematoda es un linaje muy antiguo, sin embargo es difícil sustentar esta postura, debido al insuficiente registro fósil consecuencia del tamaño tan pequeño y la falta de estructuras anatómicas duras que permitan su fosilización; los registros más antiguos datan desde 20 hasta 120 millones de años de nematodos preservados naturalmente en ámbar (Poinar, 1983).

Muchas especies de nematodos abundan en el mar y cerca de manantiales de azufre, lo que asemeja a los ambientes antiguos en el planeta, además, muchas especies del Phylum parecen poseer la capacidad para metabolizar anaeróticamente (como los parásitos de mamíferos) lo cual es un indicio de que es una condición ancestral, motivo por el cual se considera característica del medio, similar a las primeras etapas de vida en la tierra (Bryant *et al.* 1983; Hodda, 2011).

La evolución convergente de caracteres en clados independientes, es una de las evidencias de adaptación (Morrone, 2011). No obstante, es la evolución convergente uno de los fenómenos observados en la filogenia de los nematodos, ya que es difícil encontrar una característica morfológica o ecológica, que no se haya presentado al menos dos veces durante su historia evolutiva, lo cual, a su vez, puede ser una explicación de la diversidad de especies y la volatilidad [o inestabilidad] en la sistemática del grupo (Bert *et al.*, 2011)

La comprensión de la historia filogenética tras la adquisición de fenotipos específicos asociados al parasitismo exitoso, es una forma más completa de apreciar la evolución, mediante las adaptaciones que experimentan estos organismos al adecuarse a diferentes hospederos (Bert *et al.*, 2011).

Importancia de los nematodos parásitos

El phylum Nematoda se ha caracterizado por las diversas formas de vida parásita que presenta, siendo los parásitos de plantas los más estudiados por los daños que causan en la agronomía, afectando cultivos de importancia económica como los de leguminosas, granos, yuca, coco, caña de azúcar, papa, hortalizas, entre otros (Sasser & Freckman, 1987; Agrios, 2005).

Recientemente, los nematodos parásitos entomopatógenos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae se han utilizado como insecticidas biológicos contra plagas perjudiciales, tanto de plantas como de suelo (Kaya & Gaugler, 1993).

Existen numerosas especies de nematodos parásitos de vertebrados que han resultado de particular interés por su importancia veterinaria y agropecuaria, por las repercusiones en la salud de los animales, cómo es el caso *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus axei*, *Ostetagia* spp, *Cooperia* spp, entre otras, parásitos de bovinos (Cassar-Fernández, 1984).

Otro campo ampliamente estudiado es el médico, principalmente los trabajos sobre aquellos nematodos causantes de zoonosis parasitarias de gran impacto en la salud humana, como la oncocercosis, causada por el nematodo *Onchocerca volvulus* (Rodríguez-Pérez, 2006), la elefantiasis causada por la filaria *Wuchereria bancrofti* (Triteeraprapab, 1998) o la Gnathostomiasis, causada por algunas especies del género *Gnathostoma* sp. (Lamothe-Argumedo, 2003). Las enfermedades causadas por nematodos parásitos han constituido una problemática multifactorial en la que intervienen cuestiones ecológicas, inmunológicas, genéticas, fisiológicas, nutricionales, económicas e incluso, culturales (Botero & Zuluaga, 2001).

III. ANTECEDENTES

El concepto de megadiversidad solo se aplica a un número reducido de países, es decir, aquellos que contienen un alto porcentaje de las especies que habitan el planeta. De los más de 170 países existentes, 111 se encuentran situados parcialmente en los trópicos, de los cuales aproximadamente 12 albergan entre el 60 y el 70 % de la diversidad biológica registrada y México es uno de ellos, junto con Brasil, Colombia e Indonesia (Sarukhán & Dirzo, 1992).

La República Mexicana ocupa el segundo lugar tanto en el número de especies de reptiles como en el de mamíferos (Flores-Villela & Canseco Márquez, 2004; Ceballos & Oliva, 2005) y el cuarto en anfibios y plantas (Sarukhán & Dirzo, 1992).

Uno de los factores que determinan que México sea considerado un país megadiverso, además de su posición geográfica, es el alto número de endemismos que se presentan; por ejemplo, en México habitan 525 especies de mamíferos, de las cuales 161 son exclusivas del país (Llorente-Bousquets & Ocegueda, 2008).

Biología del hospedero bajo estudio

Clasificación Taxonómica

Dominio Eukarya

Reino Animalia Linnaeus, 1758

Phylum Chordata Bateson, 1885

Subphylum Vertebrata Cuvier, 1812

Clase Mammalia Linnaeus, 1758

Subclase Theria Parker & Haswell, 1897

Orden Didelphimorphia Gill, 1872

Familia Didelphidae Gray, 1821

Género *Didelphis* Linnaeus, 1758

Especie *D. virginiana* Kerr, 1792

Especie *D. marsupialis* Linnaeus, 1758

Género *Philander* Brisson, 1762

Especie *P. opossum* Linnaeus, 1758

Generalidades

Los mamíferos son muy importantes desde muchas perspectivas; geográficamente, se sabe que habitan todas las regiones del planeta y en diferentes climas, su presencia se ha registrado desde los océanos hasta las regiones polares, incluso en desiertos y zonas tropicales; ecológicamente, por su biomasa y funciones dentro de los ecosistemas, ya que son parte esencial de éstos, debido a su presencia en todos los niveles de la cadena trófica, desde consumidores primarios como los herbívoros, hasta depredadores como los carnívoros; además, la diversidad de especies y géneros de los órdenes de mamíferos puede ser tomada como un indicador de su diversidad ecotípica (Borroto-Páez *et al.*, 2011).

En nuestro país, la fauna mastozoológica está constituida por 525 especies distribuidos en 291 géneros, 47 familias y 12 órdenes (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005; Wilson & Reeder, 2005).

Diversidad

El orden Didelphimorphia comprende a la mayoría de los marsupiales en América Latina; está constituida por tres familias: Marmosidae, Caluromyidae y Didelphidae. La familia Didelphidae presenta 12 géneros y 76 especies de las que destacan los diferentes tipos de Tlacuaches. Tienen una distribución amplia a lo largo del continente, con mayor representatividad en Sudamérica, lugar en el que se surgieron hace aproximadamente 120 millones de años, dando origen a las demás familias de marsupiales (Eisenberg, 1981; Vaughan, 2010). Los didélfidos han tenido diversas variaciones morfológicas y etológicas como parte de su adaptación a hábitats muy variados en los que explotan diferentes recursos, permitiendo así, la coexistencia de diferentes especies de la familia en el mismo nicho (Hunsaker, 1977).

Dentro de los didélfidos, las especies *D. marsupialis* y *D. virginiana* se distinguen de las otras por ser marsupiales de tamaño mediano; tienen dos capas de pelo, una densa y otra corta y presentan coloraciones que varían según el lugar que habitan; por ejemplo, los que se encuentran en bosque tropicales suelen ser oscuros, en coloraciones café o negro, mientras que los que están en zonas secas, tienen el pelaje gris. Las medidas corporales de los individuos de estas especies oscilan entre los 645 y los 1017

mm de longitud y su peso se estima entre los 2 y 3 kg. Suelen ser considerados como animales neotropicales. Por su parte, *Philander opossum*, es un didélfido pequeño y de cuerpo delgado, con medidas corporales que van de los 530 a los 610 mm y su peso máximo alcanza los 500 gr (Adler *et al.*, 2012; Cuaron *et al.*, 2012; Siciliano-Martina, 2013).



Figura 6. Hospederos bajo estudio: (1) *Didelphis marsupialis*, (2) *D. virginiana* y (3) *Philander opossum*

Las especies *D. marsupialis*, *D. virginiana* y *P. opossum* pueden habitar zonas húmedas o secas como bosques tropicales, bosques de galería, claros y zonas de vegetación densa e incluso en basureros, debido a que son especies que se han adaptado a los ambientes alterados por los humanos. En general, son organismos de hábitos nocturnos, siendo el pico de actividad entre las 19:00 y 2:00 hrs, aunque hay registros que muestran que también se alimentan durante el día (O'Connell, 2006). Son principalmente terrestres, aunque también hay individuos arborícolas y se caracterizan por ser buenos trepadores. Viven en madrigueras subterráneas, huecos de árboles o en nidos sobre ramas. Suelen ser agresivos ante situaciones de estrés, motivo por el cual se les considera como solitarios y antisociales (Simpson, 1974).

Un mecanismo de defensa que los tlacuaches presentan 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 poder sobrevivir (Pasteur, 1982).

² Autor: Esteban Alzate Basto en Naturalista (CONABIO)*

³ Autor: Jessie Hirsch en Naturalista (CONABIO)*

⁴ Autor: Juan Cruzado Cortés en Naturalista (CONABIO)*

* <http://conabio.inaturalist.org>

Por la dieta variada que tienen, son considerados como generalistas, ya que se alimentan de aves, mamíferos, insectos, plantas, frutos e incluso restos de basura. Dentro de los mamíferos, son considerados como buenos dispersores de semillas y como animales de importancia zoonótica, ya que son clave en los ciclos de vida de algunos protozoarios de importancia en la salud pública como *Trypanosoma cruzi* y *Leishmania infantum* debido a que son reservorios de los mismos (Coll-Cárdenas, 1999).

Distribución potencial

En México, *Didelphis marsupialis* se distribuye a partir del sur de Tamaulipas y del oriente de San Luis Potosí hasta la Península de Yucatán, mientras que *D. virginiana*, se encuentra en todo el país, excepto en la península de Baja California y la meseta central. Por su parte, la distribución de *Philander opossum* comprende desde el sur de Tamaulipas, extendiéndose por todo el sureste mexicano, siendo ésta zona del país, la región donde convergen simpáticamente las tres especies bajo estudio (Arcangeli-Álvarez, 2010; Cervantes, *et al.*, 2010). Las tres especies habitan en la selva alta y baja, áreas de vegetación secundaria, zonas de cultivo y en los hogares de los pobladores y sus alrededores, debido en gran medida a su capacidad adaptativa a cualquier ambiente (Ceballos & Oliva, 2005).

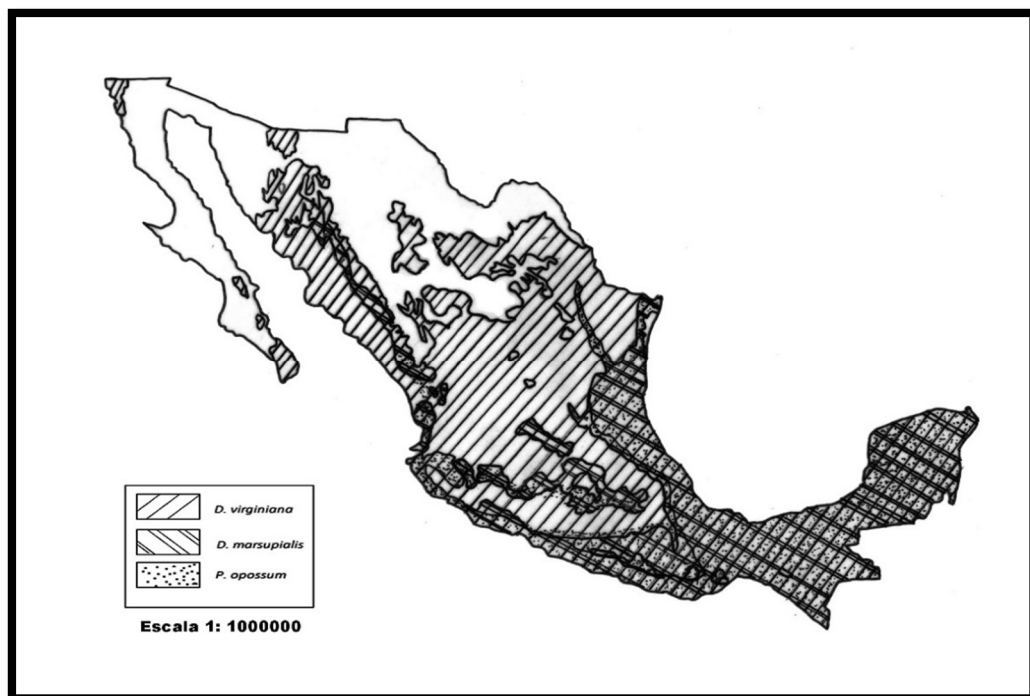


Figura 7. Distribución potencial de *D. marsupialis*, *D. virginiana* y *P. opossum* en México (Tomado y modificado de Ceballos *et al.*, 2006 en Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, CONABIO).

REGISTRO HELMINTOLÓGICO

En México, 1145 vertebrados han sido estudiados desde un enfoque helmintológico; dentro de los vertebrados como hospederos, el grupo mejor representado son los peces (674 especies estudiadas), seguido por reptiles (153), aves (134), mamíferos (121) y en último lugar, anfibios (63). En cuanto a especies de helmintos, para nuestro país se han descrito 1039 especies en peces, 162 en anfibios, 241 en reptiles, 268 en aves y 336 en mamíferos (Pérez-Ponce *et al.*, 2010; García-Prieto *et al.*, 2012).

A pesar de que se han registrado 336 especies de helmintos en mamíferos, el estudio de estos vertebrados como hospederos es aún incompleto, debido principalmente a la dificultad para la captura de los hospederos, así como por la dificultad de obtener muestras numerosamente representativas, dada por la complejidad en conducta que presentan, lo cual contrasta principalmente con otros grupos de hospederos, mejor representados, como los peces (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2010).

Para nuestro país, de los 336 taxones de helmintos registrados en mamíferos, 53 son trematodos, 46 cestodos, 11 acantocefalos, 225 nematodos y 1 hirudineo. Estos fueron recolectados en 136 taxa de mamíferos silvestres, de los que 123 fueron determinados a nivel de especie, 12 son taxones indeterminados, y una especie de mono introducida. Los helmintos registrados para este grupo de vertebrados, provienen de 241 localidades de todos los estados de la República con excepción de Aguascalientes, que no tiene registros helmintológicos para el grupo (García-Prieto *et al.*, 2012).

Una de las familias con mayor número de registros helmintológicos en nuestro país es Didelphidae, que incluye a las especies de tlacuaches terrestres: *D. marsupialis*, *Didelphis virginiana* y *Philander opossum*, parasitadas por 16, 30 y 17 taxa de helmintos, respectivamente, además de nueve especies de parásitos que se han registrado en *Didelphis* indeterminados (García-Prieto *et al.*, 2012). De manera particular, la dominancia en cuanto a registros de helmintos en tlacuaches la tienen los nematodos con 38, seguido de los trematodos con 19, de los acantocéfalos con ocho y de cestodos con siete (García-Prieto *et al.*, 2012).

Respecto a la diversidad de nematodos en las tres especies de didélfidos bajo estudio, se tienen 161 registros para el phylum, que corresponden a 20 taxa. Del total de registros la mayoría se encuentran en estadio adulto, a excepción de las larvas de

Gnathostoma sp. y *Gnathostoma turgidum* registradas en el hígado de *D. marsupialis*, *D. virginiana* y *P. opossum*. En cuanto a los microhábitat, el estómago es el predominante con 85 registros, seguido del intestino con 55, hígado con ocho, ciego intestinal con seis, cuatro para pulmones y uno para venas mesentéricas y musculatura, respectivamente. Se observa la presencia de *Cruzia tentaculata*, *Gongylonema mexicanum* y *Turgida turgida* parasitando los tres tlacuaches de interés, así como en tlacuache identificado hasta nivel genérico.

IV. JUSTIFICACIÓN

Conocer la biología, ecología y diversidad de los nematodos parásitos nos permite inferir los mecanismos de infección, los patrones de los ciclos de vida y las asociaciones que establecen con sus hospederos, lo cual es clave para estudios posteriores sobre otras áreas de la parasitología, como la inmunología y epidemiología (para aquellos de importancia médica y veterinaria) o establecer antecedentes para estudios más completos sobre aspectos ecológicos a distintos niveles (e. g. infracomunidades e infrapoblaciones) y sobre todo, son la base para estudios con enfoques sistemáticos y biogeográficos que nos permitan conocer más sobre los nematodos parásitos y su historia evolutiva.

La amplia distribución en México de las especies de didélfidos y las especies de nematodos que se han registrado en ellos (hasta la fecha) resultan fundamentales para la elaboración de un estudio particular de este grupo de helmintos asociados a las tres especies de tlacuaches, caracterizándolos morfológicamente, tanto a nivel de microscopía óptica como de barrido.

El presente trabajo incluye el estudio de las especies de nematodos asociados a *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander opossum*, y se abordan varios aspectos: 1) la elaboración del listado de las especies que las parasitan; 2) la relación que existe entre los helmintos y los hábitos alimenticios y/o conductuales de estos didélfidos; 3) las vías de infección que presentan; 4) la distribución de nematodos asociados a estos mamíferos; 5) el posible registro de nuevas especies, así como la diagnosis de los taxones de helmintos registrados para las especies, y 6) la posibilidad de encontrar nuevos caracteres ultraestructurales en las especies, lo cual es de gran importancia para incrementar el conocimiento de la morfología de los nematodos parásitos de la familia Didelphidae, los mamíferos y la biodiversidad en general.

V. OBJETIVOS

General

Registrar y caracterizar la fauna de nematodos presente en tres especies de tlacuaches en diferentes localidades de México.

Particulares

- Evaluar y proponer los caracteres diagnósticos de las especies de nematodos que parasitan a *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander oposum* en diferentes localidades del país.
- Analizar mediante microscopía óptica y de barrido los caracteres que han definido las diagnosis de las especies encontradas para los didélfidos.
- Contribuir con los registros y actualizar las especies de nematodos parásitos de tlacuaches en México.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

Se recolectaron tlacuaches terrestres de las especies (*Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander opossum*) en once localidades, correspondientes a siete estados del país y el Distrito Federal, durante 2011, 2012 y 2013, mismas que se describen a continuación, con información del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal⁵.

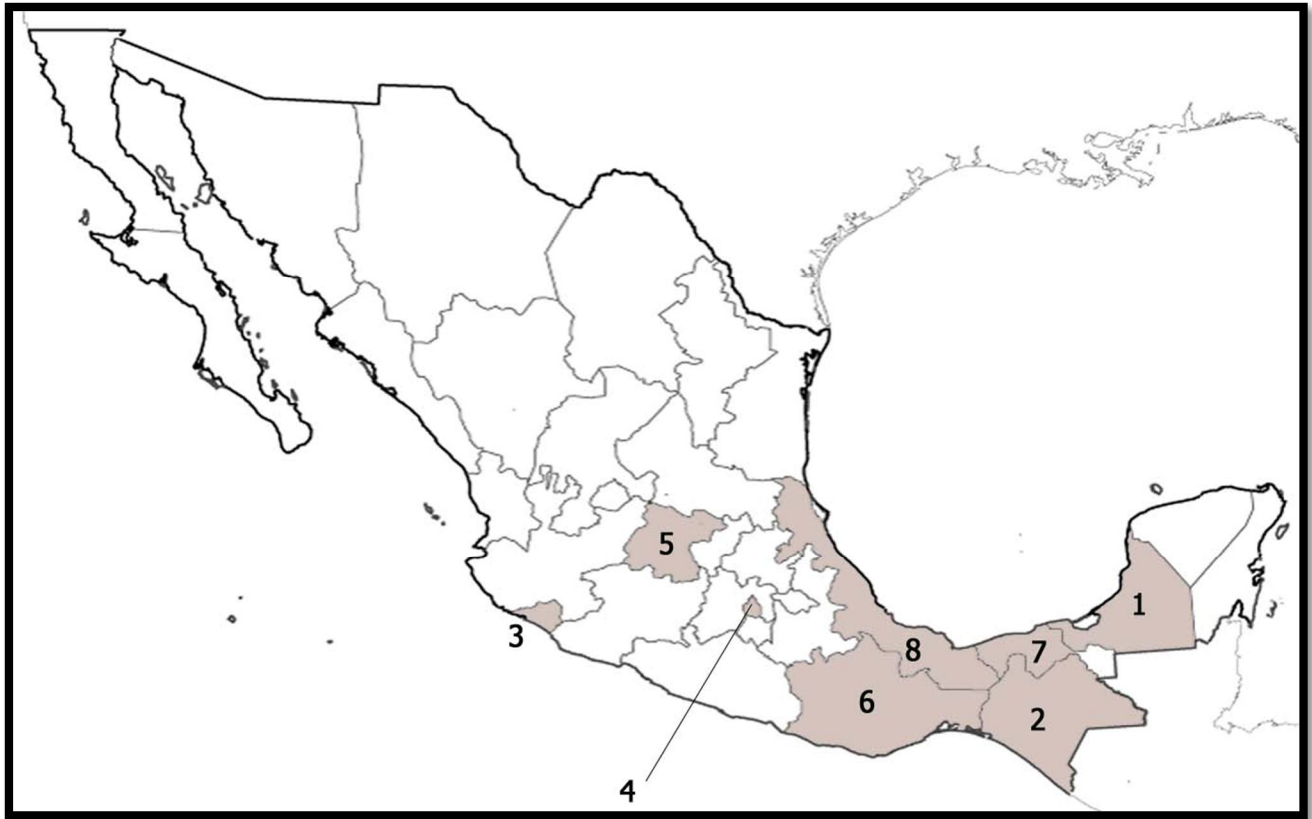


Figura 8. Estados muestreados para la recolecta de tlacuaches.

(1: Campeche (Escárcega), 2: Chiapas (Arriaga y Tapachula), 3: Colima (Colima), 4: Distrito Federal (Reserva del Pedregal de San Ángel), 5: Guanajuato (Irapuato), 6: Oaxaca (San Miguel Soyaltepec), 7: Tabasco (Teapa y Villahermosa), 8: Veracruz (Los Tuxtlas y Tlacotalpan)

⁵ Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2013) "Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México", actualizado al 9 de abril de 2013.

Localidades

1. CAMPECHE

Localidad: *Escárcega*

Coordenadas: 18° 37' 0" N, 90° 43' 0" W

Altitud: 82 msnm

Características: Escárcega se encuentra al este del estado de Campeche; colinda con los municipios de Chumpan, Candelaria, Cd. Del Carmen, Sabancuy y con la Reserva de la Biosfera de Calákmul. En el municipio convergen importantes cuencas hidráulicas, la Laguna de Términos, perteneciente a la región Grijalva-Usumacinta. Presenta un clima cálido subhúmedo (Aw 1 y 2), con temperaturas promedio que fluctúan entre los 23° y 26 ° C. La vegetación característica que existe en el municipio es la típica de las selvas mediana superperennifolia y baja subperennifolia.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (3), *D. marsupialis* (1).

2. CHIAPAS

Localidad: *Arriaga*

Coordenadas: 16° 14' N; 93° 54' O

Altitud: 60 msnm

Características: Arriaga se localiza entre los límites de la Sierra Madre y de la Llanura costera del Pacífico. Limita con los municipios de Cintalapa, Jiquilpas, Villaflores, Tonalá y con el estado de Oaxaca. Las principales cuencas hidrológicas son los ríos Lagartero, Arenas y Rosario. Predomina un clima cálido subhúmedo, siendo 27° su temperatura media anual y alcanzan 2000m³ de ppa. Predominan especies de selva mediana, siendo un lugar rico en flora y fauna.

Hospederos recolectados en la localidad: *Didelphis* sp. (5), *D. virginiana* (1) y *P. opossum* (11).

Localidad: *Tapachula*

Coordenadas: 14° 54' N, 92° 16' O

Altitud: 160 msnm

Características: Tapachula limita al norte con el municipio de Motozintla, al noroeste con Guatemala, al este con los municipios de Cacaoatán, Tuxtla Chico, Frontera Hidalgo y Suchiate, al oeste con Tuzantán, Huehuetán, al suroeste con Mazatán, al sur con el Océano Pacífico. Predomina un clima cálido-húmedo, con temperatura promedio de 26°C con abundantes lluvias, sobre todo en verano. Presenta vegetación abundante y característica de la selva alta y baja caducifolia, así como bosque de pino-encino y páramo de altura.

Hospederos recolectados en la localidad: *Didelphis* sp. (2), *D. virginiana* (3), y *D. marsupialis* (2).

3. COLIMA

Localidad: *Ciudad de Colima*

Coordenadas: 19° 5' 48" N, 103° 57' 39" O

Altitud: 550 msnm

Características: La Ciudad de Colima colinda con los municipios de Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Tecomán, Coquimatlán y Villa de Álvarez. Presenta un clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 25° C y una precipitación media anual que oscila entre los 800 y 1000 mm. Predomina vegetación de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia. El municipio cuenta con los ríos Colima, El Salado y Coahuayana.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (6)

4. DISTRITO FEDERAL⁶

Localidad: *Pedregal de San Ángel*

Coordenadas: 19°20'11" N, 99°10'15"O

Altitud: 2268 msnm

Características: El pedregal de San Ángel forma parte de la reserva ecológica del mismo nombre, que se encuentra en Ciudad Universitaria, en la delegación Coyoacán. Presenta un clima templado subhúmedo (Cb(w1)w), con una temperatura media anual de 15.6°C y

⁶ Esta localidad se incluyó en el estudio, a pesar de que no se realizó un muestreo directo, debido a que se revisaron dos ejemplares atropellados.

una ppma de 833 mm. Predomina el matorral xerófilo de alta elevación y presenta suelo escaso y poco profundo.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (2)

5. GUANAJUATO

Localidad: *Rincón de Martínez, Irapuato*

Coordenadas: 20° 40' N, 101° 21' W

Altitud: 1,730 msnm

Características: Irapuato colinda con los municipios de Pueblo Nuevo, Abasolo, Romita y Salamanca. La principal región hidrológica es Lerma-Chapala-Santiago. Presenta un clima subhúmedo, con variaciones semi-cálidas a semi-secas a lo largo del año. La temperatura media anual es 19° y la ppma es de 800 mm.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (2).

6. OAXACA

Localidad: *Cerro del Tepezcuintle, San Miguel Soyaltepec*

Coordenadas: 18°15' N, 96°24' O

Altitud: 40 msnm

Características: San Miguel Soyaltepec colinda con los municipios de Acatlán de Pérez Figueroa, San Lucas Ojitlán, San Felipe Jalapa de Díaz y San Juan Bautista Tuxtepec. Se caracteriza por ser zona motañosa, que se extiende a partir del Pico de Orizaba, siendo el Cerro del Tepezcuintle, uno de los más representativos del lugar. Las principales fuentes hidrológicas son los ríos Arroyo, Chichicazapa, Amapa y Tonto, además de la presa Miguel Alemán. Presenta un clima cálido húmedo y seco, presentando una temperatura media anual de 25° C y ppma de 2680 mm.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (2).

7. TABASCO

Localidad: *Teapa*

Coordenadas: 17°34'N; 92°57' O

Altitud: 72 msnm

Características: El municipio limita con los municipios de Jalapa y Tacotalpa y con el estado de Chiapas. Es una zona intermedia entre la planicie pluvial y la sierra de Tabasco, en la que se localizan cerros de gran importancia para el estado como El Coconá, en el que se encuentran las grutas que llevan el mismo nombre y es un área de protección ecológica. Teapa se encuentra en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y cuenta con los ríos Teapa, Puyacatengo, Pichucalco y la laguna de Sitio Grande. El clima predominante es cálido húmedo con lluvias todo el año; presenta una temperatura media anual de 27.8 ° C, alcanzando una precipitación media anual de 569.7 mm. Este es el municipio con mayor pp anual en el país. Presenta vegetación de selva alta con alta representatividad de fauna en peligro de extinción como las diferentes especies de mono, el tepescuintle y la nutria.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. marsupialis* (3).

