



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
Instituto de Biología

Composición de la Nematofauna asociada al
'Mapache' *Procyon lotor* (Carnivora: Procyonidae)
del Sureste Mexicano.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIOLOGO

P R E S E N T A:

Mario Alberto Marroquín Muciño



DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. David Osorio Sarabia

2014

Ciudad Universitaria, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Datos del alumno:

Marroquín
Muciño
Mario Alberto
30 89 13 10
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
306338869

Datos del tutor

M. en C.
David
Osorio
Sarabia

Datos del sinodal 1.

Dr.
Rogelio
Aguilar
Aguilar

Datos del sinodal 2.

Dra.
Rosario
Mata
López

Datos del sinodal 3.

M. en C.
Julieta
Vargas
Cuenca

Datos del sinodal 4.

M. en C.
Luis
García
Prieto

Datos del trabajo escrito

Composición de la Nematofauna asociada al 'Mapache' *Procyon lotor* (Carnivora: Procyonidae) del Sureste Mexicano.

125 p.

2014

DEDICATORIA

A mis padres

Quienes con infinito amor han guiado mis pasos en la vida.

A mamá Lalita

Por su sabiduría y su amor incondicional

A mis hermanos

Por su cariño y apoyo siempre

A Fabiana

Por llegar a mi vida, por tu amor y comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. David Osorio Sarabia, quien no solo fungió como mi tutor durante este proyecto, Recibí su ayuda incondicional en todo momento, además de su comprensión y apoyo, durante las dificultades. Gracias por brindarme sus conocimientos y su experiencia en el manejo y determinación de helmintos.

Al M. en C. Luis García Prieto por contribuir en mi desarrollo profesional, además de ser mi profesor y sinodal. Proporcionándome sus consejos y ayuda en todo momento.

A la Dra. Rosario Mata López, quien me inicio en la helmintología, y de quien he recibido sus enseñanzas y consejos no solo durante la elaboración de mi tesis profesional, sino también a lo largo de mi carrera. Gracias por escucharme cuando más lo necesitaba y exhortarme a seguir adelante.

Al. Dr. Rogelio Aguilar Aguilar por aceptar ser parte de mi sínodo, y sus acertadas observaciones que me ayudaron a enriquecer este trabajo. Gracias por orientarme y ser testigo de un momento tan importante de mi vida.

A la M. en C. Julieta Vargas Cuenca, quien colaboró conmigo con un apoyo desinteresado y contribuyo de manera importante con el trabajo que aquí presento, dándome siempre su opinión y excelentes consejos.

Gracias a la Facultad de Ciencias, al Laboratorio de Helmintología del Instituto de Biología de la UNAM, y al laboratorio de Diagnostico Parasitológico de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; inmuebles donde desarrolle mi tesis profesional.

Al Dr. Alejandro Francisco Ocegüera Figueroa, quien, como curador de la Colección Nacional de Helmintos me proporciono todas las facilidades e infraestructura necesaria para la elaboración de mi proyecto de investigación.

A la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias, responsable del Laboratorio de Microscopia Electrónica del Instituto de Biología, UNAM, por su invaluable ayuda en el procesamiento y montaje de muestras destinadas a MEB.

A la M en C. Claudia Iraís Muñoz García, quien amablemente me proporcionó material y datos helmintológicos de los hospederos, contribuyendo de manera importante a la riqueza de nematodos registrada en este trabajo.

Al M. en C. Noé Pacheco Coronel por su entusiasta ayuda y enseñanzas en Campo, especialmente en técnicas de trampeo, sujeción, eutanasia y taxidermia de vertebrados silvestres.

Al M. en C. Jorge Damián López Caballero por su gran ayuda tanto en campo como en el laboratorio, participando en el trampeo y disección de los hospederos.

A la Dra. Evangelina Romero Callejas por las facilidades otorgadas para trabajar en el Laboratorio de Diagnostico Parasitológico.

A Lulú, Lupita por sus observaciones y fotos que contribuyeron a mejorar mi Tesis.

Gracias a mis compañeros, amigos y personal del laboratorio de Helmintología, Nayeli, Ricardo, Aline, Brenda, Jorge, Lupita, Lulu, Angeles, Lupita Velarde, Aldo, Ivonne, Gerardo, Nancy, Nestor, Tania, Victor, Samara y Lety por todos los buenos momentos y consejos.