Localidad: *Villahermosa*

Coordenadas: 18°37' N, 95°40'O

Altitud: 10msnm

Características: Villahermosa se encuentra al centro del estado y colinda con los municipios de Nacajuca, Centla, Jalpa de Méndez, Cárdenas y con el estado de Chiapas. Los principales ríos son el Grijalva con sus afluentes, los ríos Samaria, Carrizal y Viejo. El clima predominante es cálido-húmedo con abundantes lluvias, teniendo una temperatura media anual de 29.8°C y 300mm de precipitación media anual. Aún con la devastación ecológica que ha sufrido este municipio, presenta vegetación y fauna característica de selva media perennifolia.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (3)

8. VERACRUZ

Localidad: *Tlacotalpan*

Coordenadas: 18°37' N, 95°40'O

Altitud: 10msnm

Características: Tlacotalpan se encuentra ubicado en el sureste del estado de Veracruz. Limita con los municipios Alvarado, Lerdo de Tejada, Isla y Cosamaloapan. Los cuerpos de agua más representativos del lugar son los ríos San Juan y Tuxpan, que son vertientes

provenientes del río Papaloapan. El clima es cálido-húmedo, con una temperatura media anual de 25.1°C y una precipitación media anual de 18.3 mm. La vegetación predominante es la selva baja caducifolia y los manglares en la zona más baja del municipio.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (2), *P. opossum* (3), *D. marsupialis* (8).

Localidad: San Andrés Tuxtla

Coordenadas: 18° 27' N, 95° 13' O

Altitud: 300 msnm

Características: Dentro de esta localidad, se muestreó en dos puntos: Laguna Escondida y en la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”. San Andrés Tuxtla se ubica en la zona sur del Estado, en la Sierra de San Martín. Colinda al norte con el Golfo de México; al este con Catemaco; al sur con Hueyapan de Ocampo y al oeste con los municipios de Santiago Tuxtla y Angel R. Cabada. Se caracteriza por presentar un clima cálido-húmedo, donde la temperatura máxima es 27.3 °C y la mínima es 21.5°C, tiene una precipitación anual de más de 4500 mm y está localizada en una zona aluvial formada por las cuencas del río Papaloapan. La vegetación dominante es la presente en la selva alta perennifolia y sus derivadas. Por su gran diversidad biológica, tanto de plantas, hongos, invertebrados y vertebrados, la Estación de Biología Tropical es un área natural protegida, que presta servicios para el desarrollo de investigaciones sobre las especies que están albergadas en ella.

Hospederos recolectados en la localidad: *D. virginiana* (3), *P. opossum* (2), *D. marsupialis* (3).

Colecta de hospederos

Se realizaron capturas por medio de trampas Tomahawk®, colocadas en las zonas de muestreo por las noches, mientras que algunos ejemplares fueron encontrados atropellados y se les consideró dentro de este estudio, debido a que se encontraban en condiciones adecuadas para su revisión. En las trampas se colocaron distintos tipos de cebo, tales como sardina y frutas. Los individuos colectados murieron mediante una sobredosis de pentobarbital sódico.

Colecta de Helmintos

Los hospederos recolectados fueron sometidos a un estudio helmintológico, que comprendió desde la toma de datos morfométricos hasta la disección de los organismos mediante una abertura en la parte ventral del cuerpo, desde el marsupio al esternón en el caso de las hembras y de la zona genital al esternón en los machos. Para el estudio de helmintos, se revisó tanto la cavidad corporal, como todos los órganos internos: Esófago, estómago, intestino, ciego intestinal, bazo, riñones, gónadas, pulmones, hígado y corazón.

De los gusanos obtenidos, una parte se destinó a estudios morfológicos, para lo cual fueron fijados con formol 4% caliente y preservados en OH 70% y otros, se preservaron directamente en crioviales con OH 100% para estudios moleculares posteriores. Para observaciones en microscopio óptico, fue necesario transparentar en lactofenol o en glicerol 1:1 con alcohol al 70% y montar en preparaciones semipermanentes (Lamothe-Argumedo, 1997). La determinación específica de los helmintos se realizó por medio de literatura especializada y claves de identificación taxonómica (Anderson *et al.*, 1974).

Para cada una de las especies, se obtuvieron imágenes tanto en fotomicroscopio como en microscopía electrónica de barrido; además, los nematodos fueron esquematizados mediante una cámara clara adaptada a un microscopio óptico, todo esto con la finalidad de precisar estructuras clave en la diagnosis de cada uno de ellos. Los datos morfométricos para cada uno de los taxa de nematodos estudiados se registraron tanto para hembras, como para machos, registrando (según la especie) el intervalo o el valor promedio, de las características distintivas para cada sexo.

Procesamiento para MEB

Los nematodos sometidos a microscopía electrónica de barrido (MEB) fueron fijados y preservados convencionalmente, para posteriormente ser lavados con agua desionizada a diferentes tiempos. Después se deshidrataron en alcoholes graduados (80, 90 y 100%) para ser llevados a una fase de secado a punto crítico de CO₂; para el montaje, se recubrieron con oro-paladio para ser observados al alto vacío en el microscopio electrónico de barrido (Renau-Piqueras & Faura, 1994).

VII.RESULTADOS

Registro de hospederos

En este estudio se recolectaron **67** tlacuaches (7 *Didelphis* sp, 17 *D. marsupialis*, 27 *D. virginiana* y 16 *P. opossum*) en once localidades, correspondientes a ocho estados del país (Cuadro 1); Arriaga (Chiapas) y Tlacotalpan (Veracruz) resultaron las localidades con los tamaños de muestra más altos (17 y 13, respectivamente), para las tres especies de tlacuaches bajo estudio, sin embargo, *P. opossum* fue el hospedero con la n (11) más alta, en una sola localidad (Arriaga, Chiapas).

Cuadro 1. Número de hospederos recolectados por localidad

Estado	Localidad	Hospedero			
		<i>Didelphis</i> sp.	<i>D. marsupialis</i>	<i>D. virginiana</i>	<i>P. opossum</i>
Campeche	Escárcega	0	1	3	0
Chiapas	Arriaga	5	0	1	11
	Tapachula	2	2	3	0
Colima	Cd. de Colima	0	0	6	0
Distrito Federal	Pedregal de San Ángel	0	0	2	0
Guanajuato	Irapuato	0	0	2	0
Oaxaca	San Miguel Soyoltepec	0	0	2	0
Tabasco	Teapa	0	3	0	0
	Villahermosa	0	0	3	0
Veracruz	Tlacotalpan	0	8	2	3
	Los Tuxtlas	0	3	3	2

Registro helmintológico

La composición de la nematofauna asociada a las tres especies de tlacuaches estudiados asciende a diez taxa de nematodos, distribuidos en diez géneros y siete especies (Cuadro 2)

Cuadro 2. Nematodos parásitos de tres especies de tlacuaches mexicanos*

Familia	Taxón	Hábitat
Aspidoderidae	<i>Aspidodera raillieti</i> ^(A) (Travassos, 1913)	Intestino
Angiostrongylidae	<i>Didelphostrongylus hayesi</i> ^(A,H) (Prestwood, 1976)	Pulmones
Kathlaniidae	<i>Cruzia tentaculata</i> ^(A) (Rudolphi, 1819)	Ciego intestinal
Gnathostomatidae	<i>Gnathostoma turgidum</i> ^(L,A) (Stossich, 1902)	Estómago
Gongylonematidae	<i>Gongylonema sp.</i> ^(A)	Estómago
Trichuridae	<i>Trichuris didelphis</i> ^(A) (Babero, 1960)	Ciego intestinal
	<i>Capillariinae gen. sp.</i> ^(H)	Pulmones
Physalopteridae	<i>Turgida turgida</i> ^(A,L) (Rudolphi, 1819)	Estómago
Viannaiidae	<i>Viannaia viannai</i> ^(A) (Travassos, 1914)	Intestino
	<i>Travassostrongylus sp.</i> ^(A)	Intestino

*(A=Adulto, H= Huevo, L= Larva)

De las especies de tlacuaches muestreadas en este estudio, *D. virginiana* y *Didelphis sp.*, registraron siete taxa de nematodos, mientras que *P. oposum* cinco y *D. marsupialis* cuatro (Cuadro 2). Los nematodos *C. tentaculata*, *G. turgidum* y *V. viannai*

fueron las únicas especies compartidas entre las tres especies de tlacuaches bajo estudio más los tlacuaches no determinados hasta su epíteto específico (*Didelphis* sp.).

Cuadro 3. Nematodos registrados en las especies de tlacuaches bajo estudio

Taxa	Hospedero			
	<i>Didelphis</i> sp.	<i>D. marsupialis</i>	<i>D. virginiana</i>	<i>P. opossum</i>
<i>A. raillieti</i>			*	*
<i>D. hayesi</i>			*	
Capillariinae gen. sp		*	*	
<i>C. tentaculata</i>	*	*	*	*
<i>G. turgidum</i>	*	*	*	*
<i>Gongyлонema</i> sp.	*			
<i>T. didelphis</i>	*		*	*
<i>T. turgida</i>	*	*	*	
<i>Travassostrongylus</i> sp.	*			
<i>V. viannai</i>	*	*	*	*

(*=Presente en)

C. tentaculata es el nematodo que se encontró en un mayor número de hospederos (54) mientras que las especies *Gongyлонema* sp. y *Travassostrongylus* sp. sólo se colectaron en un hospedero cada una (Fig. 6).

Respecto a las localidades, los nematodos con mayor número de registros son *C. tentaculata* y *T. turgida*, debido a que se recolectaron en nueve de 11 localidades, lo que sugiere que ambos nematodos tienen una distribución más amplia respecto a las otras especies; por el contrario, *Capillariinae* gen. sp., *Gongyлонema* sp. y *Travassostrongylus* sp. únicamente se recolectaron en una localidad cada uno (Cuadro 4). Las localidades con mayor número de nematodos registrados en este trabajo fueron Los Tuxtlas (Veracruz), Escárcega (Campeche) y Arriaga (Chiapas).

Cuadro 4. Número de localidades en que se recolectó cada especie de nematodo

Nematodo	Hospedero			
	<i>Didelphis</i> sp.	<i>D. marsupialis</i>	<i>D. virginiana</i>	<i>P. opossum</i>
<i>A. raillieti</i>	0	2 ^{i,k}	0	1 ^k
<i>D. hayesi</i>	0	1 ^e	0	0
Capillariinae gen. sp.	0	1 ^a	1 ^a	0
<i>C. tentaculata</i>	2 ^{a,b}	9 ^{(a),c,d,e,f,g,i,j,k}	6 ^{a,c,h,i,j,k}	3 ^{b,j,k}
<i>G. turgidum</i>	1 ^b	3 ^{d,g,j}	1 ^h	0
<i>Gongylonema</i> sp.	1 ^c	0	0	0
<i>T. didelphis</i>	1 ^b	2 ^{a,d}	0	2 ^{j,k}
<i>T. turgida</i>	2 ^{b,c}	9 ^{a,b,c,d,e,f,i,j,k}	4 ^{a,c,j,k}	0
<i>Travassostrongylus</i> sp.	1 ^b	0	0	0
<i>V. viannai</i>	1 ^b	4 ^{a,c,d,k}	1 ^k	2 ^{b,j}

a) Escárcega, Campeche; b) Arriaga, Chiapas; c) Tapachula, Chiapas; d) Ciudad de Colima, Colima; e) Pedregal de San Angel, Distrito Federal; f) Irapuato, Guanajuato; g) San Miguel Soyaltepec, Oaxaca; h) Teapa, Tabasco; i) Villahermosa, Tabasco; j) Tlacotalpan, Veracruz; k) Los Tuxtlas, Veracruz.

Diagnosis

Phylum Nematoda Cobb 1919

Clase Chromadorea Inglis 1983

Orden Spirurida Railliet, 1914

Superfamilia Heterakoidea Inglis, 1967

Familia Aspidoderidae Skrjabin & Schikhobalova, 1947

Subfamilia Aspidoderinae Skrjabin & Schikhobalova, 1947

Género *Aspidodera* Railliet & Henry, 1912

Especie *Aspidodera raillieti* Travassos, 1913

Diagnosis: basada en 18 ejemplares (15 hembras y tres machos). Los nematodos de *A. raillieti* presentan estriaciones cuticulares transversales finas. En la extremidad cefálica poseen una dilatación cuticular con apariencia de cofia, armada con cordones cefálicos de la que desembocan seis asas longitudinales en cuyas ramas internas se reúnen las comisuras labiales (Lámina 1, Fig. a; Lám. 1.1, Fig a y b; Lám. 1.2-Fig b). En la superficie exterior presentan tres labios muy desarrollados, uno dorsal y dos ventrolaterales, estos últimos presentan un anfidio y un par de papilas cefálicas cada uno, conformando el vestíbulo oral. El esófago es largo y posee un bulbo posterior que lo conecta con el intestino. El poro excretor es muy evidente (Lám.1-fig a) y se sitúa en el segundo tercio de la región anterior, al nivel del anillo nervioso.

Los machos de *A. raillieti* presentan una cauda curva con dos espículas iguales y un gobernáculo. El número de papilas que se observan es variable, debido a la posición del gusano en la preparación de glicerina, motivo por el cual fue analizado en MEB (Lám. 1.2-Fig.d) y resultando (para este estudio) un total de diez pares papilas sexuales.

Las hembras presentan una vulva poco desarrollada situada en la región media del cuerpo. Los huevos tienen forma elíptica. El ano se encuentra en la región posterior que termina en una punta ligeramente curva (Lámina 1, Fig. b; Lámina 1.1, Fig. d).

Datos morfométricos (en mm):

Machos	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia a poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	# de espículas	Tamaño de las espículas	# de papilas caudales	Largo de la cauda	Ancho de la bursa o cauda
	5.95	0.655	0.735	0.51	0.03	1	1.17	10 pares	0.66-1.1	0.17-0.21
Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia a poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia a región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	6.14	0.45	0.905	0.585	0.51	media	2.6	0.923	0.29	0.19

Sitio de Infección: Intestino delgado anterior

Hospederos parasitados por la especie: 6 tlacuaches (*D. virginiana*: (1) Villahermosa, Tabasco; (3) Los Tuxtlas, Veracruz. *P. oposum*: (2) Los Tuxtlas, Veracruz

Número de nematodos recolectados: 17 (13 hembras, 2 machos, 1 larva y 1 ind. en OH100%)

Número (s) de Catálogo en CNHE: 8971, 8972, 8973

Distribución temporal:

Se registra por primera vez *A. raillieti* en el estado de Veracruz (Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”) para los hospederos *D. virginiana* y *P. oposum* y en Tabasco (Villahermosa) para la especie *D. virginiana*.

Registros previos en México:

Anteriormente, *A. raillieti* se registró para *Didelphis* sp. por Caballero-Caballero y Zerecero (1944), cuya identificación fue confirmada por Santos y colaboradores (1990) (García-Prieto *et al.*, 2012).

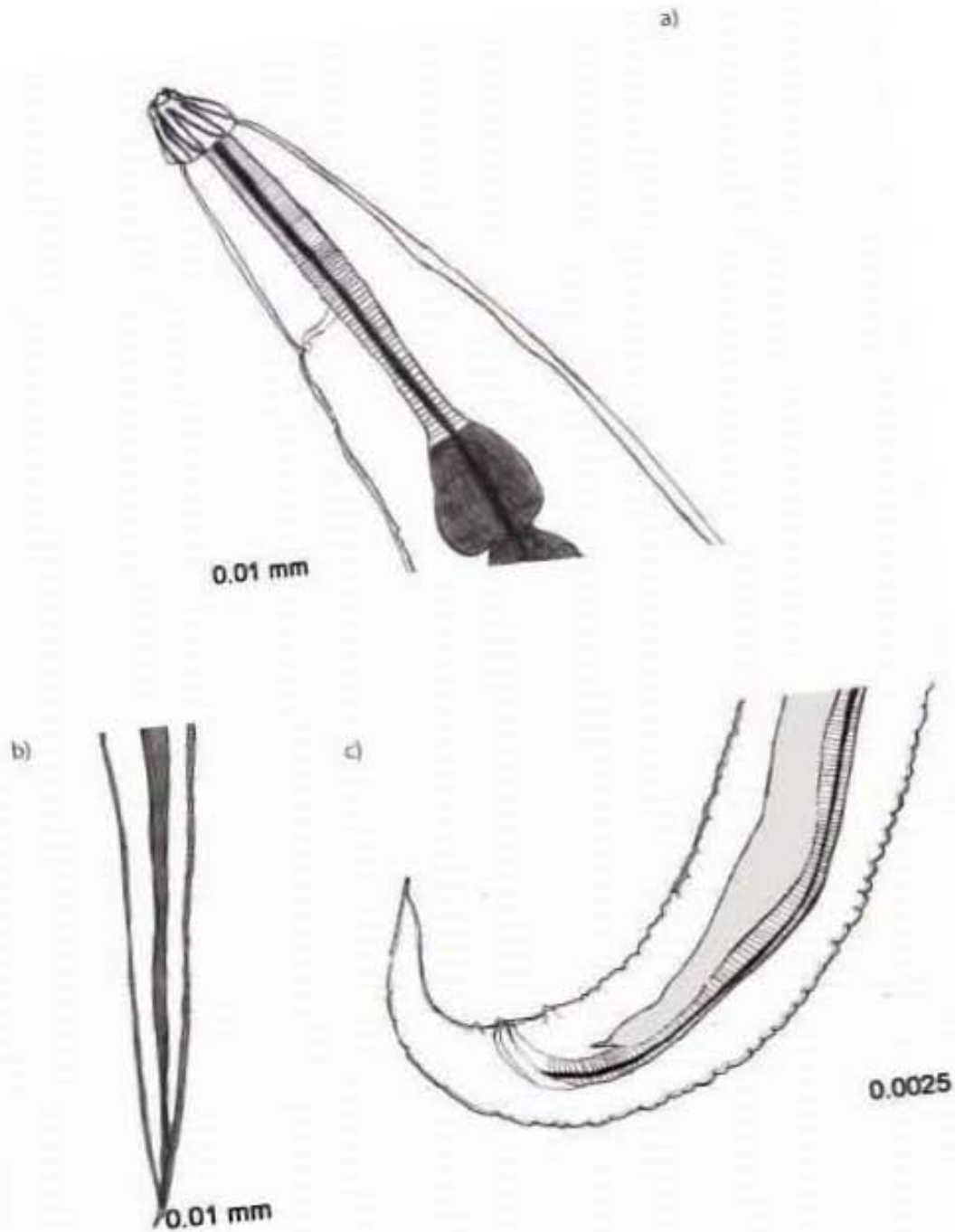


Lámina 1. *Aspidodera raillieti* (Cámara clara)

a) Región anterior de una hembra (10X), b) Parte posterior de una hembra (10X), c)
Región caudal de un macho (40X).

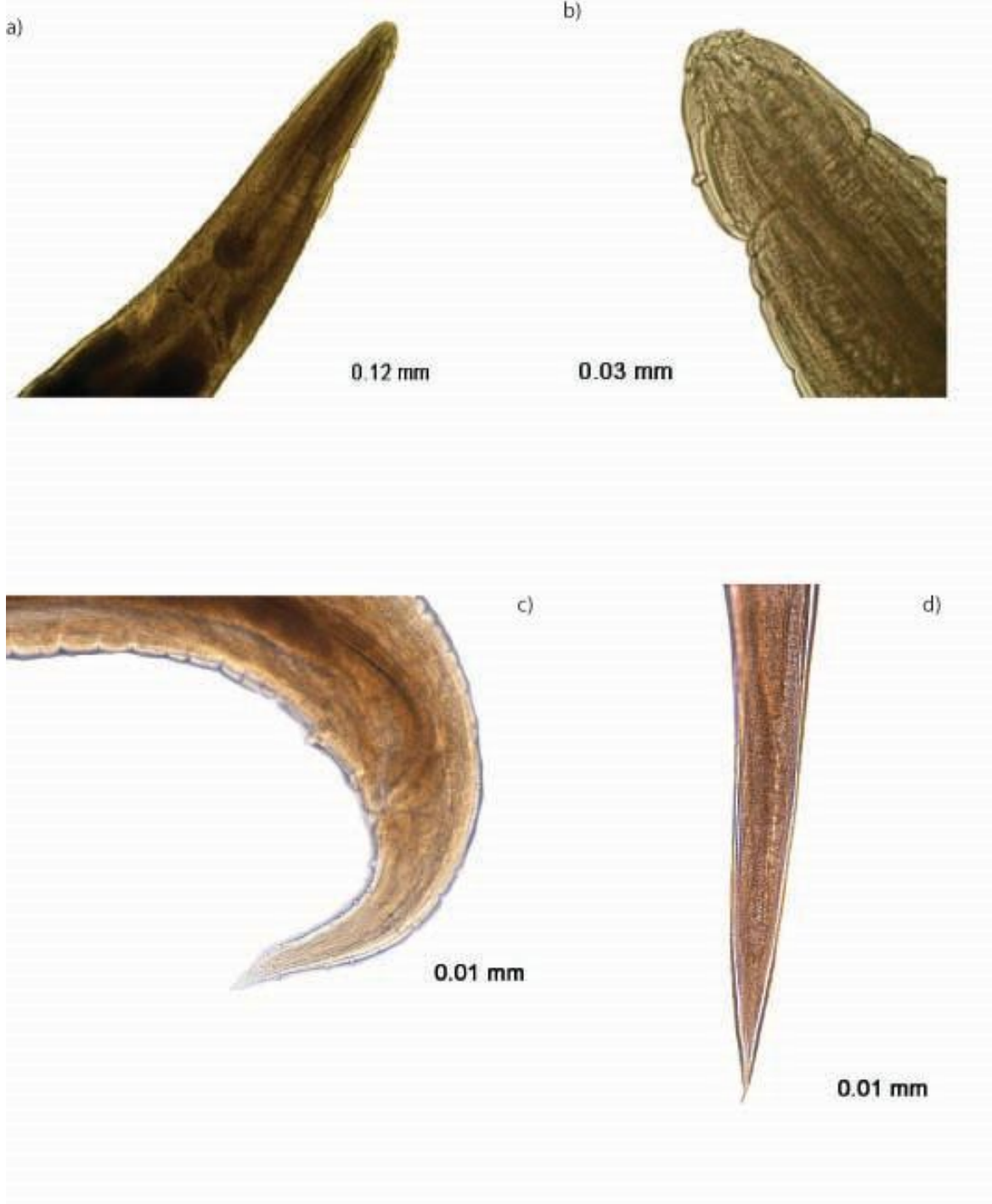


Lámina 1.1 *Aspidodera raillieti* (Foto-microscopio)

- a) Región anterior de un macho (10X), b) Región cefálica (40X), c) Región caudal de un macho (40X), d) Parte posterior de una hembra (40X)

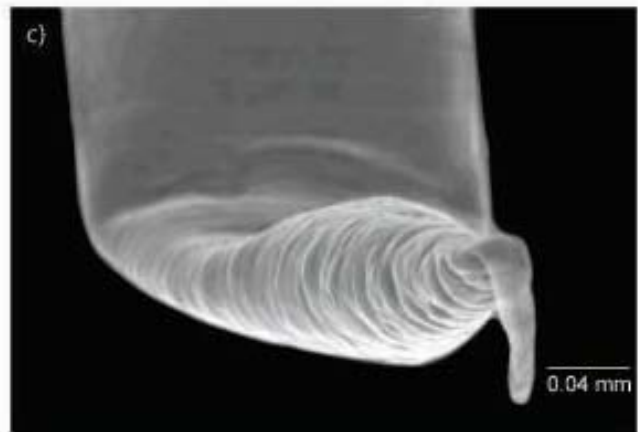


Lámina 1.2 *Aspidodera raillieti* (MEB)

a) Región anterior de un macho (10X), b) Región cefálica de una hembra (40X), c) Región caudal de un macho (40X), d) Cola de una hembra (40X)

Comentarios taxonómicos:

La familia Aspidoderidae presenta dos subfamilias: Lauriinae Skrjabin and Schikobalova, 1951 y Aspidoderinae Skrjabin and Schikobalova, 1947, comprendiendo entre sí, cinco géneros: *Aspidodera* Railliet & Henry, 1912, *Cheloniheterakis* Yamaguti, 1961, *Nematomystes* Sutton, Chabaud & Durette-Desset, 1980, *Lauroia* Proenca, 1938 y *Paraspidodera* Travassos, 1914 y alrededor de 27 especies (Chagas-Moutinho *et al.*, 2014).

El género *Aspidodera* incluye al menos doce especies (Cuadro 5), de las cuales las primeras 11 se habían descrito hasta 2013, sin embargo, a inicios de 2014, Chagas-Moutinho y colaboradores, presentan a *A. lanfredi* como la nueva especie del género. Todas las especies de *Aspidodera* presentan una amplia distribución a lo largo del continente americano, en diferentes países del neotrópico, desde México hasta Surinam, e incluso Estados Unidos (Gomes, 1979; Pinto *et al.*, 1982; Santos *et al.*, 1990).

Cuadro 5. Especies válidas incluidas en el género *Aspidodera*
(Modificado de Jiménez-Ruíz, 2004).

Especie	Hospedero tipo	Localidad tipo
<i>A.scoleciformis</i> (Diesing, 1861) Railliet & Henry, 1912	<i>Dasytus novemcintus</i>	Brasil
<i>A. ansirupta</i> Proença, 1937	<i>D. novemcintus</i>	Lassance, Minas Gerais, Brasil
<i>A. subulata</i> (Molin, 1860) Railliet & Henry, 1912	<i>Metachirops nudicaudata</i>	Brasil
<i>A. fasciata</i> (Schneider, 1866) Railliet & Henry, 1913	<i>D. novemcintus</i>	Brasil
<i>A. binansata</i> Railliet & Henry, 1913	<i>Chaetophractus Villosus</i>	Brasil

Cuadro 5. *Continuación.*

<i>A. vazi</i> Proença, 1937	<i>D. novemcinctus</i>	Nhecolandia, Matto Grosso, Brasil
<i>A. lacombae</i> Vicente, 1964	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Río Javari, Amazonas, Brasil
<i>A. raillieti</i> Travassos, 1914	<i>Didelphis aurita</i>	Río de Janeiro, Brasil
<i>A. soganderesei</i> Jiménez-Ruíz, Gardner & Varela-Stokes, 2006.	<i>D. novemcinctus</i>	Lampasas, Texas
<i>A. kinsellai</i> Jiménez-Ruíz, Carreno & Gardner, 2013	<i>D. novemcinctus</i>	México
<i>A. esperanzae</i> Fujita, Abe, Oku, Sanabria, Inchausti & Kamiya, 1995	<i>Euphractus sexcinctu</i>	Chamorro Cue, San Pedro, Paraguay
<i>A. lanfredi</i> Chagas-Moutinho, 2014	<i>Didelphis aurita</i>	Río de Janeiro, Brasil

Las especies del género *Aspidodera* presentan en la parte anterior una dilatación cefálica, conformada por seis asas longitudinales y tres labios, siendo estos caracteres de importancia para la distinción del género; nuestro material presenta esta característica, motivo por el cual fue determinado para el género.

Por otra parte, la presencia o ausencia de papilas cefálicas en los labios, así como la longitud de los cordones o asas cefálicas, así como su posición respecto a la capa cefálica, son de relevancia taxonómica para la discriminación de las especies dentro de la subfamilia Aspidoderinae. Los ejemplares obtenidos en el presente estudio coinciden morfológicamente con la redescrición de *A. raillieti* realizada por Jiménez-Ruíz et al., (2006), tras observar un par de papilas y un anfidio en cada labio ventral, así como su ausencia en el dorsal; la especie *A. soganderesi*, que también presenta dichas papilas, posee un par en el labio dorsal del que carece *A. raillieti*.

En la descripción original de la especie, Travassos (1914) mencionó diez pares de papilas caudales en los machos, mientras que Proença (1937) observa 18, Caballero y Zerecero (1944) reportan 17, Vicente (1966) describe 13 y Santos *et al.* (1990) observan 18 pares de papilas caudales; la última redescrición de la especie, efectuada por Chagas-Moutinho *et al.* (2007), reporta la observación de 14, 15 y 19 pares de papilas

caudales en microscopía de luz y 31 y 41. En el presente trabajo se observaron un máximo de 10 pares en MEB, pero nos reservamos hacer una comparación precisa para este carácter con las redescpciones previas, por el mal estado en el que se encontró el material observado y el número escaso de machos encontrados para la especie en nuestro estudio.

Las especies *Aspidodera* sp., Masi Pallarés & Vergara, 1970, *A. diazungriai* (asi Pallarés & Vergara, 1970 y *A. vicentei* Pinto et al., 1982, resultan sinónimas de la especie *A. raillieti*, con base en la revisión para la especie hecha por Santos, et al. (1990).

Nuestro material fue determinado como *Aspidoder raillieti* por presentar las características diagnósticas de la especie, que a su vez, coincide con los aportes morfológicos establecidos por Cañeda-Guzmán (1997), Jiménez-Ruiz (2006) y Chagas-Moutinho (2014) y su disertación al comparar la especie *A. raillieti* con la nueva *A. lanfredi*, propuesta por el autor.

Clase Chromadorea Inglis 1983

Orden Strongylida Diesing 1851

Superfamilia Metastrongyloidea Chabaud, 1965

Familia Angiostrongylidae Boehm & Gebauer, 1934

Género *Didelphostrongylus* Prestwood, 1976

Especie *D. hayesi* Prestwood, 1976

Diagnosis: basada en dos adultos (una hembra y un macho) localizados en un *D. virginiana* del Distrito Federal. En estadio huevo, se obtuvieron para *D. virginiana* en Irapuato y Distrito Federal, mientras que en *Didelphis* sp. para el estado de Chiapas.

Didelphostrongylus hayesi es un nematodo pequeño y robusto que presenta hoja tegumental y seis labios. A la altura media del esófago presenta el anillo nervioso que es muy evidente, grueso y conspicuo. Los adultos de esta especie parasitan los alveolos pulmonares de marsupiales didelfidos y se caracterizan por poseer seis labios prominentes y presentar el poro excretor a nivel del anillo nervioso.

Los machos presentan bursa copulatrix y gubernáculo bien desarrollado, además de espículas cortas.

Las hembras son ovovivíparas, observándose larvas del primer estadio en la mayor parte del cuerpo desde la parte media hasta la vulva que se encuentra ligeramente anterior al ano. Los huevos son larvados (Lámina 2, Figs. c y d). Las larvas que se desarrollan en la hembra tienen una cutícula lisa, primordio genital prominente y poro excretor a la altura del anillo nervioso. La parte posterior tiene forma curva y con terminación en punta.

El ciclo de *D. hayesi* es heteroxeno con la presencia obligada de caracoles como hospederos intermediarios, reportándose las especies *Mesodon perigraptus* y *Triodopsis albolabris* (Prestwood, 1976).

Datos morfométricos (en mm):

Machos	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	# de espículas	Tamaño de las espículas	# de papilas caudales	Largo de la bursa	Ancho de la bursa
	3.03	0.29	0.1875	N/O	0.06	N/O	S/D	S/D	0.0925	0.056
Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	5.65	0.46	0.71	N/O	0.13	posterior	5.26	0.12	0.17	0.07

Sitio de Infección: Pulmones (Adulto/ Huevos)

Hospederos parasitados por la especie: 1 *D. virginiana*

Número de nematodos recolectados: 2 (1 hembra y 1 macho, además de huevos)

Catálogo CNHE: 8969, 9024.

Distribución temporal:

Los adultos de *D. hayesi* se encontraron en un tlacuache de la especie *D. virginiana* del Pedregal de San Ángel (Distrito Federal), siendo el primer registro de localidad para la especie. Por otra parte, *Didelphostrongylus hayesi* se registra por primera vez en Guanajuato (*D. virginiana*) para el estadio huevo.

Registros previos:

D. hayesi se reportó anteriormente en la Laguna de Tres Palos en el Municipio de Taxco, Guerrero y en el Centro Acuícola de Temascal en el estado de Oaxaca, ambos para la especie *D. virginiana* (Monet-Mendoza, *et al.*, 2002).

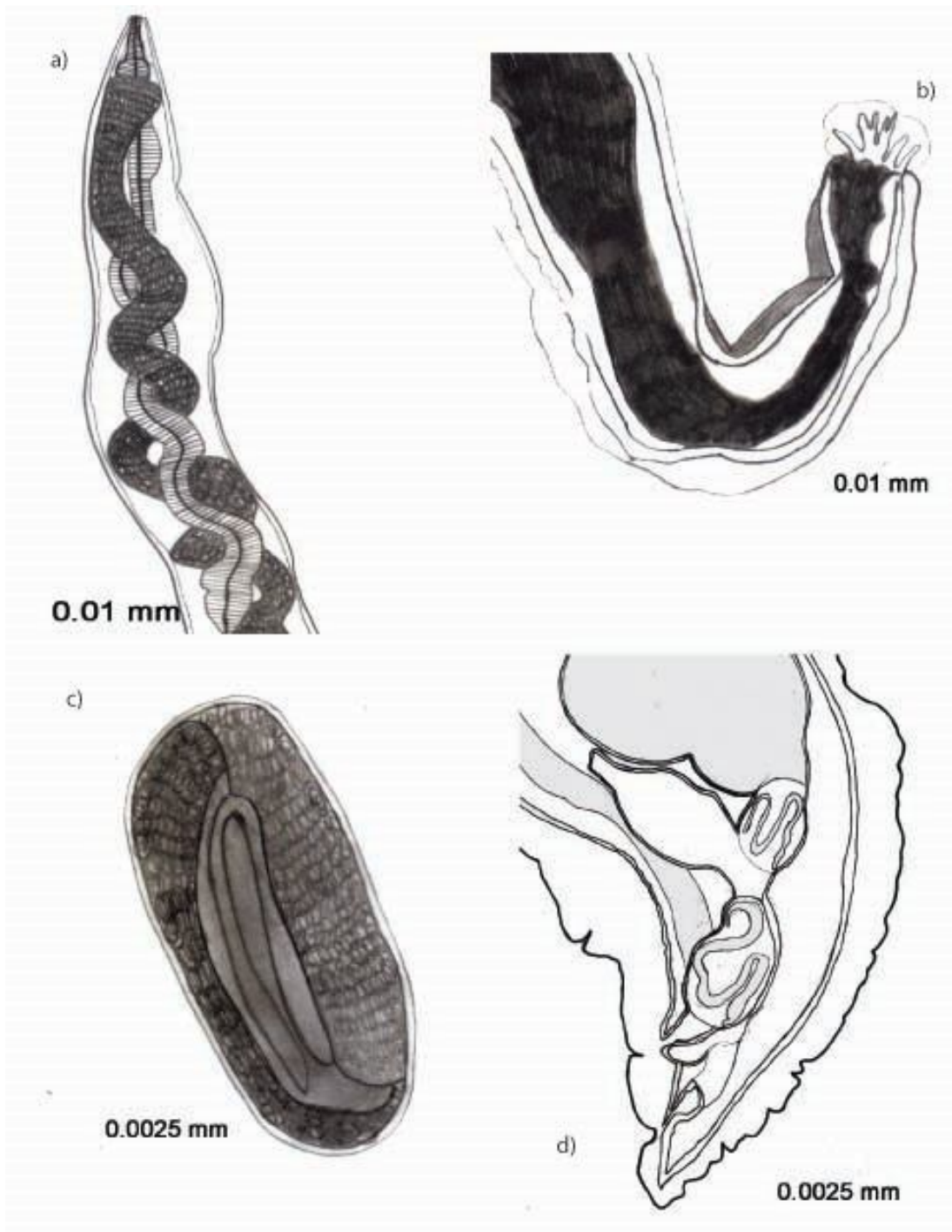


Lámina 2. *Didelphostrongylus hayesi* (Cámara clara)

a) Región anterior de una hembra (10X), b) Región caudal de un macho y bursa (10X), c) Huevo en fase temprana, d) Cola de una hembra, vulva y huevos larvados (40X).

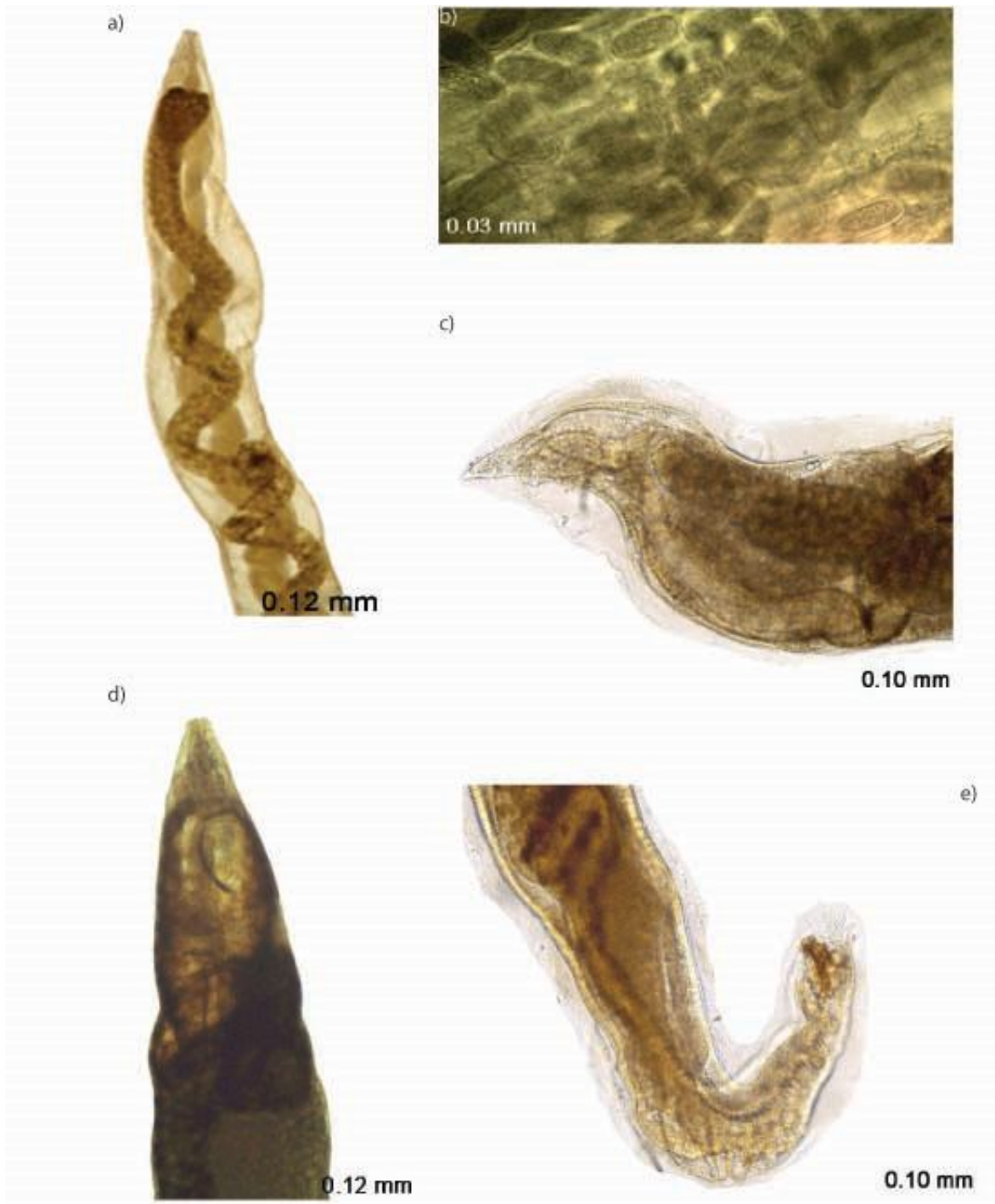


Lámina 2.1 *Didelphostrongylus hayesi* (Foto-microscopio)

a) Región anterior de un macho (10X), b) Huevos (100X), c) Región posterior de una hembra (40X), d) Región anterior de una hembra (40X), e) Región caudal de un macho y bursa copulatrix

Comentarios taxonómicos:

La familia Angiostrongylidae es reconocida como tal por Boehm & Gebauer (1934), la cual incluye a nematodos parásitos de las vías respiratorias -principalmente- con ciclos de vida heteroxenos en los que participan gastropodos como hospederos intermediarios y marsupiales, insectívoros, carnívoros y roedores como definitivos (Anderson, 2000).

La familia está compuesta por 21 géneros: *Aelurostrongylus* Cameron, 1927, *Perostrongylus* Schlegel, 1933, *Andersonstrongylus* Webster, 1978, *Angiostrongylus* Kamensky, 1905, *Parastrongylus* Baylis, 1928, *Cercogylus* Petter & Brochier, 1989, *Didelphostrongylus* Prestwood, 1976, *Filostrongylus* Mackerras, 1955, *Gallegostrongylus* Mas-Coma, 1978, *Gurltia* Wolffhügel, 1933, *Heterostrongylus* Travassos, 1925, *Madafilaroides* Chabaud & Brygoo, 1960, *Madangiostrongylus* Chabaud & Brygoo, 1960, *Malayometastrongylus* Gibbons & Krishnasamy, 1986, *Marsupostrongylus* Mackerras & Sandars, 1933, *Procyonostrongylus* Anderson, Prestwood & Strelive, 1979, *Pulmostrongylus* Hsu, 1935, *Rodentocaulus* Schulz, Orlov & Kutass, 1938, *Sobolevingylus* Románov, 1952, *Stefanskostrongylus* Drózd, 1970, *Thaistrongylus* Ohbayashi, Kamiya & Bhaibulaya, 1979 y *Viverrostrongylus* Asakawa, Ohbayashi & Ow Yang, 1986.

Chabaud (1972) hace una evaluación sobre la familia Angiostrongylidae basándose en el grado de desarrollo de los nematodos, considerando la longitud de las espículas, la ubicación en el hospedero, el grado de desarrollo del radio dorsal, así como la longitud de los rayos laterales respecto al diámetro de la bursa y si el rayo externolateral está o no separado de la base de la bursa, así como su posición respecto a los demás rayos.

Para marsupiales se han registrado tres especies de la familia Angiostrongylidae: *Prestwoodia delicata*, *Heterostrongylus heterostrongylus* y *Didelphostrongylus hayesi*; parásitas de senos nasales y alveolos pulmonares (Prestwood, 1976). Estos tres nematodos son monotípicos y difieren entre sí por la presencia/ ausencia de labios, el tamaño y forma de las espículas, el número y disposición de los radios en la bursa y el microhábitat que parasitan.

La especie *D. hayesi* y *H. heterostrongylus* son muy similares entre sí, sin embargo, difieren entre sí, por la forma de la bursa y la forma de los radios; a su vez, la

especie *P. delicata*, es distinta a *D. hayesi* porque no presenta labios, aunado a la ubicación que tienen dentro del hospedero.

Con base en la redescipción de estas tres especies de Metastrongilidos (Prestwood, 1976) determinamos nuestro material como *D. hayesi* por la presencia de labios, la bursa copilatrix compuesta y principalmenre, por los datos morfométricos para ambos sexos, basada en un macho y una hembra recolectados en un *D. virginiana* del Distrito Federal. El material de las demás localidades no se tomó en cuenta para el análisis morfométrico, debido a las condiciones en las que fueron. Sin embargo, se determinó para esta especie por la forma de las larvas y los huevos que coinciden con la descripción para las mismas, en la descripción original para la especie (Prestwood, 1976).

Estudios recientes reportan diversos casos de neumonía lipídica endógena en tlacuaches causadas por la presencia de *D. hayesi*. La neumonía lipídica endógena se ha presentado en humanos, ratas y ratones, gatos, perros, llamas, osos, hurones, mapaches y tlacuaches, causando lesiones principalmente en el parénquima pulmonar, hiperplasia linfoide y de neumocitos, además de enfisema y fibrosis pulmonar (García-Márquez et al., 2012).

Superfamilia Cosmocercoidea Railliet, 1916

Familia Kathlanidae Lane, 1914

Subfamilia Cruzeinae Travassos, 1917

Género *Cruzia* Travassos, 1917

Especie *C. tentaculata* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1917

Diagnosis: basada en 30 individuos (15 hembras y 14 machos); *Cruzia tentaculata* es un nematodo que presenta abundancias muy altas, encontrando hasta más de 500 individuos en un solo hospedero.

Cruzia tentaculata es un nematodo que presenta tres labios triangulares con dos papilas cefálicas en cada uno. En el primer tercio del esófago, tienen un vestíbulo quitinoso con proyecciones que va de 12 a 14, dirigidas hacia la luz del esófago, el cual posee un prebulbo y un bulbo musculares (Lámina 3, Fig. a; Lám. 3.1, Fig. b). En la parte inicial del intestino presenta un ciego o divertículo que lo une con la parte posterior del esófago. El poro excretor y anillo nervioso se localizan en el primer tercio del extremo anterior del cuerpo.

Los machos presentan la parte posterior del cuerpo ligeramente curva, con estriaciones musculares en la región caudal. Tienen dos espículas largas y desiguales, embebidas en un gubernáculo. En la región caudal presentan nueve papilas: tres preanales, tres adanales y tres postanales (Lámina 3.2, Figs. c y d)

Las hembras tienen una vulva prominente en la región media del cuerpo. Poseen un ovoproyector en forma de Y, en el que desembocan dos úteros largos que se curvan por todo el cuerpo hasta la parte anterior a la altura del bulbo esofágico. Los huevos son ovalados y ligeramente alargados hacia los polos (Lámina 3.1, Fig. e).

El ciclo de vida es monoxeno; se infiere que las infecciones masivas características del género *Cruzia* sp., se deben en gran medida a la autoinfección por parte de los hospederos, para los que no se reportan patologías causadas por este parásito, sin embargo Alden (1995) establece que la gran carga parasitaria si interfiere negativamente en la nutrición de los tlacuaches.

Datos morfométricos (en mm):

Machos	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	# de espículas	Tamaño de las espículas	# de papilas caudales	Largo de la cauda	Ancho de la bursa o cauda
	11.1-15.7	0.42-0.67	2.1-3.4	6.45-8.1	0.14-0.19	2	0.59-0.9	10	0.54-0.68	0.13-0.23
Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	9.29-12.26	0.62	1.12-2.08	1.2	0.8	Media	5.93	0.73	0.335	0.095

Sitio de Infección: Ciego Intestinal (Adulto)

Hospederos parasitados por *C. tentaculata* : 54

Número de nematodos recolectados: 9849 (5847 hembras, 2702 machos, 146 larvas y 1154 inds. en OH 100%)

Catálogo CNHE: 8999, 9000, 9001, 9002,9003, 9004, 9005, 9006, 9007, 9008, 9009, 9010, 9011, 9012, 9013, 9014, 9015, 9016, 9017.

Distribución temporal:

C. tentaculata, se encontró en las tres especies de tlacuaches bajo estudio, además de los tlacuaches reportados como *Didelphis* sp., y en los ocho estados de recolecta. Estableciendo nuevo registro de localidad, en los estados de Campeche (Escárcega) en *D. virginiana* y *D. marsupialis*, en Chiapas (Arriaga) en *Didelphis* sp., *D. virginiana* y *P. opossum*, en Guanajuato (Irapuato) en *D. virginiana*, en Oaxaca (San Miguel Soyaltepec) para *D. virginiana* y en Tabasco (Teapa) para la especie *D. marsupialis*.

Además, se registra nuevamente en los estados de Colima (Colima), Tabasco (Villahermosa) y en el Distrito Federal (Pedregal de San Ángel) para *D. virginiana*; en Chiapas (Tapachula) en *Didelphis* sp, *D. virginiana*, *D. marsupialis*, y en el estado de

Veracruz (San Andrés Tuxtla, Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas) para *Didelphis* sp., *D. marsupialis*, *D. virginiana* y *P. opossum*.

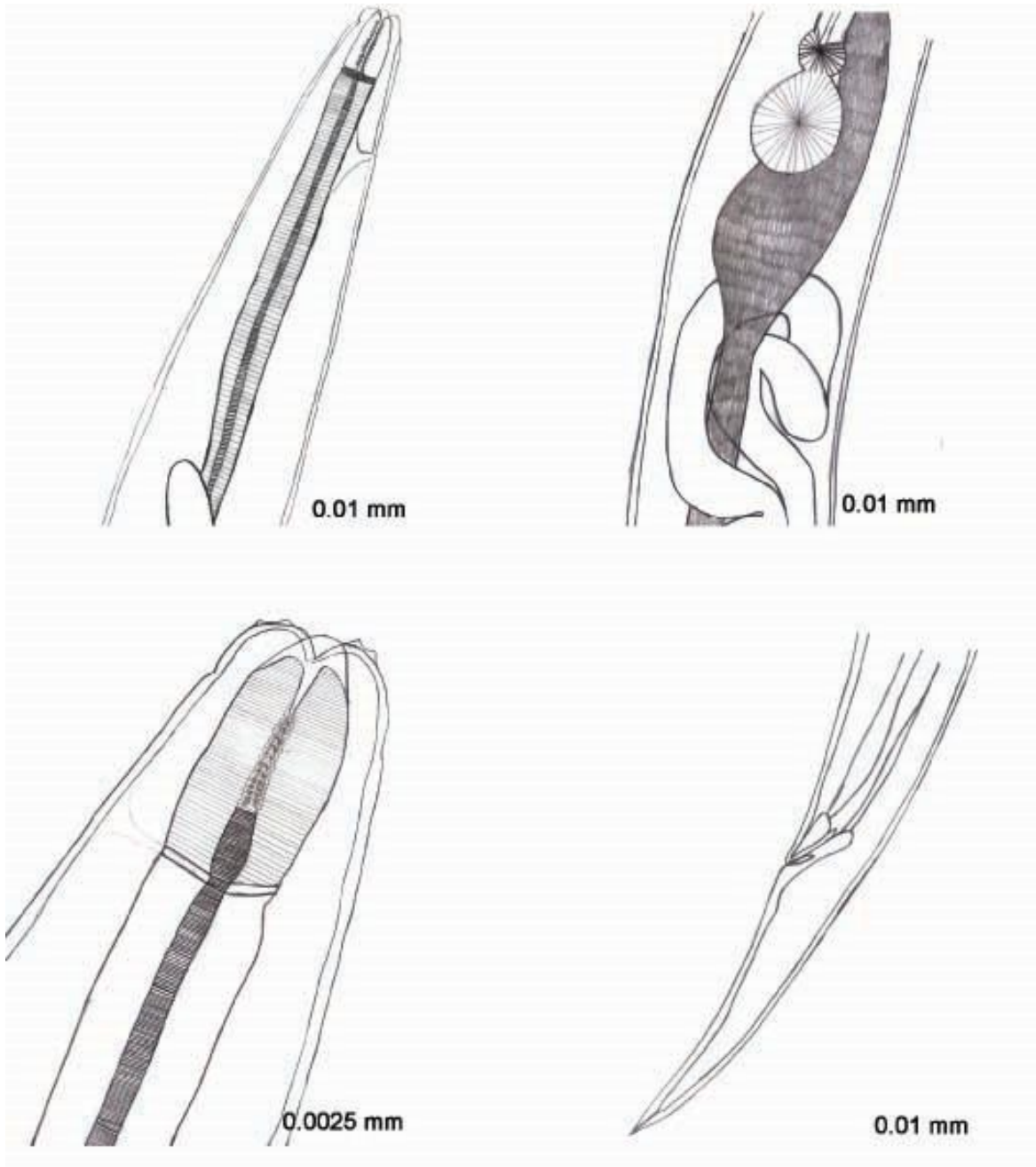
Registros previos:

Con base en García-Prieto et al. (2012) sabemos que la especie *C. tentaculata* se había registrado anteriormente en nueve estados del país: en Chiapas para *Didelphis* sp. y para *Didelphis marsupialis*; en Colima para *Didelphis marsupialis* y para *Didelphis virginiana*. En el Distrito Federal en *Didelphis marsupialis* y en *Didelphis* sp.; en el Estado de México, en *Didelphis* sp.; en Hidalgo para *Didelphis* sp, mientras que en Jalisco para *Didelphis marsupialis* en Morelos para *Didelphis virginiana*. En el estado de Nuevo León para *Didelphis virginiana* y ampliamente en Veracruz para *Didelphis virginiana*, *D. marsupialis* y *Philander opossum*; *Didelphis marsupialis* y en *Didelphis marsupialis*.

Comentarios taxonómicos:

La familia Kathlaniidae está integrada por 17 géneros: *Cruzia* Travassos, 1917, *Pseudocruzia* Wolfgang, 1953, *Amblyonema* Linstow, 1898, *Cissophyllus* Railliet & Henry, 1912, *Dacnitis* Dujardin, 1845, *Dacnitoides* Ward & Magath, 1917, *Falcaustra* Lane, 1915, *Kathania* Lane, 1914, *Megalobatrachonema* Yamaguti, 1941, *Myleusnema* Moravec & Thatcher, 1996, *Oniscicula* Schwenk, 1927, *Probstmyaria* Ransom, 1907, *Serradacnitis* Lane, 1916, *Spironoura* Leidy, 1856, *Tonaudia* Travassos, 1918, *Urodelema* Baker, 1981, *Oxyascaris* Travassos, 1920, *Pseudoxyascaris* Uchida & Itagaki, 1979.

En particular, el género *Cruzia* contiene a las especies: *C. americana* Maplestone, 1930, *C. boliviana* Sprehn, 1932, *C. brasiliensis* Costa, 1965, *C. cameroni* Wolfgang, 1951, *C. fülleborni* Khalil & Vogelsang, 1930, *C. mazza* Khalil & Vogelsang, 1932, *C. mexicana* Khalil, 1926, *C. morleyi* Pearse, 1936, *C. rudolphi* Ruiz, 1947, *C. tentaculata* Rudolphi, 1819, *C. testudinis* Harwood, 1932, *C. travassosi* Khalil & Vogelsang, 1932, *C. fülleborni* Khalil & Vogelsang, 1930, *C. empera* Guerrero, 1971 y *C. tropidinopsis* Ubelker & Younus, 1965.



♂

Lámina 3. *Cruzia tentaculata* (Cámara clara)

a) Región anterior de una hembra (10X), b) Bulbo y prebulbo esofágico y útero de una hembra (10X), c) Región cefálica de un macho (40X). d) Cola de una hembra (10X).