Gracias papás Marcela y Taurino, este trabajo también es de ustedes, quienes nunca me abandonan y siempre están a mi lado, es un orgullo para mi tenerlos como padres, ustedes son testigos de todo este proceso y todos los momentos difíciles por los que hemos pasado, gracias por no dejarme caer y seguir adelante. Los amo!!

Sonia, mi hermanita. Eres el mejor ejemplo de fortaleza que la vida me ha dado, me has enseñado que por más profundo que sea el pozo, siempre hay salida.

Morgan, mi hermanito gracias por todo tu apoyo, tu sentido del humor hace que el mundo gire.

Gracias Fabiana, no solo por ser participe y testigo de la elaboración de ésta tesis, sino también, por brindarme tu apoyo y amor incondicional siempre. Gracias por llegar a mi vida y ser el resultado de ésta sonrisa, TE AMO!!!

A mis amigos y maestros de vida (Fans del jefe): Miguel Ángel Mancera, Felipe Agapcel y Kevin Derek Daniel David Hernández, por todo el apoyo y consejos que me han brindado.

A mis profesores del Taller de Parasitología de Vertebrados Dulceacuícolas: Dr. Gerardo Pérez Ponce de León, Dra. Rosario Mata López, M. en C. David Osorio Sarabia, M. en C. Luis García Prieto, Dr. José Martín García Varela por compartirme su conocimiento y sentar las bases de mi proyecto de investigación.

A mis compañeros del Taller de Parasitología de Vertebrados Dulceacuícolas, Lulú, Lupita, Jair, Angélica, Ricardo, Uriel, Karla y Samantha. Por su ayuda en el laboratorio para el procesamiento del material helmintológico.

Al Sr. Félix de Tlacotalpan, Veracruz. por su colaboración en campo.

Al personal del Laboratorio de Protozoología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Especialmente a la Biol. Margarita Reyes Santos, a la M. en C. Maricela E. Vicencio Aguilar y a la Dra. Rosaura Mayén Estrada, por impulsarme a seguir adelante con sus enseñanzas y sabios consejos.

Índice

Resumen.....	1
Introducción	2
Helmintos.....	2
Phylum Nematoda	3
Morfología general.	3
Diversidad	4
Cutícula	4
Aparato Digestivo.....	5
Sistema nervioso.....	6
Aparato excretor.....	6
Aparatos reproductores.....	6
Ciclo de Vida.....	7
Importancia.....	8
Antecedentes	9
Diversidad de Mamíferos.....	9
Diversidad de Helminths.....	11
Justificación	13
Biología del Hospedero	14
Taxonomía.....	14
Descripción.....	15
Medidas	15
Distribución.....	16
Hábitat.....	16
Alimentación.....	17
Objetivos	18
Metodología.....	19
Descripción de las áreas de estudio	19
Obtención del material.....	22
Procesamiento del material helmintológico.	22
Determinación taxonómica	23

Resultados.....	24
<i>Aonchotheca (Aonchotheca) putorii</i>	25
<i>Dirofilaria immitis</i>	32
Onchocercidae gen. sp.....	38
<i>Contraecaecum rudolphii</i>	42
<i>Placoconus lotoris</i>	51
<i>Cameronecator</i> cf. <i>urichi</i>	59
<i>Spiroxys</i> sp.....	67
Physalopteridae gen. sp.....	71
Oxyuridae gen. sp.	75
<i>Molineus</i> n. sp.	80
Oncholaimidae gen. sp.....	89
Discusión.....	94
Conclusiones.	106
Literatura citada	108
Anexos.....	124

Resumen

En el presente trabajo se analizaron ejemplares de *Procyon lotor* procedentes de cinco localidades de los estados de Chiapas, Tabasco, y Veracruz. Con la finalidad de determinar taxonómicamente las especies de nematodos que parasitan a esta especie de mamífero. Se utilizó microscopía óptica de campo brillante, microscopía electrónica de barrido (MEB), y microscopía diferencial de contraste de interferencia (DIC) Nomarski.