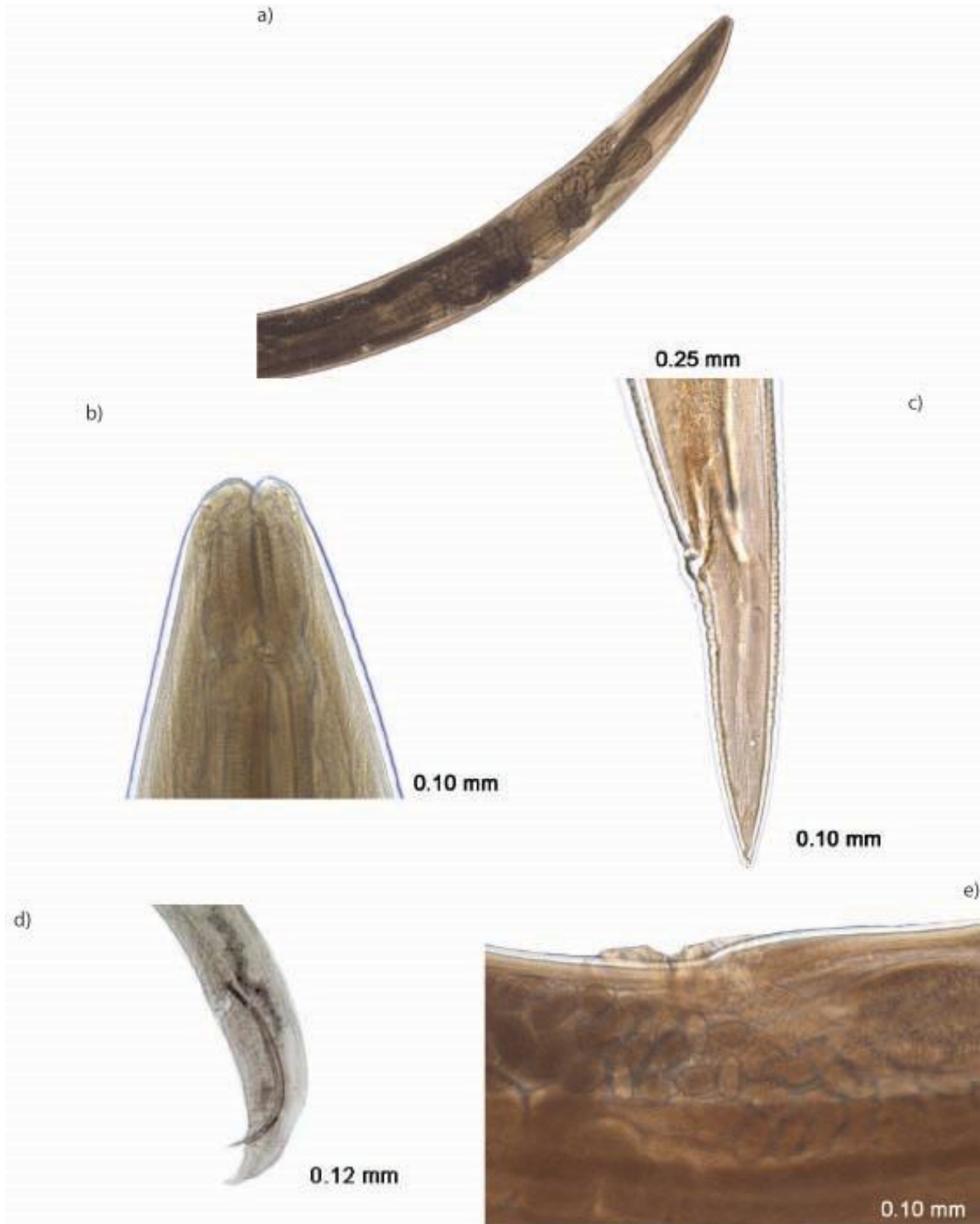


Lámina 3.1 *Cruzia tentaculata* (Foto-microscopio)

a) Región anterior de una hembra (10X), b) Esófago con vestíbulo quitinoso (40X), c) Ano y cola de una hembra (10X), d) Región caudal de un macho y espículas (10X), e) útero con huevos y vagina.

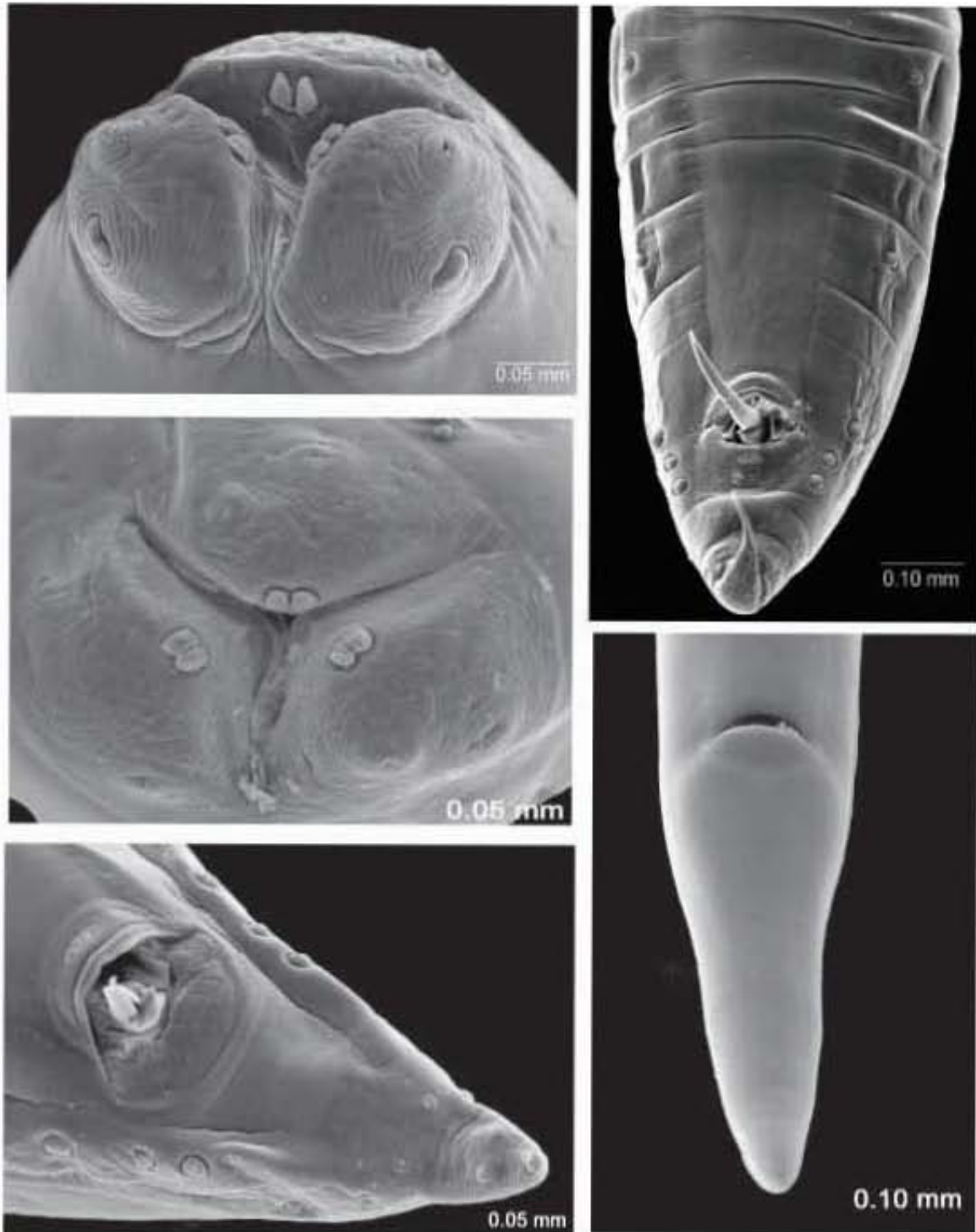


Lámina 3.2 *Cruzia tentaculata* (MEB)

a) Región cefálica de una hembra, b) Región caudal de un macho y espícula, c) Vista sagital de la región oral de un macho, d) Cloaca y papilas, e) Cola de una hembra.

Las especies del género *Cruzia* son parásitas de reptiles (Ubelaker & Younus, 1965), anfibios (Espinoza, 2007) y mamíferos (Ruiz, 1947). De las especies del género, solo tres parasitan mamíferos marsupiales: *C. americana*, *C. cameroni* y *C. tentaculata*, las tres con distribución en América de igual manera que sus hospederos (Miyazaki *et al.*, 1980; Alden, 1995).

Las diferencias a nivel de género, están basadas en la conformación de la boca, la ubicación del poro excretor y del anillo nervioso, así como la presencia o ausencia de papilas cervicales y el número de proyecciones en el vestíbulo quitinoso.

Con base en la redescrición de Travassos (1917), la redescrición de Cañeda-Guzmán (1997) y la completa redescrición con MEB de Adnet (2009), determinamos el material recolectado en este estudio como *C. tentaculata* ya que coincide con los caracteres morfológicos diagnósticos para la especie: dos papilas cervicales en cada labio, de 8 a 14 proyecciones en la faringe, poro excretor posterior respecto al ciego intestinal, 10 pares de papilas caudales (tres precloacales, tres adcloacales y cuatro post cloacales: una laterodorsal y otra en el extremo posterior casi en la punta de la cola, además de dos paralelas a los fasmidios).

Orden Spirurida Railliet, 1914

Superfamilia Gnathostomatoidea Railliet, 1895 (Ivaschkin, 1960)

Familia Gnathostomatidae Railliet, 1895

Subfamilia Gnatostomatinae Railliet, 1895

Género *Gnathostoma* Owen, 1836

Especie *G. turgidum* Stossich, 1902

Diagnosis: basada en cuatro individuos (dos hembras y dos machos).

Los gusanos de la especie *Gnathostoma turgidum* tienen el cuerpo robusto y de coloración rojiza aún cuando están vivos, destacando su prominente bulbo cefálico armado. Tras la fijación convencional, toman una coloración blanquecina y se curvan ligeramente de la parte caudal. La superficie corporal está totalmente cubierta por numerosos anillos de placas policúspides, dispuestos en hileras transversales, cuya forma, disposición, arreglo y número son de importancia taxonómica para la discriminación entre las especies del género. El tamaño de las espinas varía a lo largo del cuerpo, siendo las de la parte anterior más grandes y se reduce conforme van bajando a través del cuerpo hasta la región media.

El bulbo cefálico está armado de numerosos ganchos uncinados. En *G. turgidum* se registran ocho filas de ganchos transversales completos, más dos filas incompletas (Lámina 4; Lám. 4.1, Fig. c). En la región perioral presenta un par de labios, trilobulados al interior, cada labio provisto de un par de papilas cefálicas. Hasta la parte media del cuerpo, los nematodos de la especie están cubiertos de espinas cuticulares isométricas divergentes. Poseen un par de papillas cervicales en el primer tercio del cuerpo (Lámina 4.1, Fig. c). Tienen el esófago dividido en dos secciones glandulares, una anterior muscular y otra posterior glandular larga.

El ciclo de vida para varias especies del género *Gnathostoma* sido ampliamente estudiado; es de tipo heteroxeno, en el que intervienen dos hospederos intermediarios y como hospederos definitivos pueden actuar tanto mamíferos como peces, ya sea salobres o de agua dulce e incluso puede haber otros vertebrados como hospederos paraténicos. Los adultos del género *Gnathostoma* sp. se alojan en el estómago de sus hospederos formando nódulos gástricos en los que se lleva a cabo la cópula. Los huevos salen con las heces del hospedero depositándose en el medio (ya sea en ríos, lagos, lagunas, etc.) iniciando ahí su desarrollo larvario. Tras la primera fase de muda, la larva 1 (L1) se

transforma al segundo estadio larvario (L2) que eclosiona del huevo y se queda en el medio hasta que es ingerida por el primer hospedero intermediario, un copépodo de los géneros *Cyclops*, *Eucyclops* o *Mesocyclops*, en el que continúa el desarrollo larvario hasta transformarse en el tercer estadio (L3) en su fase temprana. Los copépodos infectados son ingeridos por el segundo hospedero intermediario, que es un pez, en el que se termina de transformar el tercer estadio larvario hasta ser infeccioso para el hospedero definitivo, que se alimentará del pez y es en el que se terminará de desarrollar para completar el ciclo. Alternamente, puede haber intervención de hospederos paraténicos, ya sea otras especies de peces (distintas al segundo hospedero intermediario, que lo ingieren), anfibios, reptiles, aves o pequeños mamíferos. Los hospederos definitivos que se han reportado para el género *Gnathostoma* son: perro, gato, mapache, nutria, cerdo y marsupiales didélfidos. De manera accidental, el humano puede ser un hospedero definitivo, adquiriendo la infección por el consumo de carne cruda de alguna especie del segundo hospedero intermediario; en la especie humana, las larvas llegan al estómago perforando la pared y salen a la cavidad abdominal en donde pueden migrar hasta establecerse en el hígado, tejido subcutáneo, ojos e incluso el cerebro (Miyazaki, 1991; Lamothe, 1997).

Sitio de Infección: Estómago (Adulto); Estómago (Larva); Hígado (sub-adulto)**

Hospederos parasitados por *G. turgidum*: 9

Número de nematodos recolectados: 14 (5 hembras, 3 machos, 6 larvas y 1 ind. en OH 100%).

Catálogo CNHE: 8979, 8980, 8981, 8982, 8983, 8984, 8985, 8986

Distribución temporal:

En estadio larva tres, se establece el primer registro para el estado de Chiapas en la localidad de Arriaga para un *Didelphis* sp. Un nuevo registro para el país se obtuvo en el estado de Oaxaca (San Miguel Soyaltepec) para *D. virginiana*, mientras que para *D. marsupialis* resulta el primer registro en el estado de Tabasco (Teapa). Se reporta nuevamente en los estados de Colima (Colima) y Veracruz (Tlacotalpan) ambos en *D. virginiana*.

Registros previos:

Anteriormente, *G. turgidum* se reportó como larva en Oaxaca para *P. opossum* y en Tabasco para *D. marsupialis*. En estado adulto, se registró en Chiapas para *Didelphis marsupialis*, en Colima para: *Didelphis virginiana*, Guerrero para *Didelphis virginiana* y en Jalisco para *Didelphis virginiana* y en *Didelphis marsupialis*. Por su parte, en Morelos para *Didelphis virginiana*; en OAXACA para *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana*, en SINALOA para *Didelphis virginiana*, mientras que para TABASCO en *Didelphis marsupialis*. En el estado de VERACRUZ para *Didelphis virginiana* y en *Didelphis marsupialis* (García-Prieto *et al.*, 2012)

Comentarios taxonómicos:

El género *Gnathostoma* fue propuesto por Owen (1836), siendo *G. spinigerum* la especie tipo, parásita del estómago de la especie *Felis tigris* (tigre de Bengala) en el zoológico de Londres (Miyazaki, 1960); desde entonces se han descrito alrededor de 23 especies incluidas al género, de las cuales, algunas son de validez altamente cuestionable (García-Márquez, 2005; García-Márquez *et al.*, 2009; Bertoni-Ruiz *et al.*, 2011).

Actualmente se reconocen 12 especies validas de *Gnathostoma* en el mundo: *G. americanum* Travassos, 1925, *G. binucleatum*, Almeyda-Arigas, 1991; Almeyda-Arigas *et al.*, 2000, *G. doloresi* Tubangul, 1925, *G. hispidum* Fedtschenki, 1872, *G. malaysiae* Miyazaki and Dunn, 1965, *G. miyazakii* Anderson, 1964, *G. nipponicum* Yamagutti, 1941, *G. spinigerum*, Owen, 1836, *G. turgidum* Miyazaki, 1991, *G. vietnamicum*, Le-Van Hoa, 1965 y *G. lamothei* Bertoni-Ruiz, García-Prieto, Osorio-Sarabia y León-Règagnon, 2005) (Mosqueda-Cabrera *et al.*, 2010; Bertoni-Ruiz *et al.*, 2011; Gaspar-Navarro *et al.*, 2013).

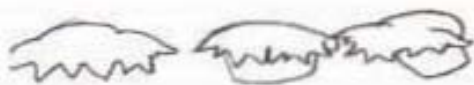
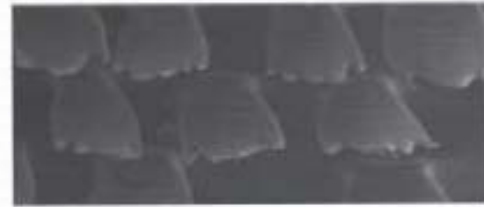
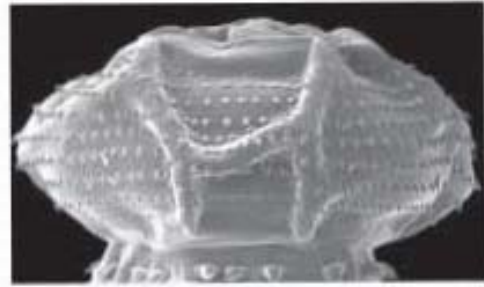
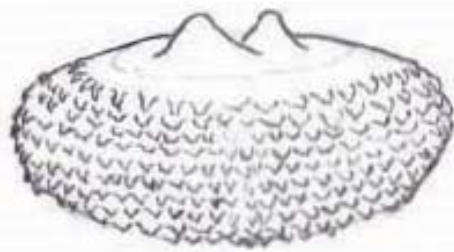


Lámina 4. *Gnathostoma turgidum* (MEB). Patrón de espinas a lo largo del cuerpo ⁶⁰

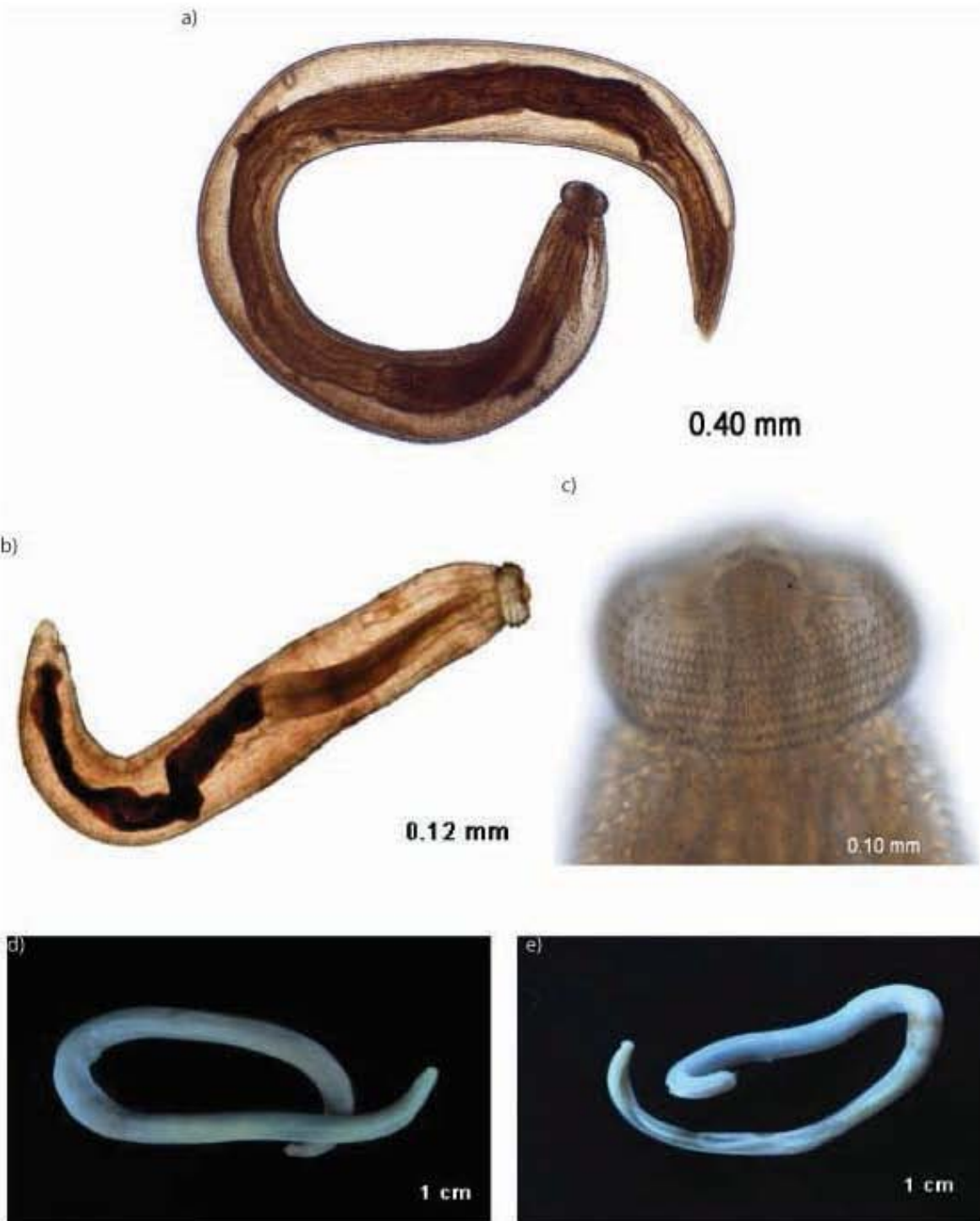


Lámina 4.1 *Gnathostoma turgidum* (Foto-microscopio y microscopio estereoscópico)
 a) Larva (20X), b) Larva (10X), c) Bulbo cefálico (40X), d) Hembra adulta, e) Macho adulto.

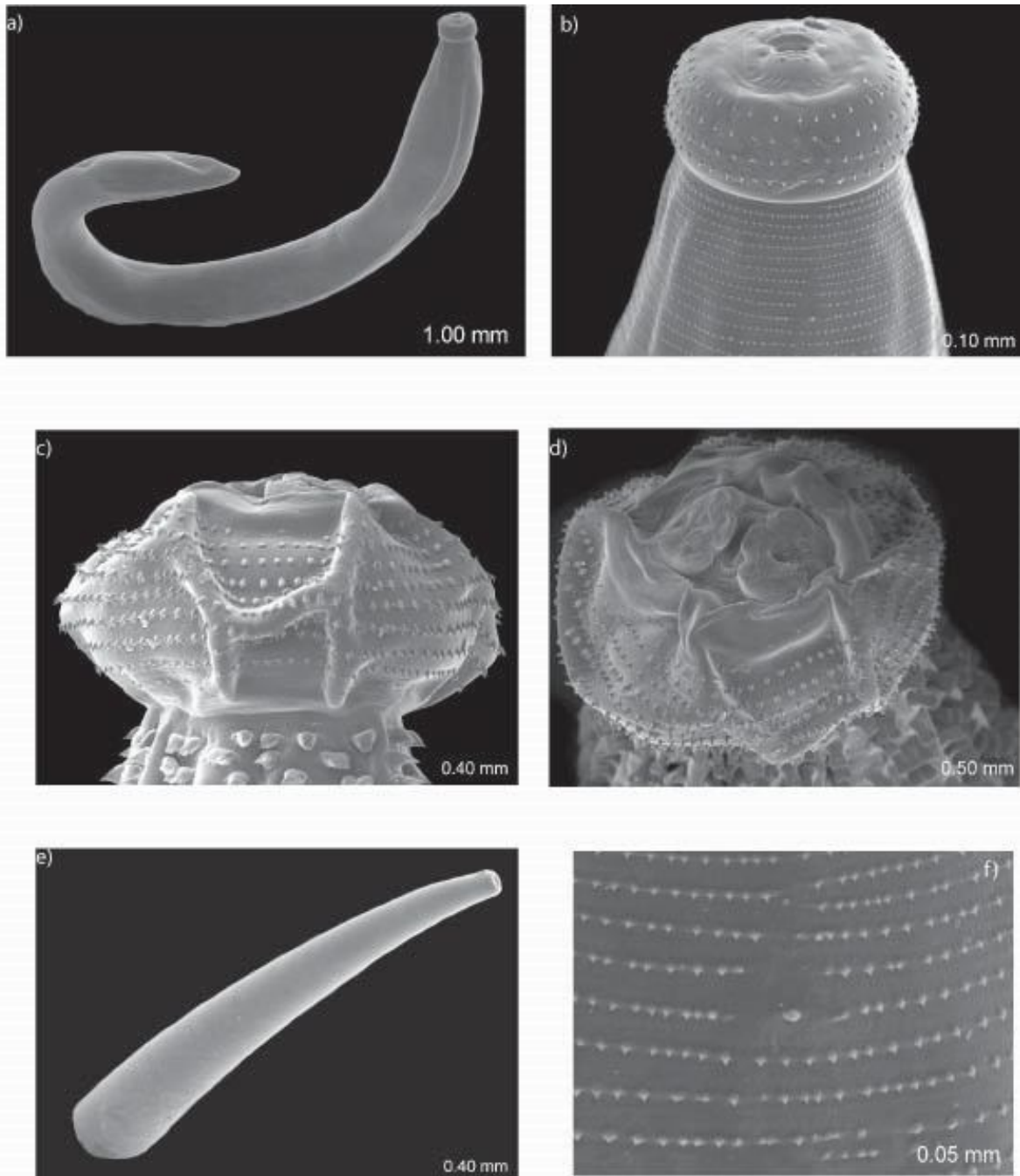


Lámina 4.3 *Gnathostoma turgidum* (MEB)

a) Larva, b) Bulbo cefálico de una larva, c) Región anterior de un macho adulto, d) Región oral de un macho, e) Espícula, f) Deiridio

En México, el primer registro del género fue hecho por Caballero (1955) en *D. marsupialis* definiendo a la especie como *G. spinigerum*, sin embargo, Miyazaki (1960) determina a esta especie como sinónima de *G. turgidum*, junto con *G. gracile* (Diesing, 1838), *G. horridum* Leidy, 1856, *G. didelphis* Chandler, 1932 y *G. brasiliensis*, Ruiz, 1952. (Bertoni-Ruiz *et al.*, 2011).

Con base en los análisis de Bertoni-Ruiz, *et al.*, (2011) para el continente americano se consideran válidas siete especies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies válidas para el género *Gnathostoma* en América
(Basado en Bertoni-Ruiz, *et al.*, 2011)

Especie	Autoridades taxonómicas	Hospedero	País
<i>G. turgidum</i>	Stossich, 1902	<i>Didelphis azarae</i>	Argentina
<i>G. sociales</i>	Leydi, 1858	Mustélidos	EUA
<i>G. americanum</i>	Travassos, 1925	<i>Felis tigrina</i>	Brasil
<i>G. procyonis</i>	Chandler, 1942	<i>Procyon lotor</i>	EUA
<i>G. miyazakii</i>	Anderson, 1964	<i>Lutra canadensis</i>	Canadá
<i>G. binucleatum</i>	Almeyda-Artigas, 1991	<i>Felis pardalis</i>	México
<i>G. lamothei</i>	Bertoni-Ruiz, García-Prieto, Osorio-Sarabia y León-Règagnon, 2005	<i>Procyon lotor hernandezii</i>	México (Veracruz)

De las siete especies que se reconocen para el continente, tres se encuentran distribuidas en nuestro país: *G. turgidum*, *G. binucleatum* y *G. lamothei* (García-Prieto *et al.*, 2012; Gaspar-Navarro *et al.*, 2013). Inicialmente *G. procyonis* se reportaba para México, sin embargo Bertoni-Ruiz *et al.* (2005) la redescubren como *G. lamothei*, descartando la presencia de *G. procyonis* en México y estableciendo que la especie solo se distribuye en Estados Unidos.

Los caracteres diagnósticos para la especie son: bulbo cefálico ornamentado con numerosas hileras de ganchos simples, cuerpo robusto provisto de espina cutilures cuya

forma, tamaño y disposición varía gradualmente a lo largo del cuerpo (presentando una región inerte a la mitad del cuerpo), desde la región anterior hasta la posterior (Lámina 4), región caudal con cuatro pares de papilas pedunculadas y algunas papilas ventrales (Yamaguti, 1961), siendo las características que determinan las diferencias intraespecíficas: el tamaño de la espícula, la forma y tamaño de las espinas corporales, el número de hileras de ganchos en el bulbo cefálico y el número de papilas caudales, aunadas a su distribución en la cauda (Akahane *et al.*, 1999; Monet-Mendoza, 2005).

La especie *G. turgidum*, además de presentar las características que distinguen al género, presenta: bulbo ornamentado con cuatro hileras de ganchos en estadios larvarios (Gaspar-Navarro *et al.*, 2013) y de nueve a diez hileras en individuos adultos, los cuales, a su vez, presentan espinas cutilares con cúspides que varían numéricamente entre seis y diez en la región más anterior del cuerpo, reduciéndose a cuatro, tres y dos conforme bajan hacia la parte posterior, llegando hasta una en la región inerte de la región media; además, presenta diez pares de papilas pedunculadas (característica que no se considera diagnóstica por presentar diferencia en número en los trabajos en que se ha reportado) (Bertoni-Ruiz *et al.*, 2011).

Respecto a la caracterización de la larva, Mosqueda-Cabrera (2010) establece que el tamaño de las larvas oscila entre 3.44mm-4.75 mm de longitud y que poseen cuatro anillos de ganchos en el bulbo cefálico, además de presentar un par de papilas cervicales y el poro excretor, en la región anterior, así como numerosos anillos de espinas poco desarrollados a lo largo del cuerpo. Determinamos nuestro material como especie *G. turgidum* debido a que es altamente coincidente con las características diagnósticas descritas anteriormente, por los diferentes autores, tanto para las larvas, como para los adultos.

Clase Chromadorea Inglis 1983

Orden Spirurida Railliet, 1914

Superfamilia Gongylonematidae Sobolev, 1949

Familia Gongylonematidae Hall, 1916

Subfamilia Gongylonematinae Nicoll, 1927

Género *Gongylonema* sp. Mollin, 1857

Diagnosis basada en una hembra de *Gongylonema* sp. de un tlacuache *Didelphis* sp. en la localidad de Escárcega en el estado de Campeche: Nematodos de cuerpo muy largo y delgado, con la extremidad posterior ligeramente curva. La característica genérica de este grupo, es la disposición superficial e irregular de proyecciones cuticulares globosas en la región anterior del cuerpo (Lámina 5, Fig. a; Lám. 5.1, Figs. a y b). Se caracterizan por tener dos labios (dorsal y ventral), además de seis papilas en la región anterior. El esófago se encuentra regionalizado en dos partes, una muscular (anterior) y otra glandular (posterior). El poro excretor está situado a la altura del esófago muscular (Lámina 5.1, Fig. e).

Las hembras son anfidelfas, con largos úteros que están dispuestos desde la parte glandular del esófago hasta la región caudal, con gran cantidad de huevos dispuestos a lo largo del cuerpo. La vulva es prominente y se encuentra en la región posterior caudal del cuerpo, muy cercana al ano.

El ciclo de vida es heteroxeno, en el que participan coleópteros de los géneros *Onthophagus* sp. y *Aphodius* sp. o Blatodeos como hospederos intermediarios (Anderson, 2000).

Datos morfométricos:

Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	41.68	1.24	6.29	0.5025	N/O	media	N/O	0.193	0.196	0.12

Sitio de Infección: Mucosa estomacal (Adulto)

Número de hospederos parasitados por *Gongylonema* sp.: 1

Número de nematodos recolectados: 1

Catálogo CNHE: 8970

Distribución temporal:

Para este estudio, se presenta como primer registro de hospedero (*Didelphis* sp.) en el municipio de Tapachula, Chiapas.

Registros previos:

Para nuestro país, de la familia Gongylonematidae, anteriormente se habían reportado las especies: *Gongylonema* sp. en el estado de Hidalgo para *Mus musculus*, *G. pulchrum* en Chiapas para *Didelphis* sp., *G. peromysci* en *Reithrodontomys megalotis* en Puebla, *G. neoplasticum* en Michoacán para la especie *Rattus norvegicus* y *G. mexicanum* en Veracruz para *Didelphis marsupialis*, *Didelphis virginiana*, *Philander opossum* (García-Prieto, et al., 2012).

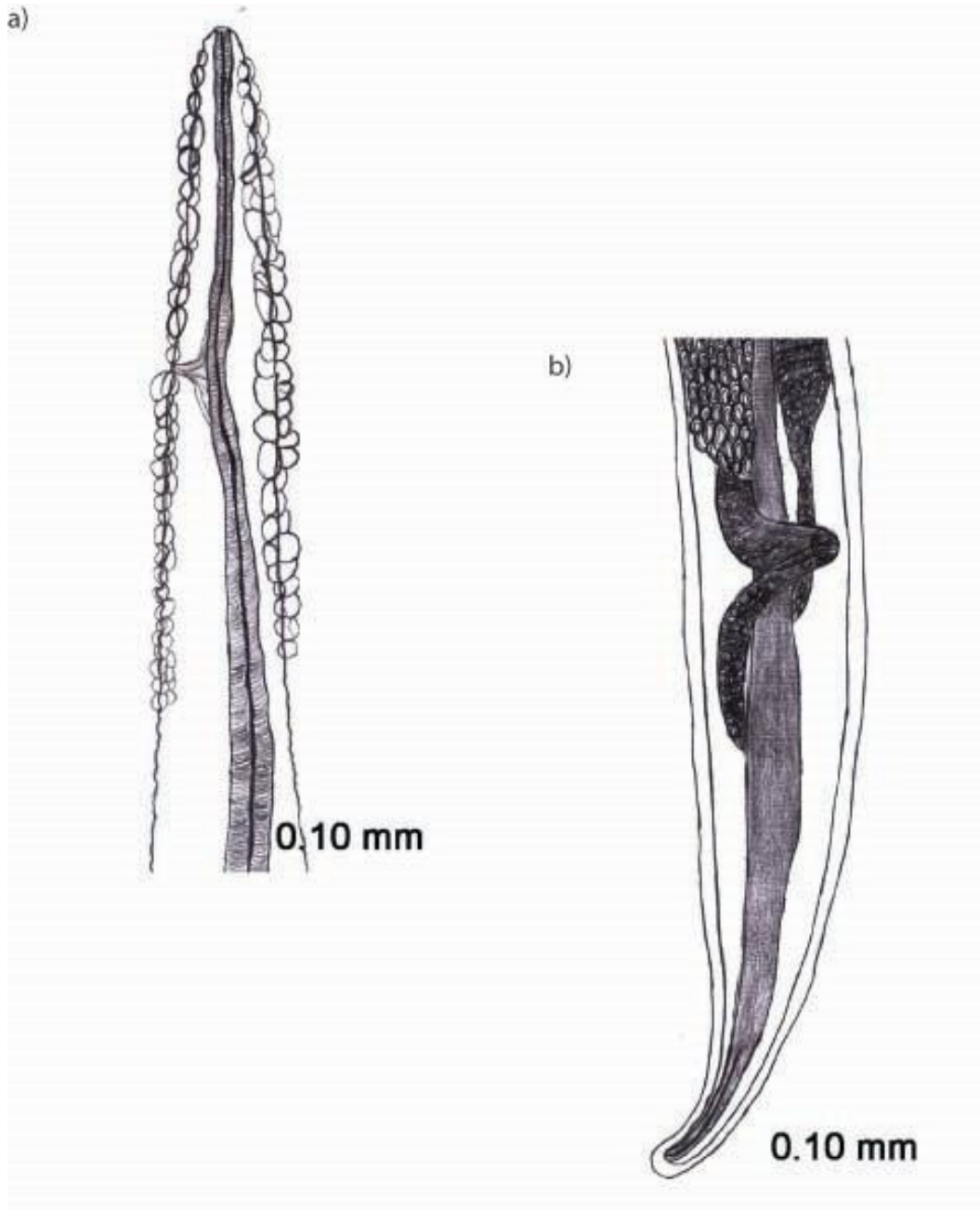


Lámina 5. *Gongylonema* sp. (Cámara clara)

a) Región anterior, poro excretor, b) Región posterior, huevos y útero (10X)

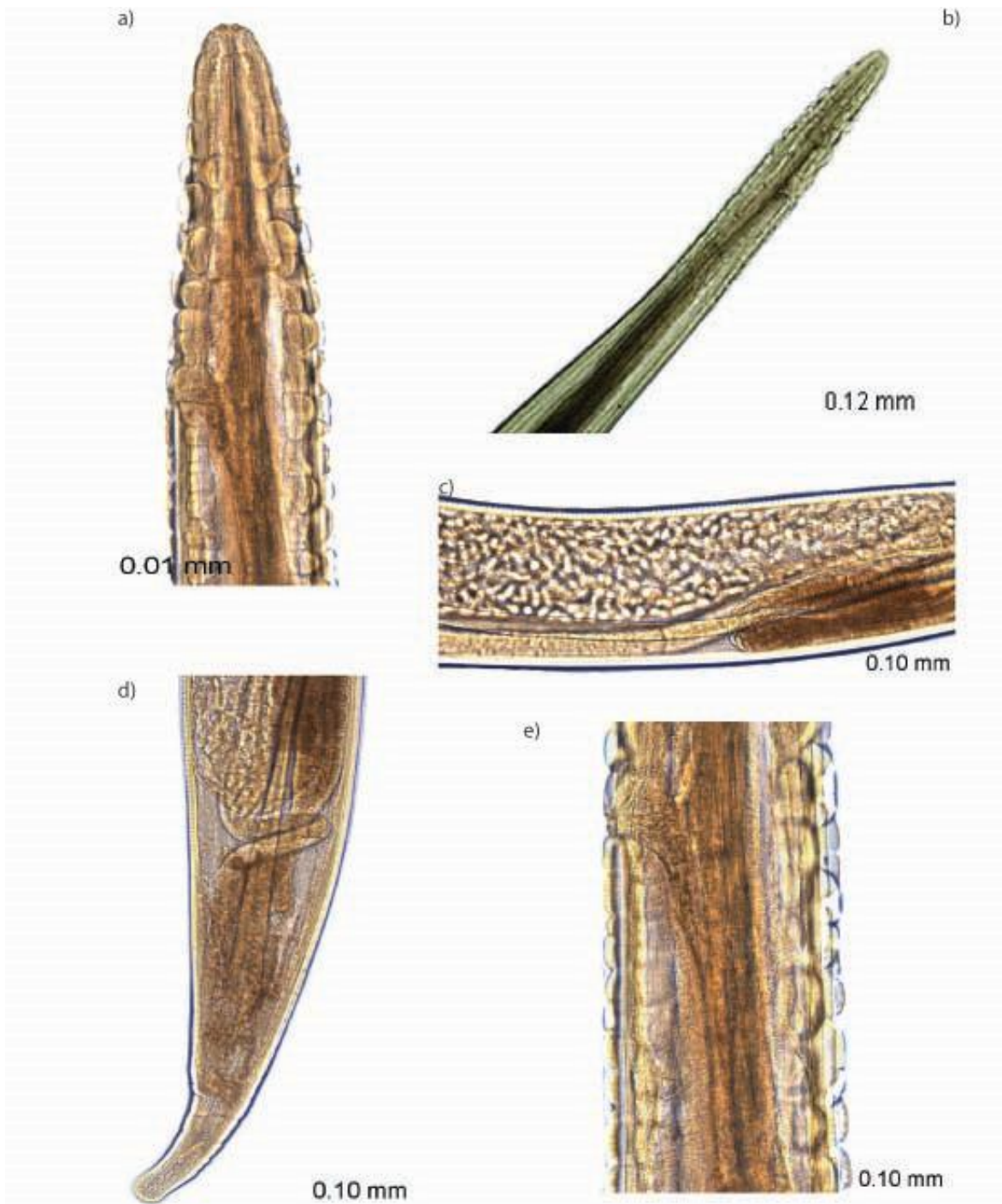


Lámina 5.1 *Gongylonema* sp. (Foto-microscopio)

a) Región cefálica (40X), b) Parte anterior de una hembra (5X), c) Huevos (40X), d) Cola de una hembra (40X), e) Poro excretor (40X).

Comentarios taxonómicos:

La familia Gongylonematidae fue propuesta como subfamilia por Ramson & Hall (1915) y Sobolev (1949) la erige como familia; contiene un solo género *Gongylonema*, el cual se divide en tres subgéneros: *Gongylonema* (*Gongylonema*), *Gongylonema* (*Gongylonemoides*) y *Gongylonema* (*Progongylonema*) y alrededor de 38 especies (Fuentes *et al.*, 2004)

El género fue propuesto por Leidy (1850) y redescrito por Moulin (1857) caracterizándolo por poseer numerosos engrosamientos cuticulares en la región anterior del cuerpo, motivo por el cual, decidimos determinarlo como dicho género. Las diferencias intraespecíficas están basadas en la forma y tamaño de las espículas, así como la presencia o ausencia de un gobernáculo, así como el número y distribución de las papilas caudales, descritas por Caballero & Zerecero (1944).

El subgénero *Gongylonema* (*Gongylonema*) incluye 33 especies, mientras que para *Gongylonema* (*Gongylonemoides*) se han registrado sólo tres especies: *G. (Gongylonemoides) marsupialis* Vaz & Pereira, 193), *G. (Gongylonemoides) saimirisi* Artigas, 1933 y *G. (Gongylonemoides) mexicanum* Caballero & Zerecero, 1944, siendo ésta última, la única que se ha reportado en México.

Debido a que entre nuestro material no se encontraron machos, se realizó una comparación con los ejemplares de *G. (Gongylonemoides) mexicanum* depositados por Cañeda-Guzmán (1997) en la CNHE con número de catálogo 2963; nuestro material coincide con la morfología de las hembras estudiadas por esta autora. Sin embargo, Las características diagnósticas de la especie exhibidas principalmente en los machos, por lo que decidimos dejar la determinación taxonómica para este ejemplar hasta nivel genérico.

Orden Spirurida (Chitwood, 1933)

Superfamilia Physalopteroidea (Chabaud, 1975)

Familia Physalopteridae (Railliet 1839) Leiper 1908

Subfamilia Physalopterinae (Railliet, 1893)

Género *Turgida* (Travassos, 1919)

Especie *T. turgida* (Rudolphi, 1819) Travassos 1919

Diagnosis: basada en 20 individuos (10 hembras y 10 machos): Nematodos de cuerpo robusto y alargado, con cutícula gruesa y finamente estriada. En la región cefálica cuenta con dos labios, cada uno con un par de papilas (uno dorsolateral y otro dorsoventral), además de un pseudolabio (Lámina 6, Fig. b; Lá. 6.4, Fi.g c). A pesar de su gran tamaño, es posible apreciar el dimorfismo sexual a favor de las hembras.

Los machos presentan bursa copulatrix amplia con 22 papilas caudales (cuatro pares pedunculadas: dos precloacales y dos postcloacales; 14 papilas sésiles: tres precloacales, cuatro post cloacales, cuatro cercanas a la cola, dos asimétricas y una en el ápice (Lámina 6, Fig. c; Lám 6.4, Fig. f).

Las hembras presentan la vulva en la porción media anterior, a la altura del final del tubo esofágico, estriaciones musculares en el ano y más de 4 úteros (Lámina 6.1, Fig. b) que es una característica diagnóstica para el género.

T. turgida presenta un ciclo de vida heteroxeno, en el que participan ortópteros y coleópteros como hospederos intermediarios y se ha reportado que pueden usar anfibios y reptiles como hospederos paraténicos.

Datos morfométricos (en mm):

Machos	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	# de espículas	Tamaño de las espículas	# de papilas caudales	Largo de la cauda	Ancho de la bursa o cauda
	15-33.4	0.6-1.15	2.1-5	0.41-1.39	0.3-0.65	2 desiguales	0.049-0.479/ 0.061-0.421	23 pares	0.17-0.71	0.99-2.46
Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	3.567-57.32	0.178-1.72	1.19-8.12	0.29-1.65	0.19-1.34	Media	1.43-14.22	0.45-1.68	0.029-0.147	0.014-0.1

Sitio de Infección: Curvatura mayor del estómago (Adulto)

de Hospederos parasitados por *T. turgida*: 32

Número de nematodos recolectados: 326 (113 hembras, 102 machos, 26 larvas y 85 inds. en OH 100%)

Catálogo CNHE: 9018, 9019, 9020, 9021, 9022, 9023, 9025, 9026, 9027, 9028, 9029, 9030, 9031, 9032, 9033, 9034, 9035, 9036

Distribución temporal:

Para el presente estudio, *T. turgida* fue uno de los nematodos recolectado con mayor frecuencia, encontrándose en los ocho estados muestreados. Para los estados Campeche (Escárcega), Veracruz (San Andrés Tuxtla, Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas”) y Tabasco (Villahermosa y Teapa) se encontró tanto en *D. marsupialis* como en *D. virginiana*; mientras que para Colima (Colima), Distrito Federal (Pedregal de San Ángel), Guanajuato (Irapuato) y Oaxaca (San Miguel Soyaltepec) solo se reporta para la especie *D. virginiana*. Para el estado de Chiapas (Arriaga y Tapachula) se registra en

Didelphis sp. La recolecta de esta especie resulta nuevo registro de localidad en Arriaga (*Didelphis* sp.), Tapachula (*D. virginiana*) y Escárcega (*D. virginiana*).

Registros previos:

T. turgida se ha registrado ampliamente en el país para las tres especies de tlacuaches terrestres. El cuadro siete muestra los registros previos para la especie en México, sin considerar los del presente estudio.

Cuadro 7. Registros previos para *T. turgida* en México. S/D= Sin determinar; CNHE= Datos de la Colección Nacional de Helmintos; REPSA= Reserva del Pedregal de San Ángel.

Estado	Localidad	Hospedero	Referencia
Chiapas	Motzintla	<i>Didelphis</i> sp.	Caballero y Caballero & Zerecero, 1944; Caballero y Caballero, 1951
	Tonalá	<i>P. opossum</i>	CNHE
Colima	Colima, Dos Amates, Río La Barragna	<i>D. virginiana</i>	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Comala	<i>D. marsupialis</i>	CNHE
		<i>D. virginiana</i>	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	La Esperanza, Madrid	<i>D. marsupialis</i>	Miyazaki <i>et al.</i> , 1980
<i>D. virginiana</i>		Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005	
Distrito Federal	REPSA	<i>D. virginiana</i>	Pacheco-Coronel, 2010
	S/D	<i>D. marsupialis</i>	Monsiváis-Aguilar, 1958 y Gutiérrez-Fuster, 1966
		<i>Didelphis</i> sp.	Caballero y Caballero, 1937a
México	Tequesquihuac	<i>D. virginiana</i>	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	S/D	<i>Didelphis</i> sp.	CNHE
Guerrero	Carretera Aeropuerto-Ixtapa	<i>D. virginiana</i>	García-Prieto, <i>et al.</i> , 2012
	Carretera Coyuquilla-Zihuatanejo, Coyuquilla, Laguna de Tres Palos, Taxco El Viejo	"	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Hidalgo	Tasquillo	<i>Didelphis</i> sp.	Caballero y Caballero, 1937
Jalisco	Chamela	<i>D. marsupialis</i>	CNHE
Michoacán	El Hortigal	<i>D. virginiana</i>	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Morelos	Sierra de Monte Negro	<i>D. virginiana</i>	Ortiz 1990, 2000; Eslava-Araujo, 2005
Nayarit	Peñitas	<i>D. virginiana</i>	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
Nuevo León	Marín	<i>D. virginiana</i>	CNHE
	Monterrey	<i>D. marsupialis</i>	
Oaxaca	Nizanda	<i>D. virginiana</i>	Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005
	Teotitlán	<i>Didelphis marsupialis</i>	Monsiváis-Aguilar, 1958
Veracruz	Ejido Lázaro Cárdenas, Playa Escondida	<i>D. marsupialis</i> , <i>D. virginiana</i>	Cañeda-Guzmán, 1997
	Estación de Biología Los Tuxtlas	<i>D. marsupialis</i> , <i>P. opossum</i>	
	Laguna Escondida	<i>D. marsupialis</i> , <i>D. virginiana</i> , <i>P. opossum</i>	
	Las Cabañas	<i>D. virginiana</i>	(Monet-Mendoza <i>et al.</i> , 2005)
	Medellín	<i>Didelphis marsupialis</i>	Caballero-Deloya, 1960

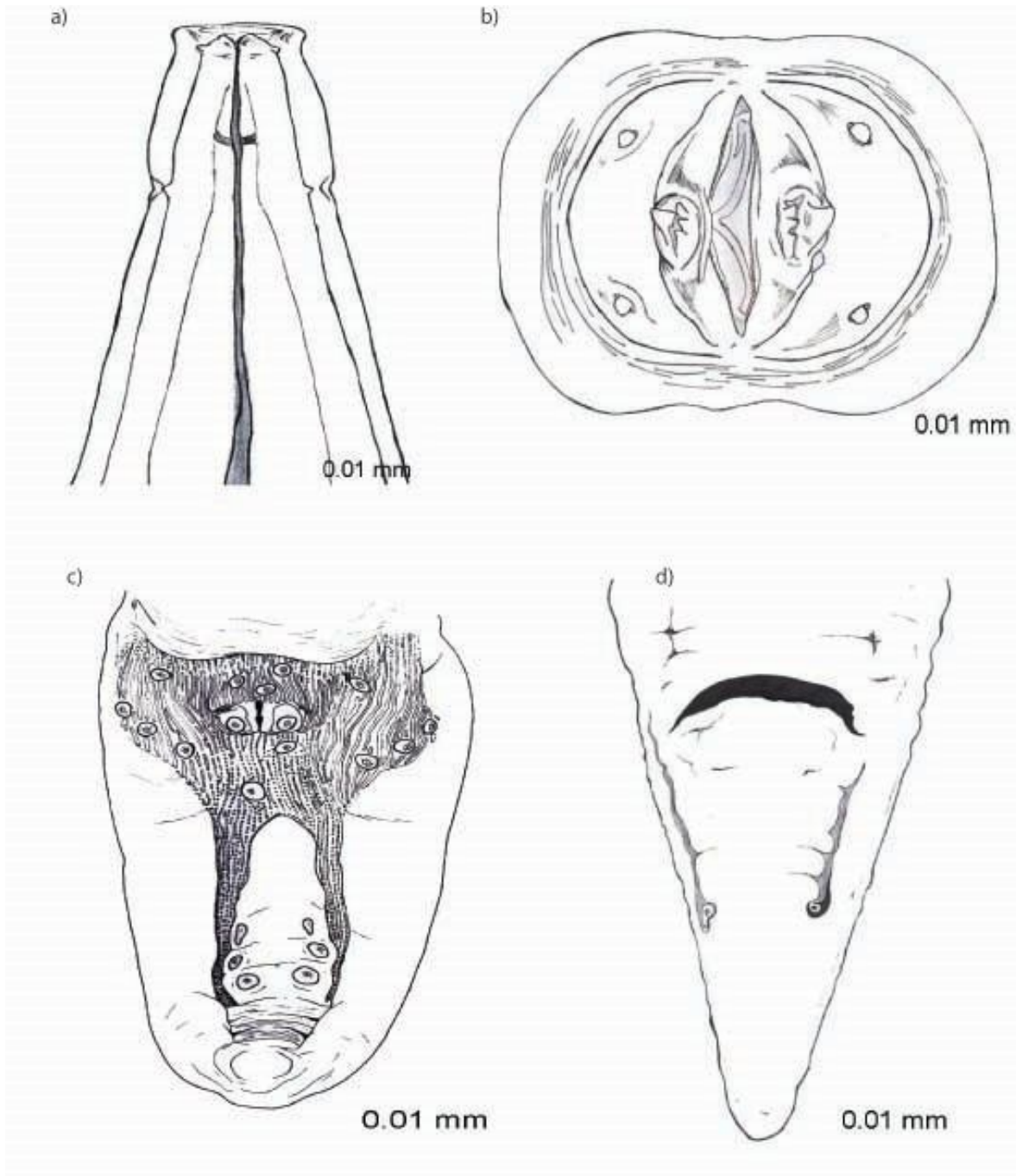


Lámina 6. *Turgida turgida* (Cámara clara)

a) Región anterior de una hembra (10X), b) Vista sagital de la región oral de un macho (10X), c) Región caudal de un macho (10X), d) Ano de una hembra (10X).



Lámina 6.1 *Turgida turgida* (Foto-microscopio)

- a) Parte anterior de una hembra (40X), b) úteros (100X), c) Cola de una hembra (40X),
d) Cauda de un macho (40X), e) Cloaca (40X).

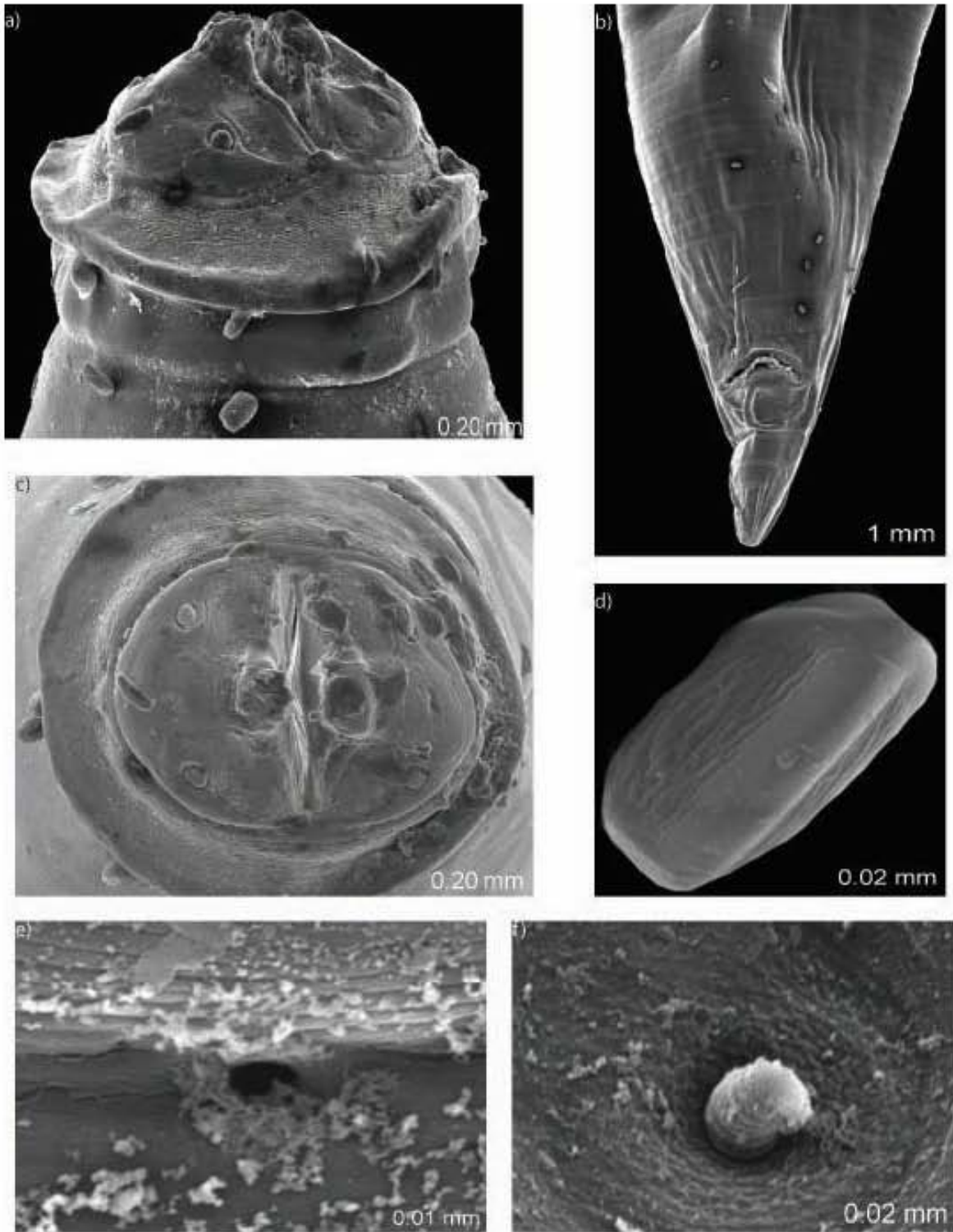


Lámina 6.3 *Turgida turgida* (Hembra-MEB)

a) Región cefálica, b) Ano y cola, c) Vista sagital de la región cefálica, d) Huevo, e) Poro excretor, f) Deiridio