Se registraron diez taxa de nematodos incluidos en 9 familias: Anisakidae (*Contraecum rudolphii*), Ancylostomatidae (*Cameronecator* cf. *urichi*; *Placoconus lotoris*), Gnathostomatidae (*Spiroxys* sp.), Onchocercidae (*Dirofilaria immitis*; Onchocercidae gen. sp.), Oxyuridae (Oxyuridae gen. sp.), Physalopteridae (Physalopteridae gen. sp.), Trichostrongylidae (*Molineus* n. sp.) y Trichuridae (*Aonchotheca putorii*). Además se registran nematodos de vida libre (acuáticos) pertenecientes a la Familia Oncholaimidae. Los ejemplares fueron hallados en el estómago, intestino, corazón y pulmón de los hospederos. Se analizaron las especies parásitas reportadas contrastándolas con los registros previos de otras regiones del mundo. Además se caracterizó la dieta del mapache a través de los nematodos obtenidos.

Se describió una nueva especie del género *Molineus* incrementando a 30 la composición de este género. Todos los taxa de nematodos descritas, no habían sido documentadas para *Procyon lotor* en el país, por ello, se incrementa el registro de la nematofauna de esta especie en México, sumándose 5 taxa a los 3 previamente documentados (*Capillaria* sp., *Gnathostoma binucleatum*, *G. lamothei*), estableciéndose un total de 8 registros para el país.



Introducción

Helmintos

Los nematodos, junto con los platelmintos (monogeneoidea, trematoda y cestoda), acantocefalos e hirudineos constituyen un grupo no monofilético denominado helmintos, los cuales son un conjunto de organismos muy abundante en la naturaleza, caracterizados por ser macroparásitos, metazoarios y vermiformes; todos ellos parásitos de animales y plantas (Figura 1). Los monogeneos e hirudineos se encuentran parasitando en menor proporción a mamíferos comparado con los otros grupos de helmintos.(Prudhoe & Bray 1982;García-Prieto et al., 2012). Los monogeneos parasitan branquias, cavidad opercular, cavidad bucal, cloaca, vejiga urinaria, piel y esófago de peces, anfibios y reptiles (Lamothe-Argumedo 1983). Solo una especie se ha reportado en mamíferos (Thurston 1968). Hasta la fecha, existen pocos registros de hirudineos en mamíferos (Caballero 1957; Phillips et al. 2010) Los trematodos y cestodos son platelmintos endoparásitos con ciclos de vida indirectos; morfológicamente los primeros se caracterizan por la presencia de un par de ventosas somáticas (oral y ventral). Los cestodos tienen un cuerpo acintado, segmentado en la mayoría y dividido en tres regiones (escólex, cuello y estróbilo). Ambos grupos son hermafroditas. Solo algunas especies de trematodos son dioicas (Lamothe-Argumedo 1983; Prudhoe & Bray 1982). Los acantocéfalos son endoparásitos con ciclo de vida indirecto, en su estadio adulto son parásitos del tubo digestivo de los vertebrados. Tienen un cuerpo en forma cilíndrica, en donde la pared del cuerpo encierra al blastoceloma, en el que se encuentran suspendidos los órganos reproductores y el receptáculo de la probóscis. Se distinguen dos zonas en el cuerpo: el presoma, que incluye la proboscis y el cuello, y la posterior que constituye el tronco. La probóscis está armada con hileras de ganchos y es retráctil (Yamaguti, 1963; Vidal-Martínez et al., 2002).