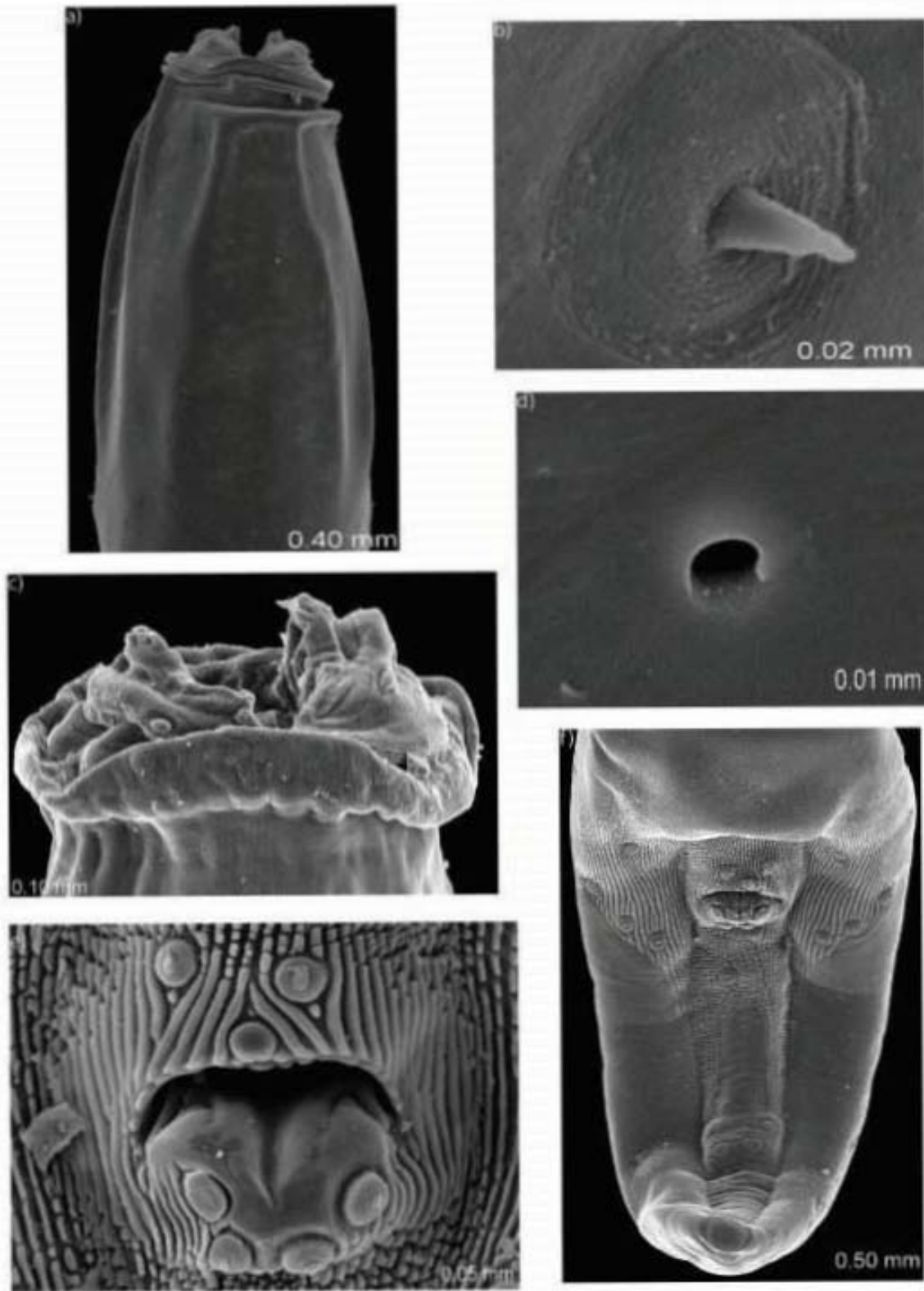


Lámina 6.4 *Turgida turgida* (Macho-MEB)

a) Región anterior, b) Deiridio, c) Región cefálica, d) Poro excretor, e) Cloaca, f) Cauda

Comentarios taxonómicos:

La familia Physalopteridae fue propuesta por Rudolphi (1819) con *Physaloptera clausa* como especie tipo; en ella están incluidos 22 géneros parásitos de anfibios, reptiles y mamíferos: *Abbreviata* Travassos, 1920, *Didelphyoptera* Schulz, 1927, *Didelphysoma* Schulz, 1927, *Kreisiella* Jones, 1985, *Metaleptus* Ogawa & Okiyama, 1982, *Mirzaloptera* Wason & Johnson, 1977, *Neoleptus* Ubelaker & Dailey, 1975, *Ochetocephalus* Linstow, 1907, *Paraphysaloptera* Grupta & Jehan, 1971, *Pentadentoptera* Schachnasarova, 1949, *Physaloptera* Rudolphi, 1819, *Polydelphyoptera* Schilz, 1927, *Pseudabbreviata* Lichtenfels & Quigley, 1968, *Pseudophysaloptera* Baylis, 1934, *Skrjabinoptera* Schulz, 1927, *Turgida* Schulz, 1927, *Bulbocephalus* Rasheed, 1966, *Heliconema* Travassos, 1919, *Paraleptus* Wu & Liu, 1927, *Proleptus* Dujardin, 1845, *Physalopteroides* Wu & Liu, 194) y *Thubunaea* Seurat, 1914.

Diversas especies han sido incluidas en esta familia por la similitud en caracteres morfológicos como la extremidad anterior, la posición del poro excretor y la ubicación de los deiridios, el tamaño y forma de la espícula y la posición de la vulva (Ortlepp, 1924; Morgan, 1943; Norman, 1994; López-Torres, 2009; Pereira *et al.*, 2012). Sin embargo, es el número de ramas uterinas lo que diferencia a las especies, siendo menos de cuatro *Physaloptera* y la presencia de más de cuatro *Turgida*. Debido a que nuestro material presenta más de cuatro ramas, lo determinamos como *Turgida*.

La especie *Turgida turgida* originalmente estaba incluida en el género *Physaloptera* como *P. turgida*, sin embargo, el número de las ramas uterinas, además del patrón y número de papilas caudales son los caracteres que establecen diferencias significativas para considerarla como un 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 este género el número y distribución de las papilas caudales varía en cada especie y en *T. turgida* son 22 pares (Matey *et al.*, 2001; Pereira *et al.*, 2012).

Además de *T. turgida*, el género incluye a otras dos especies parásitas también de mamíferos americanos: *T. torresi* Travassos, 1920 y *T. ackertii* Hill, 1939 en *Agouti paca* y *D. virginiana* para Brasil y Estados Unidos, respectivamente (Matey *et al.*, 2001).

En nuestro país, nematodos de esta especie han sido recolectados ampliamente (Cuadro 7); sin embargo, solo Cañeda-Guzmán (1997) y Monet-Mendoza (2002) incluyen las redescripciones de la especie en sus respectivos trabajos; asimismo, Matey y colaboradores (2001) realizaron el análisis de la ultraestructura de la especie en marsupiales del sur de California; con base en estos 3 trabajos y considerando caracteres morfológicos diagnósticos tanto en microscopía óptica y de barrido (como son la presencia de 22 pares de papilas caudales (cuatro pares laterales, un par precloacal, una papila impar situada enfrente de las precloacales, dos pares postcloacales, un par asimétrico dispuesto entre el ano y el extremo caudal, dos pares en el extremo posterior y una papila impar antes del último par, cuatro o más ramas uterinas, la boca compuesta por dos labios, cada uno con un diente interno muy desarrollado, además de tres más pequeños, cada uno un par de papilas cefálicas- una dorsolateral y una ventrolateral-, poro excretor a la altura del esófago glandular, un collar cefálico y un gran tamaño en comparación con las otras especies del género) determinamos nuestro material como *T. turgida*, ampliando para México los registros de localidad.

Orden Strongylida

Superfamilia Trichostrongyloidea

Familia Viannaiidae Neveu-Lemaire, 1944

Género *Viannaia* Travassos, 1914

Especie *V. viannai* Travassos, 1914

Diagnosis: basada en 20 individuos (10 hembras y 10 machos).

Los nematodos de la especie *Viannaia viannai* son de cuerpo pequeño y filiformes que se localizan en la mucosa del intestino y que en vivo tienen una coloración rojiza, sin embargo, una vez fijados, toman un color blanco, se contraen y toman una forma enrollada o en espiral (sobre sí mismos (de 2 y hasta 4 vueltas), que dificulta su procesamiento y posterior observación. El género *Viannaia* se distingue por poseer un sínlofe con tres aretes ventrales orientados hacia la izquierda (Lámina 7, Fig. c), con fórmula bursal 2-1-2.

Las hembras son ligeramente más grandes que los machos (Lámina 7, Figs. a y b). Ambos, poseen una dilatación cefálica, además de una cápsula bucal poco apreciable. El poro excretor se encuentra posterior al esófago claviforme al que rodea el anillo nervioso.

Las hembras son monodelfas y presentan útero lineal -característica diagnóstica, propuesta por Desset & Chalbaud, 1981- con huevos dispuestos en tándem y tienen huevos con forma elíptica (Lámina 7.1, Fig. c). La vulva se encuentra en la región posterior del cuerpo, muy cercana al ano.

Los machos carecen de gobernáculo. Poseen una bursa copulatriz simétrica con tres lóbulos; en cada lóbulo tienen un par de radios ventrales, unidos en la base, pero separados de los radios laterales. Cada lóbulo lateral posee tres rayos; tienen además, un rayo dorsal bifurcado (Lámina 7, Fig. d)

Se desconoce el ciclo en particular para la especie, pero Durette-Desset (1985) sugieren que es monexeno, en el cual, los individuos que pertenecen a la superfamilia Trichostrongylidae, autoinfectan por penetración del tercer estadio o por ingestión de huevos, de los que emerge la larva infectiva que se establecerá de nuevo en el hospedero definitivo.

Datos morfométricos (en mm):

Machos	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	# de espículas	Tamaño de las espículas	# de papilas caudales	Largo de la cauda	Ancho de la bursa o cauda
	1.84-2.95	0.10-0.12	0.97-1.15	0.235-0.28	0.10-1.137	2	0.133-0.141	N/A	0.155	0.091
Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	2.91-3.26	0.12-0.26	1.12-1.67	N/O	0.16-20	Posterior	0.276-0.42	0.05-0.068	0.03-0.04	0.02

Sitio de Infección: Mucosa del intestino anterior (Adulto)

Número de Hospederos parasitados por *Viannaia viannai*: 17

Número de nematodos recolectados: 268 (107 hembras, 62 machos y 99 inds. en OH 70%)

Catálogo CNHE: 8988, 8989, 8990, 8991, 8992, 8993, 8994, 8995, 8996, 8997, 8998, 9025, 9026, 9027, 9028, 9029, 9030.

Distribución temporal:

Para el presente estudio, *V. viannai* se recolectó en dos estados: en Veracruz, se encontró en el poblado de San Andrés Tuxtla, en la Estación de Biología Tropical “Los Tuxtlas, en las especies *D. marsupialis* y *D. virginiana*; y en el municipio de Arriaga, del estado de Chiapas, en un tlacuache determinado hasta nivel genérico (*Didelphis* sp.). Ambos estados representan nuevos registros de localidad para la especie *V. viannai*.

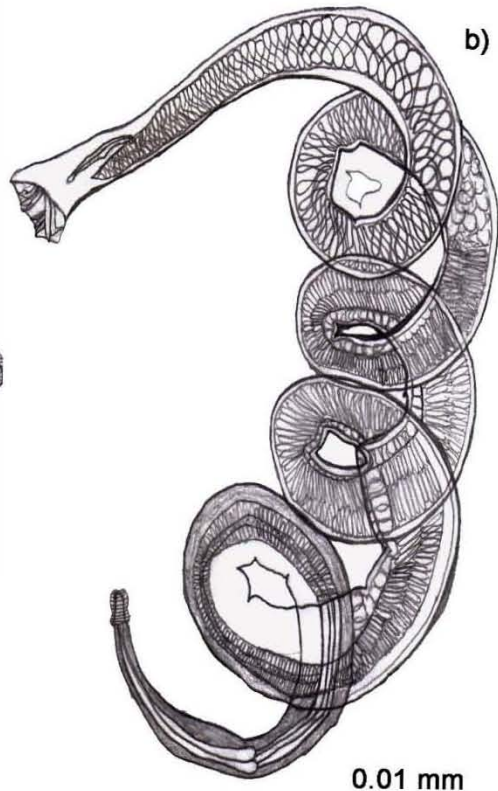
Registros previos:

Viannaia viannai solo se había reportado en el estado de Guerrero para *Didelphis virginiana* (Monet-Mendoza et al., 2005).



a)

0.01 mm



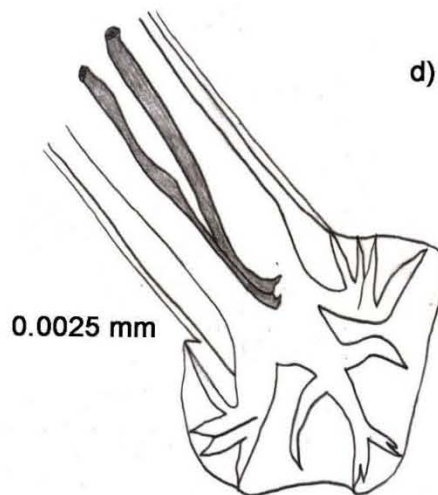
b)

0.01 mm



c)

0.0025 mm



d)

0.0025 mm

Lámina 7. *Viannaia viannai* (Cámara clara)

a) Hembra (10X), Macho (10X), c) Corte transversal de una hembra (40X), d) Bursa copulatrix y espículas (40X).

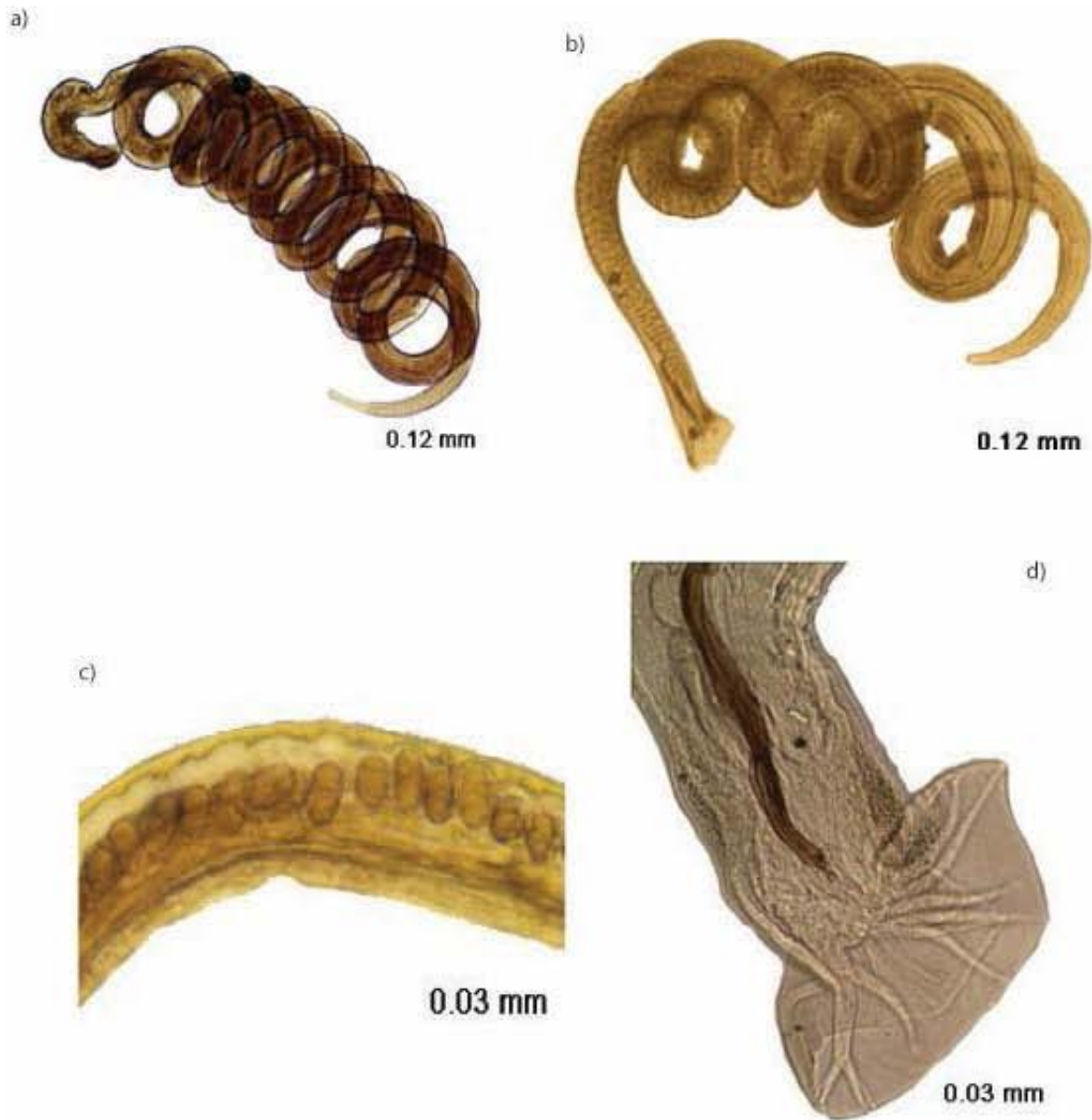


Lámina 7.1 *Viannaia viannai* (Foto-microscopio)

a) Hembra adulta (10X), b) Macho adulto (10X), c) Huevos (40X),
d) Bursa copulatrix (40X)

Comentarios taxonómicos:

La nematofauna inmersa en la superfamilia Trichostrongylidae, fue ampliamente estudiada por Durette-Desset (1968, 1974) y Diaw (1976).

La familia Viannaiidae contiene 45 especies, distribuidas en diez géneros: *Avellaria* Freitas & Lent, 1934, *Hydrochoerisnema* Arantes & Artigas, 1980, *Ierestrongylus* Cameron, 1935, *Mazanema* Cameron, 1935, *Nesomystrongylus* Durette-Desset, Lethonen & Haukisalmi, 2002, *Oswaldonema* Travassos, 1927, *Squamostrongylus* Travassos, 1927, *Travassostrongylus* Orloff, 1933, *Vianella* Travassos, 1914 y *Viannaia* Travassos, 1914.

Travassos (1914) estableció al género *Viannaia*, en el que incluyó a las especies de la superfamilia Trichostrongylidae con distribución neotropical, que se caracterizan por ser monodelfas, además de presentar espículas cortas iguales o subiguales y que poseen tres líneas longitudinales a lo largo del cuerpo, que conforman el sínlofe, observándose tres aretes ventrales característicos del género -que son observables solo al realizar cortes transversales- a partir de la parte media posterior del cuerpo tanto de hembras como de machos, debido a que nuestro material coincide con las características que describe Travassos, concluimos determinarlo bajo este género.

Diaw (1976) describió al género *Honeiffa* con la especie tipo *H. cayanensis* recolectada de un tlacuache *D. marsupialis* en la Huayana Francesa; sin embargo, Guerrero (1985) descarta este género al determinar que se trata de un sinónimo del género *Viannaia*.

La revisión más exhaustiva del género es la realizada por Guerrero (1985), propone la diferenciación entre especies con base en las características de las espículas, incluyendo 18 especies. Actualmente, el género *Viannaia*, incluye 19 especies: *Viannaia barusi* Guerrero, 1985, *V. bisbali* Guerrero, 1985, *V. cayannensis* Diaw, 1976, *V. conspicua* Travassos, 1914, *V. didelphis* Travassos, 1914, *V. gabaldoni* Guerrero, 1985, *V. guayanensis* Guerrero, 1985, *V. hamata* Travassos, 1914, *V. minispicula* Guerrero, 1985, *V. monodelphisi* Durette-Desset, 1968, *V. metachirops* Durette-Desset, 1974, *V. pusilla* Travassos, 1914, *V. philanderi* Travassos, 1914, *V. reigi* Guerrero, 1985, *V. skrzjabini* Lent & Freitas, 1937, *V. tenorai* Guerrero, 1985, *V. venezuelensis* Guerrero, 1985, *V. viannai* Travassos, 1914 y *V. lenti* Durette-Desset, 1968.

Siguiendo la clave de Guerrero, nuestro material corresponde a la especie *V. viannai* porque los machos presentan espículas cortas, de complejidad media, con el extremo distal filiforme sin unirse en la punta, con una expansión cuticular en el extremo anterior y el posterior simple y aguzado, una fórmula radial 2-1-2, disposición y forma de los radios dorsales semejantes a los reportados por Travassos (1920), Dickmans (1943) y Guerrero (1985), aunado a que las hembras tienen la misma distancia de la vulva al extremo posterior y el largo y ancho de los huevos, datos que coinciden con la redescrición hecha por Monet-Mendoza (2002).

Orden Strongylida

Superfamilia Trichostrongyloidea

Familia Viannaiidae Neveu-Lemaire, 1944

Género *Travassostrongylus* Travassos, 1914

Diagnosis: basada en cuatro hembras parásitas del intestino de *Didelphis* sp. en la localidad de Arriaga, Chiapas.

Las hembras del género *Travassostrongylus* son de cuerpo pequeño y del mismo modo que otras especies de la familia Viannaiidae, se localizan en la mucosa del intestino anterior, presentando una coloración roja cuando aún están vivos. Al fijarse, se enroscan y toman una forma de espiral (Lámina 7.1, Fig. a).

Al realizar un corte transversal, se observa un sínlofe con ocho aretes ventrales orientados ligeramente hacia la izquierda (Lámina 7, Fig. c).

Las hembras analizadas presentan una dilatación cefálica, además de una cápsula bucal muy evidente (Lámina 7, Fig. a; Lám. 7.1, Fig. c). El poro excretor se encuentra posterior al esófago y también rodea el anillo nervioso.

Como características distintivas del género, las hembras son monodelfas con huevos dispuestos en tándem y tienen huevos con forma elíptica (Lámina 7, Figs. b y d; Lám. 7.1, Fig. b). La vulva se encuentra en la región posterior del cuerpo, muy cercana al ano. (Lámina 7, Fig. b; Lám. 7.1, Fig. d).

Datos morfométricos (en mm):

Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	4.913	0.10	1.21	N/O	0.33-0.36	Posterior	3.65-4.59	0.93	0.04	0.023

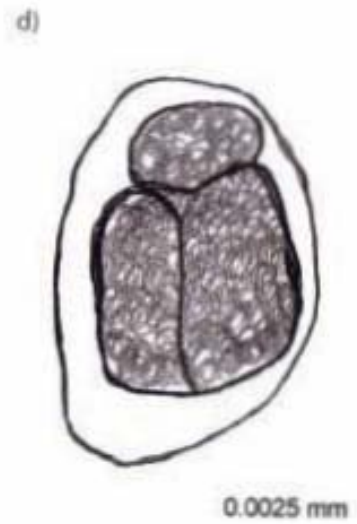


Lámina 8. *Travassostrongylus* sp. (Cámara clara)

a) Región anterior (10X), b) Cola (10X), c) Corte transversal (40X), d) Huevo (40X)



Lámina 8.1 *Travassostrongylus* sp. (Foto-microscopio)

a) Hembra adulta (10X), b) Región cefálica (40X), c) Huevos y cola (10X), d) Vulva (40X)

Sitio de Infección: Intestino**Hospederos parasitados por la especie:** 1 (*Didelphis* sp.)**Números de nematodos recolectados:** 8**# Catálogo CNHE:** 8987.**Distribución Temporal:**

Se recolectaron ocho hembras en un tlacuache *Didelphis* sp. en la localidad de Arriaga en el estado de Chiapas. La recolecta de esta especie resulta un nuevo registro para los tlacuaches de México, siendo la primera vez que se reporta el género en nuestro país.

Registros previos: No se reporta con anterioridad para el país.**Comentarios taxonómicos:**

El género *Travassostrogylus* fue erigido por Travassos (1914) y redescrito por Orloff (1933), ambos incluyéndolo como uno de los géneros de la familia Viannaiidae para la superfamilia Trichostrongilidae, con *T. callis* como la especie tipo, recolectada de un tlacuache del género *Didelphis* en Brasil (Navone, *et al.*, 1991). Nuestro material se incluyó en este género por coincidir con la redescipción del género, hecha por Texeira de Freitas (1937), en la que indica la presencia de diez crestas cuticulares (cinco dorsales y cinco ventrales), así como un sínlofe armado por ocho radios.

Actualmente, el género cuenta con nueve especies descritas, todas parásitas de marsupiales en la región neotropical: *T. callis* Travassos, 1914, *T. didelphis* Wolfgang, 1951, *T. orloffii* Travassos, 1935, *T. quator* Freitas, 1937, *T. quintus* Freitas, 1937, *T. sextus* Freitas 1937, *T. tertius* Travassos, 1935 y *T. yungaensis* Navone *et al.*, 1991. La diferenciación intraespecífica se basa en las espículas y el gubernáculo, así como la posición y desarrollo del útero (Navone, *et al.*, 1991).

Con base en información de Texeira de Freitas (1937), Diaw (1976) y Navone (1991) y considerando la morfología de la espícula, las especies de este género se dividen en dos grupos: *T. orloffii*, *T. callos*, *T. sextus* y *T. travassosi* tienen espículas

birradiadas y son parásitas de marsupiales de hábitos terrestres (como las especies del género *Didelphis*), mientras que *T. tourei*, *T. quintus*, *T. quatuor*, *T. tertius* y *T. paraquintus* tienen espículas tri-radiadas, parásitas de marsupiales de los géneros *Metachirus*, *Metachirops* y *Lutreolina* de hábitos acuáticos (excepto *T. tourei*).

Nuestro material presenta las características distintivas del género correspondientes a la hembra. No obstante, la determinación a nivel de especie no pudo llevarse a cabo porque no se recolectaron machos.

Clase Dorylaimea Hodda 2007

Orden Trichocephalida Spasski 1954

Superfamilia Trichinelloidea (Ward, 1907) Hall, 1916

Familia Trichuridae (Ransom, 1911) Railliet, 1915

Género *Trichuris* Roederer, 1761

Especie *T. didelphis* Babero, 1960

Diagnosis: basada en ocho individuos: Los nematodos de la especie *Trichuris didelphis* se caracterizan por presentar el cuerpo dividido en dos regiones: la primera en la que se encuentra la región cefálica y media anterior que es filiforme, sobre la que se encuentran numerosas dilataciones cuticulares a lo largo del cuerpo, cuya distribución, posición y número es variable, motivo por el cual, no se considera como carácter diagnóstico (Lámina 9, Fig. a; Lám. 9.1, Figs. a y b ; Lám. 9.2, Figs. a y b); y la segunda región, contiene a la parte media restante y la posterior que es fusiforme, en la que se encuentran embebidos los aparatos reproductores, útero y testículo, en hembras y machos respectivamente, presentándose dimorfismo sexual marcado. En la región anterior presentan un esticosoma compuesto por numerosos esticocistos dispuestos en tándem (Lámina 9, Fig. a; Lám. 9.1, Fig. c). El esófago se encuentra en la parte filiforme, así como el poro excretor y el anillo nervioso.

Las hembras tienen la parte posterior engrosada y se caracterizan por ser opistodelfas (Lámina 9, Fig. c; Lám. 9.1, Fig. f). Poseen una vulva muscular poco evidente, debido a la presencia de un gran número de huevos embrionados operculados, por ambos polos (Lámina 9, Fig. d; Lám. 9.1, Fig. d) y el ano es subterminal (Lámina 9, Fig. c; Lám. 9.1, Fig.f).

Los machos se caracterizan por poseer una vesícula seminal y un conducto eyaculador que desemboca en la cloaca, que se encuentra en la parte ventral del extremo posterior que también es engrosado. Tienen una espícula filiforme embebida en una vaina espicular protuible armada (Lámina 9, Fig. b; Lám. 9.1, Fig. d; Lám. 9.2, Figs. c y d).

Se desconoce el ciclo de vida particular para la especie, pero Anderson (2000) argumenta los miembros de esta subfamilia presentan un ciclo monoxeno, de transmisión directa, habiendo infección a partir de las heces con huevos embrionados dispuestos en el suelo.

Datos morfométricos:

Machos	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	# de espículas	Tamaño de las espículas	# de papilas caudales	Largo de la cauda	Ancho de la cauda
	12.8-15.6	Ant: 0.18 Post:0.29	6.9-7-4	N/O	N/O	1	0.47-0.6	N/A	0.49-0.55	0.14-0.18
Hembras	Longitud total	Ancho máximo (región media)	Longitud tubo esofágico	Distancia poro excretor	Distancia del anillo nervioso-ext. anterior	Localización de la vulva (región)	Distancia región anterior-vulva	Distancia ano-extremo posterior	Largo total de los huevos	Ancho total de los huevos
	13.81	Fil: 0.125; Fus:0.47	0.635	N/O	0.0875	media	8.47	0.03	0.068	0.032

Distribución temporal:

Trichuris didelphis se reporta por primera vez para *Didelphis* sp. en Arriaga (Chiapas). Asimismo, es el primer registro de la especie en los municipios de Escárcega (Campeche) y Colima (Colima).

Sitio de Infección: Intestino (Adulto)

Número de Hospederos parasitados por *T. didelphis*: 7

Número de nematodos recolectados: 52 (43 hembras, 8 machos y 1 larva)

Catálogo CNHE: 8974, 8975, 8976, 8977, 8978.

Registros previos:

Anteriormente *T. didelphis* se registró en la estación de Biología Tropical “Los Tuxtles” y en Rancho Tebanca en los tlacuaches *D. virginiana* y *P. opossum* y en Laguna Escondida para *D. marsupialis*, *D. virginiana* y *P. opossum*, todos ellos en el estado de Veracruz (Cañeda-Guzmán, 1997).

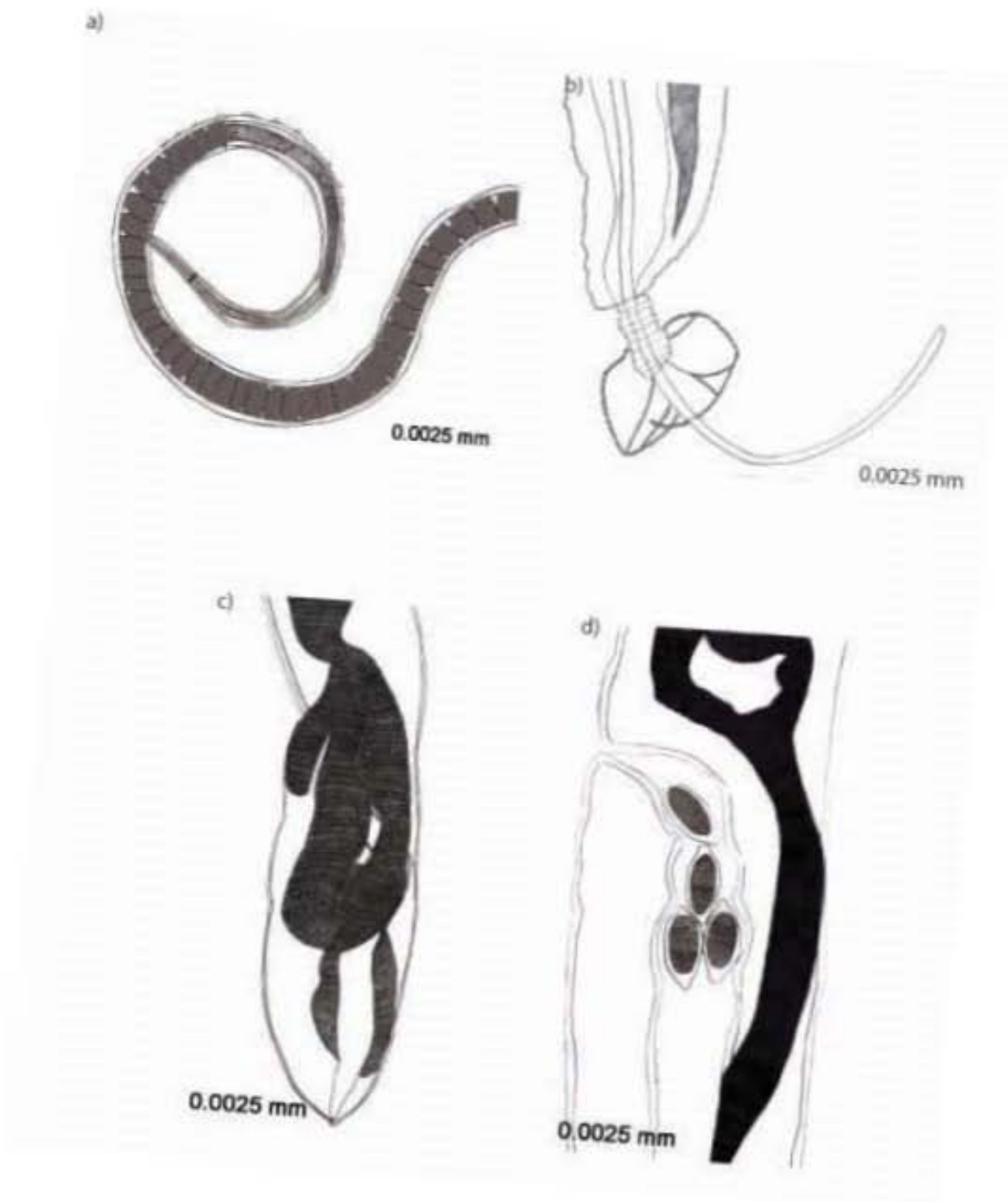


Lámina 9. *Trichuris didelphis* (Cámara clara-40X)

a) Región anterior de un macho (Esticocistos en tándem), b) Espícula y vaina espinosa de la cauda de un macho, c) Región posterior de una hembra (útero), d) Vulva y huevos.



Lámina 9.1 *Trichuris didelphis* (Foto-microscopio)

a) Región anterior de un macho (40X), b) Banda bacilar (40X), c) Esticosoma y esticocistos en tándem (10X), d) Vulva y huevos (40X), e) Región caudal, espícula y vaina espinosa de un macho (40X), f) Región caudal de una hembra (40X).

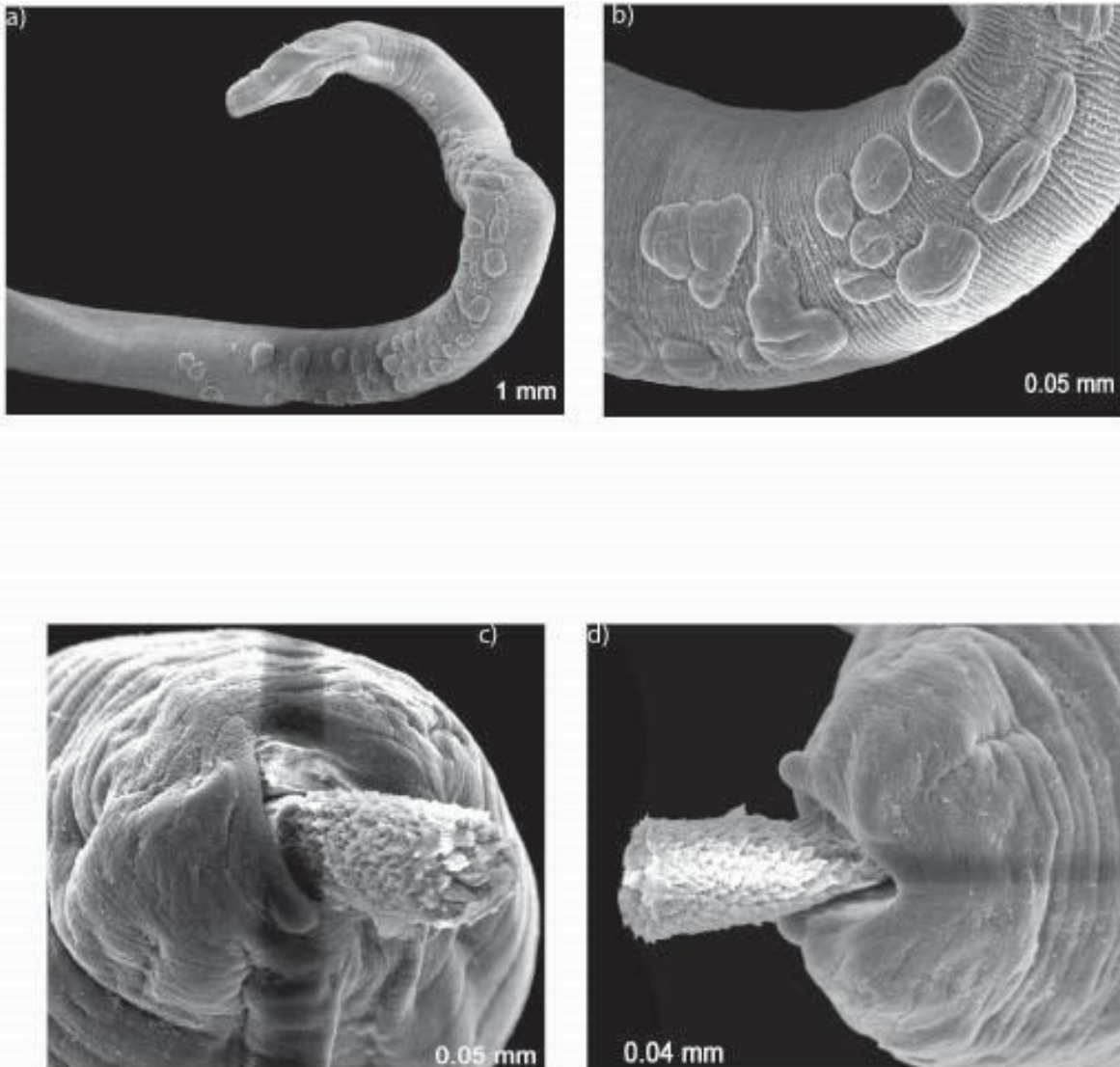


Lámina 9.2 *Trichuris didelphis* (MEB)

a) Región filiforme de una hembra, b) Banda bacilar, c) Región caudal de un macho, d) Espícula y cauda de un macho.

Comentarios taxonómicos:

La familia Trichuridae fue propuesta por Railliet (1915) y actualmente cuenta con seis géneros: *Capillostrongyloides* Freitas & Lent, 1935, *Orthothominx* Teixeira de Freitas & da Silva, 1960, *Pearsonema* Teixeira de Freitas & Machado de Mendonça, 1960, *Sclerotrimum* Rudolphi, 1819, *Tenoranema* Mas-Coma & Esteban, 1985, *Trichuris* Roederer, 1761. Los caracteres que definen al género, aún son de amplia discusión, sin embargo, es la longitud de la espícula, la estructura de la funda o vaiana espicular y el tamaño de los huevos y la longitud del vaso deferente y conducto eyaculador (Thapar & Sing, 1954 *in* Skrjabin, 1970;).

El género *Trichuris* fue descrito por Roederer (1761) cuyas especies se encuentran parasitando el ciego intestinal de sus hospederos; en él, están incluidas 91 especies, cuya diferenciación morfológica ha resultado compleja y muchos autores han tratado de discernir las especies con base en datos estrictamente morfológicos y biométricos (Oliveros & Cutillas 2003), complementándose con estudios genéticos y moleculares (Oliveros & Cutillas 2002).

Para marsupiales se han descrito cinco especies del género: *Trichuris didelphis* Babero, 1960, *T. marsupialis* Foster, 1939, *T. minuta* Rudolphi, 1819, *T. reesali* Wolfgang, 1951 y *T. urichi* Wolfgang, 1951.

Nuestro material se determinó como *Trichuris* por presentar las características diagnósticas del género: región anterior larga y delgada (filiforme) y la posterior corta y ensanchada (fusiforme), una sección denominada esticosoma, en la que están embebidos los esticitos posterior al esófago muscular, banda bacilar en la parte ventral del esófago, inflaciones cuticulares desorganizadas en la cutícula en el segundo tercio de la región filiforme, espícula evaginable inserta en una vaina espinosa, huevos con opérculos en ambos polos, vulva dispuesta entre las dos regiones del cuerpo.

Determinamos que la especie es *T. didelphis* por coincidir con los caracteres diagnósticos para la especie, destacando el tamaño de la espícula, la vaina espinosa espicular, la forma y tamaño de los huevos y la vulva, aundado a los datos morfométricos establecido para *T. didelphis* por Cañeda-Guzmán (1997) y Monet-Mendoza (2002), material con el que fue comparado.

Clase Dorylaimea Hodda 2007

Orden Trichocephalida Spasski 1954

Superfamilia Trichinelloidea Ward, 1907 (Hall, 1916)

Familia Trichuridae Ransom, 1911 (Railliet, 1915)

Subfamilia Capillariinae (Railliet, 1915)

Diagnosis: basada en huevos, cuya forma es elíptica y poseen tapones en ambos polos. Además, se caracterizan por no estar embrionados (Lámina 10).

Anderson (1992) menciona que los huevos de la subfamilia Capillariinae viven en el epitelio y son liberados durante la rotación normal de las células epiteliales en el hospedero hasta su excreción.

Los adultos del género presentan una boca simple con una banda bacilar o no. El esófago es largo, aumentando en tamaño en la parte posterior del cuerpo.

El macho presenta el ano subterminal o terminal y por lo general presentan un ala caudal membranosa. Poseen una espícula larga y delgada con fundas espinosas en la mayoría de las especies. Las hembras son ovíparas y presentan la vulva cerca del extremo posterior del esófago y el ano terminal.

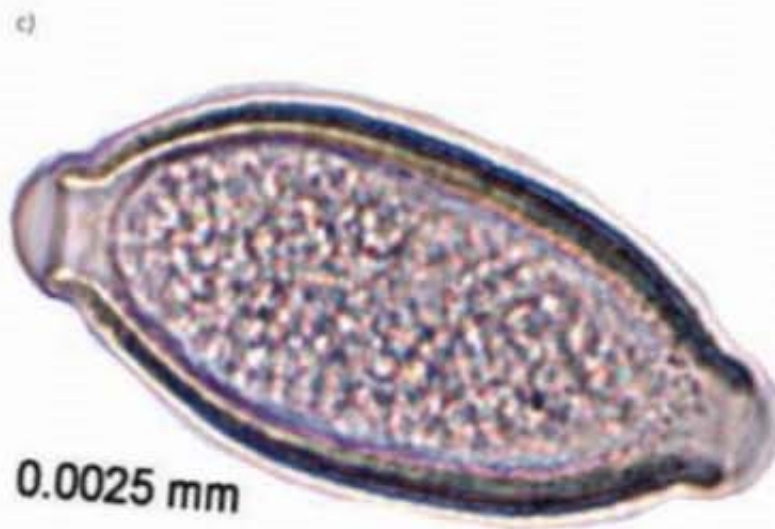
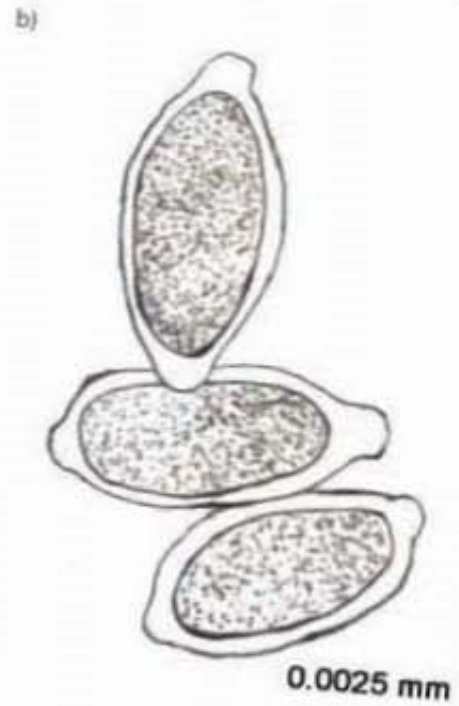


Lámina 10. Capillarinae. (Huevos)

a) En el útero (Foto-microscopio-40X), b) En cámara clara (40X), c) En foto-microscopio (40X).

Sitio de Infección: Pulmones

de Hospederos parasitados por *T. didelphis*: 2

Catálogo CNHE: 9031, 9032.

Distribución temporal:

Los huevos de Capillarinae recolectados en este estudio corresponden al primer registro del género en didelfidos para México, en las especies *D. marsupialis* y *D. virginiana* en el estado de Campeche (Escárcega).

Registros previos:

En México, no se habían reportado huevos de la subfamilia Capillarinae en pulmones de marsupiales.

Comentarios taxonómicos:

El género *Capillaria* fue descrito por Zeder (1800) y está incluido en la subfamilia Capillariinae en la que dicho autor incluyó inadecuadamente diversas especies, que después se reorganizaron en otras subfamilias por Travassos, 1915 y Teixeira de Freitas & Cuaresma, 1936. Moravec (1982) realizó una importante reorganización de la subfamilia, con la subdivisión a fondo sobre las especies del género *Capillaria* con base en la morfología del aparato reproductor masculino. Las diferentes especies del género parasitan el canal digestivo, el sistema respiratorio, el tracto genito-urinario y el tejido subcutáneo de peces, aves y mamíferos (Read, 1949; Anderson, 1992)

La clasificación de la subfamilia Capillarinae es una de las más complejas que existen entre los nematodos parásitos debido a la escasez de estructuras diagnósticas para la discriminación interespecífica, motivo por el cual se han establecido diferentes propuestas sistemáticas basadas en varios criterios morfológicos para la organización del grupo (Spratt, 2006).

Moravec (1982) estableció que los caracteres que definen las diferencias entre las especies están en el ala caudal, la bursa, las proyecciones lobulares, las espículas, la

vaina espicular, la presencia/ausencia de un apéndice vulvar, la forma y tamaño de huevo y la ornamentación vulvar en la hembra.

Debido a la complejidad por la gran diversidad y riqueza de especies dentro del grupo, desde 1982 se han propuesto varios nuevos géneros y subgéneros e incluso algunas sinonimias (Moravec , 2001 ; Gibbons, 2010).

Actualmente Hodda (2011) respeta la clasificación hecha por Railliet (1915) reconociendo a Trichuridae como familia, con la subfamilia Capillariinae con alrededor de 390 especies distribuidas en 18 géneros: *Aonchotheca* López-Neyra, 1947, *Armocapillaria* Gagarin & Naxarova, 1966, *Capillaria* Zeder, 1800, *Capillaroides* Moravec, 1987, *Hepatocapillaria* Moravec, 1987, *Neocapillaria* Moravec, 1987, *Procapillaria* Moravec, 1987, *Crossicapillaria* Moravec, 2001, *Ophidiocapillaria* Moravec, 1986, *Paracapillaria* Mendonca, 1963, *Lomakinela* Moravec, 1987, *Piscicapillaria* Moravec, 1982, *Discocapillaria* De & Maity, 1996, *Ichthyocapillaria* Moravec, 1982, *Pseudocapillaria* Freitas, 1959, *Avesaonchotheca* Barus & Sergejeva, 1990, *Pterothominx* Freitas, 1959 y *Tridentocapillaria* Barus & Sergeeva, 1990.

Los estudios dentro de la familia se han intensificado en peces y aves, no obstante, en mamíferos son los roedores de la familia Cricetidae los mejores representados (27 especies) (Robles, *et al.*, 2008).

En marsupiales, se han registrado *C. aerophila* y *Capillaria* sp. parasitando los bronquiolos y espacios alveolares de marsupiales didelfidos. Butterworth & Beverley-Burton (1977) proponen llamar a este parásito *C. didelphis* en comparación con *C. aerophila* que parasita la traquea y bronquios de *Vulpes vulpes* y otros carnívoros. *C. didelphis* ha sido registrada como causantes de neumonía lipídica en tlacuaches (Prestwood, *et al.*, 1977).

Nuestro material queda determinado hasta nivel de subfamilia (Capillariinae) por coincidir con la las características de los huevos: tienen forma elipsoide, no están embrionados, tienen opérculos en ambos polos y coinciden con la morfometría; sin embargo, su determinación no puede ser a otros niveles por no contar con individuos adultos en buen estado que nos permitieran aportar información acerca de la morfología de esta especie.

VIII. DISCUSIÓN

La interacción parásito-hospedero representa una de las simbiosis más frecuentes en la naturaleza. Las particularidades de estas interacciones no sólo están limitadas a consideraciones coevolutivas, sino que además, tienen efectos directos sobre caracteres morfológicos (adaptativos) y del comportamiento reproductivo de los hospederos, entre otros (Dobson *et al.*, 2009; Rico-Hernández, 2011).

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

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 dónde se están distribuyendo. El estudio particular de los nematodos parásitos de tlacuaches en México, nos permite establecer los taxa que los parasitan como paso inicial para reconocer cómo es que está llevándose dicha interacción entre los marsupiales terrestres del país y sus nematodos.

De los 336 taxa de helmintos registrados en mamíferos para nuestro país, hasta 2012, se tenían 16, 30 y 17 taxa de helmintos para *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander opossum*, respectivamente (García-Prieto *et al.*, 2012). Hasta 2005 sólo se habían realizado dos trabajos focalizados en los parásitos de tlacuaches terrestres: Cañeda-Guzmán (1997) analizó los parásitos de tres especies de marsupiales (*Didelphis marsupialis*, *D. virginiana* y *Philander opossum*) para la región de los Tuxtlas, en el estado de Veracruz, reportando seis taxa de nematodos, mientras que Monet-Mendoza (2002) reportó los nematodos parásitos de *D. virginiana* para dos localidades del estado de Guerrero, enlistando 12 taxa.

En el presente trabajo, se reporta el análisis particular sobre los nematodos asociados a las tres especies de tlacuaches terrestres para México, recolectados en 11 localidades correspondientes a ocho estados, incrementando a 17, 32 y 18 los taxa registrados en *Didelphis marsupialis*, *D. virginiana*, y *Philander opossum*, respectivamente, considerando como registros nuevos de hospedero para la subfamilia

Capillariinae gen. sp. en *D. marsupialis* y *D. virginiana*, así como *Aspidodera raillieti* en *D. virginiana* y *P. opossum*. Del mismo modo, se amplió la distribución geográfica para todos los taxa reportados. Destaca la presencia de *Travasostrongylus* sp., ya que se trata del primer registro del género en el país, para un tlacuache determinado como *Didelphis* sp. en el estado de Chiapas (Arriaga).

Con los resultados de este trabajo, aunados a los de Cañeda-Guzmán (1997) y Monet-Mendoza (2002), podemos establecer que en total se han registrado 18 taxa de nematodos en marsupiales (Apéndice 2) de los cuales 17 se han encontrado en *D. virginiana* (*A. raillieti*, Capillariinae gen. sp., *Cruzia* sp., *C. americana*, *C. tentaculata*, *D. longispiculata*, *D. hayesi*, *G. turgidum*, *G. mexicanum*, Trichostrongilidae gen. sp., *Trichuris* sp., *T. didelphis*, *T. turgida*, *Viannaia* sp., *V. didelphis*, *V. viannai* y Viannidae gen. sp.), siete parasitan *D. marsupialis* (Capillariinae gen. sp., *C. tentaculata*, *Didelphonema* sp., *G. turgidum*, *G. mexicanum*, *Viannaia* sp. y *V. viannai*) y sólo seis se reportan para *P. opossum* (*A. raillieti*, *C. tentaculata*, *G. turgidum*, *G. mexicanum*, *T. didelphis*, *V. viannai*).

Por ende, la fauna típica de los tlacuaches (basándonos en los tres trabajos enfocados en nematodos para México) estaría compuesta por *C. tentaculata*, *T. turgida* y *V. viannai*, que son las tres especies que comparten, tanto *D. marsupialis*, *D. virginiana* y *Opossum*, en la mayoría de las localidades en que han sido registradas (García-Prieto *et al.*, 2012 y presente estudio).

Con base en lo anterior, se confirma que *D. virginiana* es el tlacuache terrestre con la mayor riqueza de nematodos, por lo mismo, las especies de nematodos que lo parasitan se pueden localizar (potencialmente) en gran parte del país, si consideramos que esta especie de marsupial es la más abundante y distribuida más ampliamente en México (Figura 6).

De los diez taxa reportados en este trabajo, cuatro presentan ciclo de vida indirecto, de los cuales tres -*D. hayesi*, *Gongylostrongylus* sp. y *T. turgida*- requieren un hospedero intermediario artrópodo, esto quiere decir que estos organismos están jugando un papel clave en el establecimiento de varias especies de nematodos en los tlacuaches para completar sus ciclos de vida; además, la presencia de estas especies es un referente tangible para inferir que gran parte de la dieta de estas especies de marsupiales está basada en la ingesta de artrópodos (Apéndice 1). Otro indicador de la

dieta de los tlacuaches, se tiene con la presencia de *G. turgidum* que utiliza anfibios y reptiles como hospederos paraténicos (Mosqueda-Cabrera, *et al.*, 2009), ya que con el consumo de éstos, se establece en el didélfido. Respecto a los taxa de ciclo monoxeno, podemos deducir que las formas de infección que más se presentan en los marsupiales terrestres son ingesta de huevos y la autoinfección.

De los resultados obtenidos, puede apreciarse que *C. tentaculata* es la especie más prevalente, parasitando a 54 tlacuaches, por el contrario, *Gongylonema* sp., *Travassostrongylus* sp. y *Didelphostrongylus hayesi* resultaron las menos prevalentes, al parasitar sólo a un hospedero cada una.

El hecho de que *C. tentaculata* sea la especie más prevalente, se debe en gran medida a la abundancia tan alta con la que se encuentra en los hospederos que parasita, a consecuencia de la tasa reproductiva alta que tiene, así como su método de transmisión (autoinfección) facilitado por el hecho de no necesitar hospederos intermediarios para su dispersión y/o cierre del ciclo biológico. Rico-Hernández (2011) estableció que la reproducción extensiva de un parásito dentro de un hospedero aumentará el número de parásitos disponibles para infectar a otros hospederos y que en caso de ser especies patogénicas para el hospedero, la reproducción de los hospederos se puede ver afectada de manera adversa y su inmovilización o muerte, reducirán la probabilidad del parásito de infectar a otros; sin embargo, no hay estudios que corroboren que *C. tentaculata* lo sea, no obstante, Feldman & Self (1973) infieren que en infecciones intensas intervienen negativamente en la nutrición de los hospederos.

Por su parte, la presencia de *Gnathostoma turgidum* en las tres especies bajo estudio, resulta de gran interés ya que se reportan registros nuevos de localidad para la especie, lo que sugiere que este nemátodo tiene una distribución potencialmente más amplia de la conocida que pudiera coincidir con las de sus 3 especies de hospederos. Lo anterior resulta un punto clave para estudios particulares sobre este helminto, por la relevancia médica que han tenido otras especies del género y sus repercusiones en la salud humana, ya que a pesar de que no se tienen registros de larvas *G. turgidum* parasitando humanos, tampoco se descarta que pueda ocurrir la infección (Vidal-Martínez *et al.*, 2002).

Analizando los trabajos de nematodos en marsupiales terrestres, el número de localidades en las que se han recolectado en nuestro país es 13, correspondientes a

nueve estados (Campeche, Chiapas, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Oaxaca, Tabasco y Veracruz) lo cual denota que los registros son asimétricos a lo largo del país y que están mayormente representados en el sur, aunado a que los tlacuaches que se distribuyen más hacia el norte (mayormente *D. virginiana* y *D. marsupialis* –en menor proporción) son hospederos clave para estudios posteriores.

Con base en los resultados obtenidos, podemos ver que la distribución de los nematodos encontrados en este trabajo y las zonas reportadas con anterioridad (Monet-Mendoza, 2002 y Cañeda-Guzmán, 1997) es altamente coincidente con la amplia distribución de *D. marsupialis* y *D. virginiana*, e incluso con la distribución restringida de *P. opossum* (Fig. 7), siendo en la región del sureste del país (Veracruz, Chiapas, Tabasco y Campeche) la zona en donde más se han estudiados estos hospederos (Cañeda-Guzmán, 1997; García-Prieto, *et al.*, 2012 y el presente estudio). Además en dicha zona es donde convergen simpátricamente las tres especies de tlacuaches terrestres; región que a su vez, es considerada -junto con los siete países de Centroamérica- como una de las más ricas en especies, ya que alberga el 7% de la biodiversidad del mundo, destacando por ello, como uno de los “hotspots” de México (Wolke *et al.*, 2012; Myers, 2000).