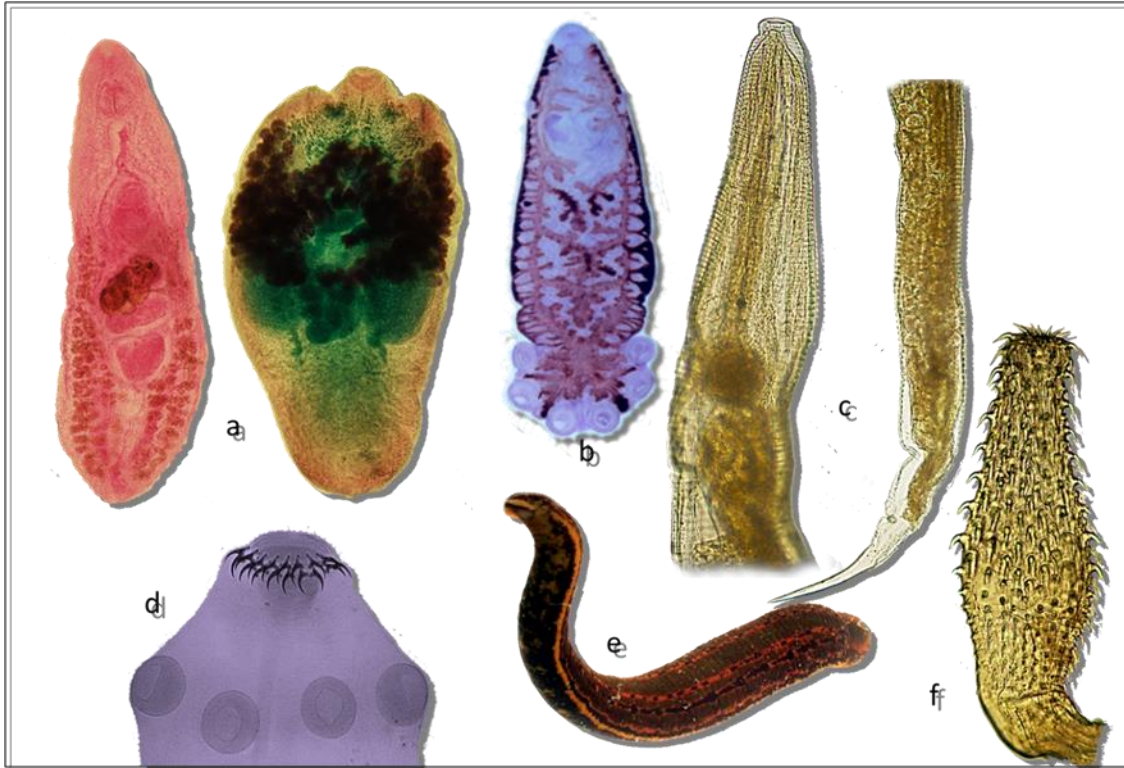


Fig. 1 Morfología de los helmintos mostrando las características mas trascendentes para diferenciarlos. Las imágenes del lado izquierdo corresponden al Phylum Platyhelminthes; a) Trematoda.(Completo) b) Monogeneoidea (completo) d) Cestoda (se muestra soloel escólex); c) Phylum Nematoda (*Oxyurido* izq. *Región anterior*. *Der. Región posterior*); e) Phylum Annelida: Hirudinea (completo) y f) Phylum Acanthocephala (se muestra solo la probóscide).

Phylum Nematoda

Morfología general.

Los nematodos son animales metazoarios, protostomados, triploblasticos, blastocelomados, dioicos con dimorfismo sexual marcado; generalmente las hembras son más grandes que los machos. La forma del cuerpo de los nematodos es variada: fusiforme, cilíndrico, cilíndrico con extremos aguzados, cilíndrico con el extremo anterior filiforme, completamente filiformes, posterior fusiforme-anterior filiforme y anterior redondo-posterior fusiforme. En la región anterior algunas



especies tienen una capsula cefálica y generalmente tres labios aunque pueden estar modificados o fusionados en algunas especies. Poseen una musculatura compleja formada por miofibrillas distribuidas longitudinalmente divididas en filas laterales dorsales y ventrales, además de una cutícula. Su crecimiento es mediante ecdisis. (Anderson, 2000).

Diversidad

Los nematodos constituyen uno de los grupos de organismos más abundantes del planeta, existen aproximadamente 40 000 especies, las cuales pertenecen a 2271 géneros distribuidos en 256 familias, cerca del 33% de éstas especies son parásitas de vertebrados. Debido a esta diversidad las clasificaciones para este grupo son variadas y han ido modificándose con el paso del tiempo, entre las más recientes destacan la de De Ley y Blaxter (2004) y la de Hodda (2011); la primera se describe en el (Anexo 1) y ha sido muy utilizada para caracterizar nematodos de vida libre (marinos, salobres, agua dulce y terrestres). El presente trabajo se basa en la clasificación de Hodda (2011) en donde el phylum está representado por tres clases (Enoplea, Dorylaimea y Chromadorea).