En conclusión, el registrar la nematofauna de un hospedero o grupo de hospederos, nos permite establecer las bases informativas para estudios posteriores tanto ecológicos, biogeográficos como evolutivos, aunado a que estas especies de helmintos tienen un papel biológico importante como indicadores no solo de la ecología, alimentación y comportamiento de sus hospederos, sino también de las condiciones ambientales de los sitios en los que se encuentran.

Apéndice 1. Ciclo de vida de nematodos parásitos de tlacuaches (Modificado de Contreras-Mirón, et al., 2013).

Taxa	Tipo de ciclo /Hospederos intermediarios
<i>A. raillieti</i>	DIRECTO
Capillariinae gen. sp.	DIRECTO
<i>Cruzia</i> sp.	DIRECTO
<i>D. hayesi</i>	INDIRECTO:
<i>Gnathostoma</i> sp.	INDIRECTO: <i>Mesocyclops</i> sp., <i>Eucyclops</i> sp., <i>Cyclops</i> sp., <i>Thermocyclops</i> sp.
<i>Gongylonema</i> sp.	<i>Blatella germánica</i> , <i>Gymnopleurus mopsus</i> , <i>Caccobius schreberi</i> , <i>Aphodius subterraneus</i> , <i>Onthophagus taurus</i> , <i>Cheironitis ponticus</i> , <i>Onticellus fulvus</i> , <i>Sisyphus schaefferi</i> , <i>Copris lunaris</i>
<i>Turgida turgida</i>	INDIRECTO: <i>Blatella germánica</i> , <i>Tribolium confusum</i> , <i>Acheta assimillis</i> , <i>Melanopus femurrubrum</i>
<i>Trichuris</i> sp.	DIRECTO
<i>Travassostrongylus</i> sp.	DIRECTO
<i>Viannaia</i> sp.	DIRECTO
<i>Trichuris</i> sp.	DIRECTO

Apéndice 2. Nematodos parásitos de tres especies de tlacuaches en México *

Estudio	<i>D. virginiana</i>	<i>D. marsupialis</i>	<i>P. opossum</i>	<i>Didelphis</i> sp.
Cañeda-Guzmán, 1997	<i>C. tentaculata</i>	<i>C. tentaculata</i>	<i>C. tentaculata</i>	
	<i>G. mexicanum</i>	<i>Didelphonema</i> sp.	<i>G. mexicanum</i>	
	<i>T. didelphis</i>	<i>G. mexicanum</i>	<i>T. didelphis</i>	
	<i>T. turgida</i>	<i>Viannaia</i> sp.	<i>V. viannai</i>	
	<i>Viannaia</i> sp.			
Monet-Mendoza, 2002	<i>Cruzia</i> sp.			
	<i>C. americana</i>			
	<i>D. longispiculata</i>			
	<i>D. hayesi</i>			
	<i>G. turgidum</i>			
	<i>Trichostrongilidae</i> gen. sp.			
	<i>Trichuris</i> sp.			
	<i>T. turgida</i>			
	<i>Viannaia</i> sp.			
	<i>V. didelphis</i>			
	<i>V. viannai</i>			
<i>Viannidae</i> gen. sp.				
Presente estudio	<i>A. raillieti</i>	Capillariinae gen. sp.	<i>A. raillieti</i>	<i>C. tentaculata</i>
	Capillariinae gen. sp.	<i>C. americana</i>	<i>C. tentaculata</i>	<i>G. turgidum</i>
	<i>C. tentaculata</i>	<i>C. tentaculata</i>	<i>G. turgidum</i>	<i>T. didelphis</i>
	<i>D. hayesi</i>	<i>G. turgidum</i>	<i>T. didelphis</i>	<i>T. turgida</i>

	<i>G. turgidum</i>	<i>T. turgida</i>	<i>V. viannai</i>	<i>Travassostrongylus</i> sp.
	<i>T. turgida</i>	<i>V. viannai</i>		<i>V. viannai</i>
	<i>V. viannai</i>			

***(Con información de los tres estudios realizados para el país. Basado en Cañeda-Guzmán, 1997; Monet-Mendoza, 2002; Presente estudio)**

Literatura consultada

Adamson, M. L. 1987. Phylogenetic analysis of the higher classification of the Nematoda. Canadian Journal of Zoology. 65:1478-1482.

Adler, G., A. Carvajal, S. Davis-Foust, J. Dittel. 2012. Habitat associations of opossums and rodents in a lowland forest in French Guiana. Mammalian Biology, 77: 84-89.

Aguinaldo, A. M. A., J. M. Turbeville, L. S. Linford, M.C. Rivera, J.R. Garey, R.A. Raff & L.A. Lake. 1997. Evidence for a clade of nematodes, arthropods and other moulting animals. Nature, 387: 489-493.

Anderson, R. C., Chabaud, A. G., Willmott, S (eds). 1974. Keys to the nematode parasites of vertebrates. Commonwealth Agricultural Bureaux, England.

Anderson, R. C. 1992. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. Wallingford, UK, CAB International, 578 pp.

Anderson, R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission. CAB International. 2da edición.

Agrios, G. N. 2005. Fitopatología. 2º ed. Ed. Limusa, México. 838 pp.

Alden, K. J. 1995. Helminths of the Opossum, *Didelphis virginiana*, in southern Illinois, with a compilation of all helminths reported from this host in North America. Journal Helminthological Society of Washington. 62 (2): 1997-208.

Akahane, H., R. Lamothe-Argumedo, D. Osorio-Sarabia, L. García-Prieto, M. Koga & K. Iwata. 1999. Morphological observations of *Gnathostoma turgidum* Stossich 1902, obtained from an opossum in Mexico. Memorias del congreso "Studies on the new creeping disease in Mexico". University of Fukuoka, Japón. 71-78 pp.

Arcangeli-Álvarez, J. 2010. Comparación molecular de dos especies de tlacuache: *Didelphis* y *D. marsupialis* (MMA: Didelphiomorpha). Tesis de maestría. Posgrado en ciencias biológicas, Instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Bert, W., G. Karssen & J. Helder. 2011. Phylogeny and Evolution of Nematodes. In Jones J., G. Godelieve, C. Fenoll. Genomics and Molecular Genetics of Plant- Nematode Interactions. Springer. 45-49 pp.

Bertoni-Ruiz, F., L. Garcia-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Règagnon. 2005. A new species of *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomatidae) in *Procyon lotor hernandezii* from Mexico. Journal of Parasitology, 91(5):1143-1149

Bertoni-Ruiz, F., M. R. Lamothe y Argumedo, L. Garcia-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Règagnon. 2011. Systematics of the genus *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomatidae) in the Americas. Revista Mexicana de Biodiversidad. 82: 453-464.

Borroto-Páez, R., O. López-Carvajal y J. C. Pina Iglesias. 2011. La jutía conguna. 102-107 pp. En. Mamíferos en Cuba. (Borroto-Páez. R. and C. A.Mancina, Eds.) UPC Print, Vaasa, Finland, 271 pp.

Boehm, L. K. & O. Gebauer. 1934. Zur System der Familie der Metastrongylidae LEIPER, 1908 Zoologischer Anzeiger, 105, 287-294

Botero, J. & N. A. Zuluaga. 2001. Intestinal nematodes of medical importance in colombia. a solved problem? IATREIA. Vol 14, No. 1.

Bryant, J. P, Chapin F.S., Klein D.R. 1983. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. Oikos 40: 357-368

Burse, C. R. & S. R. Goldberg. 2005. Two species of Pharyngonidae (Nematode: Oxyroidea) and other nematodes in Aguma caudospina (Squamata: Agamidae) from Kenya, Africa. Journal of Parasitology. Vol. 91. No. 3. pp 591-599.

Caballero, E & M. C. Cerecero. 1944. Estudios helmintológicos de la región oncocercosa de México y de la República de Guatemala. Nematoda. Segunda parte. Anales del Instituto de Biología 15: 389–407.

Caballero, E. 1955. Estudios helmintologicos de la region oncocercosa de México y de la república de Guatemala. Nematoda. 9a parte. Acta Zoológica Mexicana 1: 1–5.

Cañeda-Guzmán, I. C. 1997. Parásitos de tres especies de marsupiales de la Estación “Los Tuxtles” y algunas zonas cercanas, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Pp. 193.

Cassar-Fernández, O. 1984. Prevalencia e importancia de los nematodos gastrointestinales de bovinos en el municipio de José Azueta, Veracruz. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

Ceballos, G. & Oliva, G. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Fondo de Cultura Económica, Mexico City, Mexico, 988 pp.

Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006a. *Didelphis virginiana* (Tlacuache). Distribución potencial, escala 1:1000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006b. *Didelphis marsupialis* (Tlacuache). Distribución potencial, escala 1:1000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. 2006c. *Philander opossum* (Tlacuache cuatro ojos). Distribución potencial, escala 1:1000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Cervantes, F. A., J. Arcangeli-Álvarez, Y. Hortelano-Moncada & A. V. Borisenko. 2010. DNA barcodes effectively identify the morphologically similar Common Opossum (*Didelphis marsupialis*) and Virginia Opossum (*Didelphis virginiana*) from areas of sympatry in Mexico. Mitochondrial DNA. 21 (SI): 44-50.

Chabaud, A. G. 1975. Keys to genera of the Order Spirurida. Part 2. Spiruroidea, Habronematoidea and Acuarioidea. *In*: Anderson, R.C., Chabaud, A.G. & Willmott, S. (Eds.) CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates No. 3. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Bucks, England, pp. 29-58

Chagas-Moutinho, V. A., A. Oliveira-Menezes, M. Q. Cárdenas, and R. M. Lanfredi .2007. Further description of *Aspidodera raillieti* (Nematoda: Aspidoderidae) from *Didelphis marsupialis* (Mammalia: Didelphidae) by light and scanning electron microscopy. *Parasitology Research* 101:1331–1336.

Chagas-Moutinho, V. A., V. Sant' Anna, A. Oliveira-Menezes & W. De Souza. 2014. New Aspidoderidae species parasite of *Didelphis aurita* (Mammalia: Didelphidae): A light and scanning electron microscopy approach. *Acta Trópica*. 130: 162-166.

Cheng, T. C. 1986. General parasitology. Academic Press, New York. Segunda edición.

Chitwood, B.G. & M.B, Chitwood. 1974. Introduction to nematology. University Park Press, Baltimore.

Coll-Cárdenas, R. 1999. Epidemiología de la enfermedad de Chagas en el Estado de Colima, Estudio de vectores, reservorios y seroprevalencia. Tesis de doctorado. Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima.

Contreras-Mirón, S, Acosta-Virgen K, R. Mata-López. 2013. Inferencia de la dieta de tres especies de tlacuache por la presencia de helmintos. Modalidad: Cartel exhibido en: XXX Simposio sobre Fauna Silvestre. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

Cuaron, A., L. Emmons, K. Helgen, F. Reid, D. Lew, B. Patterson, C. Delgado, S. Solari. 2012. *Didelphis virginiana* (On-line). IUCN Red List of Threatened Species. Acceso el 10 de Mayo de 2013 en: www.iucnredlist.org.

De Ley, P. & M. L. Blaxter. 2002. Systematic position and phylogeny. *In*: Lee D, editor. *The Biology of Nematodes*. London: Taylor & Francis. p 1-30.

Diaw, O. T. 1976. *Viannaia viannai*. *Ann. Parasitol.* 51(3): 355-363.

Diesing, K. M. 1838. Abbildungen neuer Gattungen brasilianischer Binnenwürmer (Entozoen). Amtlicher Bericht über die Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte:189.

Dobson, A. P., P. Hidson, A. M. Lyles. 2009 *Macroparasites: Worms and others*. *En: Natural enemies: the population biology of predators, parasites and diseases*. Blackwell Scientific Publications.

Durette-Desset, M. C. 1968. Helminthes de Marsupiaux Americains. Trichostrongyloidea. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 93, 581–594.

Eisenberg, J. F. 1981. *The mammalian radiations: an analysis of trends in evolution, adaptation and behavior*. University of Chicago Press, Chicago. 610pp.

Esch, W. G. & J. Fernández. 1993. *A functional Biology of Parasitism: Ecological and evolutionary implications*. Charman & Hall. First edition.

Espinoza-Jimenez, A .2007. Checklist of Helminth Parasites of the Cane Toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) from Mexico. *Journal of Parasitology*. 93:937–944

Flores-Villela, O. & L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambio taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana*. 20 (2): 115-144.

Gállego-Berenguer, J. 2007. Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. Ediciones de la Universidad de Barcelona. España.

Gardner, S. L. 2001. Worms, Nematoda. Faculty publications from the Harold W. Manter, Laboratory of parasitology. Paper 78

García-Prieto, L., Falcón-Ordaz J. & Guzmán-Trejo C. 2012. Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, host and geographical distribution. *Zootaxa* 3290: 1-92

García-Prieto, L., D. Osorio-Sarabia & M. R. Lamothe-Argumedo. 2014. Biodiversidad de Nematoda, parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: S171-S176

García-Márquez, L. J. 2005. Estudio de la Gnatostomiasis en elestado de Colima, México. Tesis de doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, Universidad de Colima, México.

García-Márquez, L. J., R. Lamothe-Argumedo, D. Osorio-Sarabia, L. García-Prieto & V. León-Règagnon. 2009. Morphological and molecular identification of *Gnathostoma binucleatum* (Nematoda: Gnathostomatidae) advanced third stage larvae (AdvL₃) in the state of Colima, México.

García-Márquez, L. J., R. López-Crespo, A. López-Mayagoitia & O. F. Prado-Rebolledo. 2012. Neumonía lipídica endógena en tlacuaches (*Didelphis virginiana*) capturados en el estado de Colima, México. *Veterinaria México*, 43(2).

Gaspar-Navarro, J. G., R. J. Almeyda-Artigas, E. Sánchez-Miranda, L. Carranza-Calderón y M. A. Mosqueda-Cabrera. 2013. Description of advanced third-stage larvae of *Gnathostoma lamothei* Bertoni-Ruiz et al. 2005 (Nematoda: Gnathostomatidae) from experimental hosts and contributions to its life cycle. *Parasitology research*. 112: 169-175.

Gibbons, L. M. 2010. Keys to the nematode parasites of vertebrates. Supplementary volumen. CAB International.

Gomes, D.C. 1979. Contribuição ao conhecimento dos helmintos parasitos de marsupiais no Brasil, da Coleção Helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz. *Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 20: 33-43.

Guerrero, R. 1985. Trichostrongyloidea parasitos de mamíferos silvestres de Venezuela. II Revision del genero *Viannaia* Travassos, 1914. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, Caracas, 124: 9-47.

Hernández-Gómez, R. E., L. J. Rangel-Ruiz & S. López-Jiménez. 2008. registro de la larva del tercer estadio avanzado de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Gnathostomatidae) en la cuenca del río Usumacinta, Tabasco, México. *Nota científica. Universidad y Ciencia*. 24(1):61-65.

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. *Zootaxa* 3148.

Hugot, J. P., P. Baujard & S. Morand. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology*, 3: 199-208

Hunsaker, D. 1977. Ecology of New World marsupials. En: Hunsaker D. 1977. The biology of marsupials. Academic Press, New York. 276-347 pp.

Jiménez-Ruiz, F. A. 2004. Systematics of the family Aspidoderidae Skrjabin and Schikhobalova, 1947 (Heterakoidea) parasites of neotropical mammals. The University of Nebraska - Lincoln, ProQuest, UMI Dissertations Publishing, 150 p.

Jiménez-Ruiz, F. A., S. L. Gardner & A. S. Varela-Stokes. 2006. Aspidoderidae from North America, with the description of a new species of *Aspidodera* (Nematoda: Heterakoidea). *Journal of parasitology*. 92 (4), 847-854 pp.

Kaya, H. & R. Gaugler. 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Review Entomology*. 38: 181-206.

Lamothe-Argumedo, R. & L. García-Prieto. 1988. Helminthiasis del hombre en México: Tratamiento y Profilaxis. AGT, México.

Lamothe-Argumedo, R. 1997a. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT, México, D.F. 43 p.

Lamothe-Argumedo, R. 1997b. Hospederos definitivos, intermediarios y paraténicos de *Gnathostoma* en Veracruz y Oaxaca, México. *Cuadernos Mexicanos de Zoología*, 1, 22–28.

Lamothe-Argumedo, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia & G. Pérez-Ponce de León. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helminthos del IBUNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico city, D.F., 211pp.

Lamothe-Argumedo, R., Akahane, H., Osorio-Sarabia, D. & García-Prieto, L. 1998. Hallazgo de *Gnathostoma turgidum* en *Didelphis virginiana* de Temascal, Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 69, 225–229.

Lamothe-Argumedo, R. 2003. “La Gnatostomiasis en México: un problema de salud pública”. *Anales del Instituto de Biología. U.N.A.M. Serie Zoología*, vol. 1, pp. 99-103.

Leidy, J. 1850. Contributions to Helminthology. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 5, 96–98.

Leidy, J. 1856. A synopsis of entozoa and some of the other ecto-congeners observed by the Author. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 8, 42–58.

Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322.

Maggenti A .R. 1970. System Analysis and Nematode Phylogeny. Publications from the Harold W. Manter Laboratory of Parasitology. Paper 102.

Matey V.E., Kuperman B.I. & Kinsella J.M. 2001. Scanning electron microscopy of *Turgida turgida* (Nematoda: Spiruroidea), parasite of the Virginia opossum, *Didelphis virginiana*, from Southern California. J. Parasitol. 87:1199-1202.

Miyazaki I., 1960. On the genus *Gnathostoma* and human gnathostomiasis, with special reference to Japan. Exp Parasitol.9:338-70.

Miyazaki, I., Kifune, T. & Lamothe-Argumedo, R. 1980. Taxonomical and Biological studies on the lung flukes of Central America. *Occasional Publications University of Fukuoka*, 2, 1–28.

Miyazaki, I. 1991. An illustrated book of helminthic zoonoses. Fukuoka, Japan: International Medical Foundation of Japan. pp. 494

Monet-Mendoza, A. 2002. Nemátodos parásitos del “tlacuache” *Didelphis virginiana* Kerr, 1792, de dos localidades de Guerrero, México. B. S. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico, D.F., 64 pp.

Monet-Mendoza, A., Osorio-Sarabia, D. & García-Prieto, L. (2005) Helminths of the Virginia opossum *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) in Mexico. *Journal of Parasitology*, 91, 213–219. Morand, S. & E. Arias-González. 1997. Is parasitism a missing ingredient in model ecosystems? *Ecological Modeling* 95, 61-74.

Moravec, F. 1982. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. *Folia Parasitologica*, 29, 119–132.

Moravec F 2001a. *Trichinelloid nematodes parasitic in cold-blooded vertebrates*. Academia, Prague, 430 pp.

Morrone, J. J. 2011. Sistemática, biogeografía y evolución: Los patrones de diversidad en tiempo-espacio. Las prensas de ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

Mosqueda-Cabrera, M. A. 2003. Caracterización y diferenciación sistemática de especies mexicanas del género *Gnathostoma* (Nematoda: Spirurida: Gnathostomatoidea) parásitas de mamíferos carnívoros de la parte baja de la cuenca del Río Papaloapan, Oaxaca-Veracruz. M. Sc. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de Mexico, 91 pp.

Mosqueda-Cabrera, M. A., E. Sánchez-Miranda, L. Carranza-Calderón & H. E. Ortiz-nájera. 2009. Finding of the advanced third-stage larvae of *Gnathostoma turgidum* Stossich, 1902 in Mexico from natural and experimental hosts and contributions to the life cycle description. *Parasitology Research*. 104: 1219-1224.

Mosqueda-Cabrera, M. A., R. J. Almeyda-Artigas, E. Sánchez-Miranda, L. Carranza-Calderón & E. Sánchez-Núñez. 2010. Description and development of the early third-stage larva of *Gnathostoma turgidum* Stossich, 1902 (Nematoda: Gnathostomatidae) and contributions to its life cycle. *Parasitology research*. 106: 1321-1326.

Fuentes, M. V. C. Muñoz-Antoli, S. Saez & M. Trelis. 2004. First report of *Gongylonema pithyusensis* Nematoda Gongylonematidae in continental Europe. *Helminthologia* (Bratislava). 413. Pp.171-173

Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. Vol. 403

Navone, G. T., D. M. Suriano, & C. A. Pujol. 1991. *Travassostrongylus yungaensis* n. sp. and *Hoineffia simplicispicula* n. sp. (Nematoda: Trichostrongyloidea) from *Thylamys venustus cinderellus* and *Lutreolina crassicaudata* (Marsupialia: Didelphidae) in the northwest of Argentina. *Systematic Parasitology*. 19: 187-193.

O'Connell, M. 2006. American Opossum. in D MacDonald, S Norris, eds. *The Encyclopedia of Mammals*, Vol. 1. Londres. Pp. 808-813.

Owen, R. 1836. Anatomical description of two species of Metazoan from the stomach a tiger, one of wich forms a new genus of nematoidea. *Proceedings Zoological Society*, London. 2, 123-126.

Oliveros R., C. Cutillas & D. Guevara. 2002. *Trichuris ovis* (Nematoda) (Abildgaard, 1795) parásito de *Ovis avies* (Linné, 1758) y *Capra hircus* (Linné, 1758): Revisión bibliográfica. *Boletín R Soc Esp Hist Nat*, 97, 33-40.

Oliveros R. & C. Cutillas. 2003. Redescipción de *Trichuris ovis* (Nematoda) (Abildgaard, 1795) parásito de *Ovis avies* (Linné, 1758) y *Capra hircus* (Linné, 1758). *Revista Ibérica de Parasitología*, 63 (3-4), 77-83.

Pasteur G, 1982. A classificatory review of mimicry systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 169–199.

Pereira, F. B., P. V. Alves, B. M. Rocha, S. D. Lima & J. I. Luque. 2012. A new *Physaloptera* (Nematoda: Physalopteridae) of *Tupinambis merianae* (Squamata: Teiidae) from Southeastern Brazil. *Journal of Parasitology*. 6 (6):1227–1235

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

Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto y B. Mendoza-Garfias, 2010. Helmintos parásitos de vertebrados silvestres. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. *Diversidad biológica de Sonora*. UNAM, México, pp. 263-283.

Pinto, R. M., A. Kohn, B. M. M. Fernandes, and D. A. Mello. 1982. Nematodes of rodents in Brazil, with description of *Aspidodera vicentei* n.sp. *Systematic Parasitology*. 4: 263-267.

Poinar, G. O. 1983. *The natural history of nematodes*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall 323 pp.

Prestwood, A. K. 1976. *Didelphostrongylus hayesi* gen. et sp. n. (metastrongyloidea: filaroididae) from the opossum, *Didelphis marsupialis*. *The Journal of parasitology*. Volumen 62, Número 2, pp. 272-275.

Proença, M. C. 1937. Revisão do genero *Aspidodera* Railliet and Henry, 1912. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 32: 427-438.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales & A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana. 21(1): 21-82.

Ransom, B. H., & M. C. Hall, 1915. The Life History of *Gongylonemna scutatam*. Journal of Parasitology. Vol. 1: 154

Renau-Piqueras, J. & M. Faura.1994. Principios básicos del microscopio electrónico de barrido. Centro de Investigaciones, Hospital "La Fe", Valencia, España.

Rico-Hernández, G. 2011. The evolution of host-parasite interactions: coevolution, sexual selection and other suggested theories. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica [online]. vol.14, n.2, pp. 119-130.

Rodríguez-Pérez, M. A., L. Lugo-Rodríguez, C. Lizarazo-Ortega & T. R. Unnasch. 2006. Entomological and serological assessment of *Onchocerca volvulus* transmission in the Northern Chiapas focus (Mexico). Acta entomológica serbica. Supplement, 51-59 pp.

Rudolphi, C. A.1819. Entozoorum Synopsis cui accedunt mantissa duplex et índice locupletissimi. 811 pp. Berolini.

Ruiz, J.M. 1947. Revisão do gênero *Cruzia* (Nematoda: Oxiuroidea) estudo das espécies brasileiras. Thesis S. Paulo, pp 1–105.

Santos, C. P., H. Lent, and Correa D. G. 1990. The genus *Aspidodera* Railliet and Henry, 1912 (Nematoda: Heterakoidea): Revision, new synonyms and key for species. Revista Brasileira do Biologia 50: 1017–1031.

Sarukhán, J., y R. Dirzo (comps.). 1992. México ante los retos de la biodiversidad. Conabio, México.

Sasser, J. N., and D. W. Freckman, 1987. A world prospective on nematology: the role of the society, pp. 7–14 in *Vistas on Nematology*, edited by J. A. Veech and D. W. Dickson. Society of Nematologists, Hyattsville, MD.

Schmidt, G .D. L. S Roberts. 2005. Foundations of parasitology. Mc Graw Hill, 7ª. Edición.

Siciliano-Martina, L. 2013. "Didelphidae" (En-línea), Animal Diversity Web. Acceso el 10 de octubre de 2013 en <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Didelphidae/>

Simpson, G. G. 1974. Notes on Didelphidae (Mammalia, Marsupialia) from the Huayquerian (Pliocene) of Argentina / Notas sobre Didelphidae (Mammalia: Marsupialia) del Huayqueriense (Plioceno) de Argentina. En American Museum Novitates, New York.

Sobolev, A. A. 1949. Spirurata of domestic ans commercially valuable hunted animals. Trudy Gelm. Lab. Akad. Naak. SSR, 4: 273-277 pp.

Texeira de Freitas, J. F. 1937. Sobre algumas especies do género *Travassostrongylus* Orloff, 1933 (Nematoda: Trichostrongylidae). Memorias do Instituto Oswaldo Cruz.

Telford, M. J., S. J. Bourlat, A. Economou, D. Papillon & O. Rota-Stabelli. 2007. The evolution of the Ecdyzoa. Philosophical transactions of the Royal Society. 363: 1529–1537.

Travassos, L. 1914. Tricostrongylideos brasileiros. Brasil Médico, Rio de Janeiro, 34: 325-327.

Travassos, L. 1917. Contribuição para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira X. Sobre as espécies do gênero *Túrgida*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 12: 73-77.

Travassos, L. 1917. Alguns helmintos da coleção do Instituto Bacteriológico de São Paulo. Bras Méd 31:99–100.

Travassos L. 1920. Contribuições para o conhecimento da fauna helmintológica brasileira. X. Sobre as espécies do gênero *Turgida*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 12:73-77.

Triteeraprab, S., Kanjanopas, K., Suwannadabba, S., Sangprakarn, S. Poovrawan, Y. & Scott, A. L. 2000. Transmission of the nocturnal periodic strain of *Wuchereria bancrofti* by *Culex quinquefasciatus*: establishing the potential for urban filariasis in Thailand. Epidemiology and Infection. 125: 207–212.

Ubelaker, J. E. & M. Younus. 1965. A new nematode, *Cruzia tropidodipsi*, parasitic in the snake *Tropidodipsas fasciata*. Transactions of the Kansas Academy of Science. Vol. 68, No. 1, pp. 194-197.

Vaughan, T. A. 2010. Mammalogy, 5ta Edición. Saunders, Philadelphia, 522 pp.

Vicente, 1966. Revisão da subfamília Aspidoderinae Skrjabin & Shikhobalova, 1947 (Nematoda). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 64: 131-161.

Vidal-Martínez, V. M., M. L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís y E. F. Mendoza-Franco. 2002. Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México. Instituto Politécnico Nacional. Primera edición.

Wilson, D. E & D. M. Reeder. 2005. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. 3rd ed. Vol. 1. Johns Hopkins University Press. Baltimore, MD, USA. 743 pp

Wolke, T, T., Urquiza-Haas, G. Ramos-Fernández, E. Calixto-Pérez, J. Alarcón, M. Kolb Y P. Koleff. 2012. Prioridades para la conservación de los primates en México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Asociación Mexicana de Primatología, A.C.- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.

Yamaguti S. 1961. Systema Helminthum. 3. The nematodes of vertebrates. Interscience, New York. 1261 p.