Cutícula

La cutícula les confiere protección a los nematodos, participa en la osmorregulación y forma parte del esqueleto hidrostático. De acuerdo con Lee (2002), la cutícula tiene una composición compleja de la cual pueden diferenciarse cuatro regiones. La epicutícula, la cual está compuesta por una estructura trilaminar de proteínas y lípidos, está presente en la superficie de la cutícula de todos los nematodos, permite la organización extracelular de varios de los componentes de la cutícula que ocurren durante los procesos de formación y crecimiento de la misma. Otra región denominada zona cortical mide desde 0.2 μm en estadios larvarios hasta varios micrómetros, tiene una serie de fibras muy finas, con o sin estriaciones perpendiculares y posee unas proteínas llamadas cuticulinas. La zona media es usualmente menos densa que la zona cortical, su estructura es muy variada especialmente en las especies de nematodos marinas. Puede ser amorfa, vacuolada,



de consistencia espesa o en forma de gel, llena de fluido o bien tener un sistema complejo de placas, además de poseer fibras y puntas. Finalmente la zona basal, su componente principal es el colágeno, el cual se arregla verticalmente en una pared estriada, estas fibras proteicas interactúan con lípidos.

La cutícula se forma a partir de la hipodermis; puede tener varias invaginaciones en diferentes regiones en el cuerpo del nematodo como en los anfidios, cavidad bucal, poro excretor, vulva, cloaca y ano. En contraste tiene diversas prolongaciones y ornamentaciones tales como crestas longitudinales y transversales, alas cervicales, laterales y caudales, papilas, espinas, placas y cerdas. Además de la cutícula, la pared del cuerpo está constituida por células adyacentes, una pared sincicial y una musculatura somática de fibras longitudinales.

Aparato Digestivo

El aparato digestivo es completo, constituido por un tubo simple (ocasionalmente con divertículos) formado por el estomodeo, intestino y el proctodeum. El estomodeo está formado por la boca (estoma), la cavidad bucal y la faringe. La boca puede estar rodeada por protuberancias cuticulares (labios) que pueden ser en número de dos, tres, (uno dorsal y dos ventrolaterales), cuatro (dos prominentes laterales y dos medios rudimentarios). La cutícula de esta región puede presentar numerosas y variadas ornamentaciones (papilas, dientes mandíbulas, placas, estriaciones). Algunos presentan una capsula bucalo vestíbulo asociado a la faringe que puede estar armada con placas o dientes como en las familias Ancylostomatidae y Rhabdochonidae. Le continua un esófago, la morfología de este último es de importancia taxonómica desde filiformes o clavados hasta ornamentados modificados con uno o varios bulbos, también, puede estar dividido en dos porciones (una muscular y una glandular). El intestino está formado por células epiteliales y conecta a la faringe y al recto; algunos grupos exhiben ciegos intestinales, apéndices y divertículos. En la mayoría, el revestimiento interior tiene una serie de microvellosidades que participan en la absorción de nutrientes y en la eliminación de



desechos. El ano puede ser terminal o subterminal. (Yamaguti 1961; Cheng 1973; Anderson et al. 1974; Lee 2002).

Sistema nervioso

El sistema nervioso está constituido por un anillo periesofágico y otra concentración celular neuronal a nivel anal, ganglios ventrales, dorsales y laterales, de los que emanan las fibras nerviosas. Además tienen estructuras quimiorreceptoras llamadas anfidios, (dispuestos en la parte anterior), fasmidios (en la parte posterior) y deiridios (dispuestos lateralmente). Algunas especies no parásitas tienen estructuras fotorreceptoras denominadas ocelos. (Lee 2002).

Aparato excretor

El aparato excretor consiste en una glándula renal (renete) que puede variar dependiendo el grupo de nematodos. Las especies zooparásitas tienen un renete tubular y las de vida libre un renete glandular, en ambos casos presentan ductos cortos o largos que abre hacia la línea media ventral. El orificio hacia a el exterior de esta glándula se denomina poro excretor y se localiza generalmente cerca del anillo nervioso.

Aparatos reproductores

El sistema reproductor masculino está formado por un testículo filiforme, un conducto deferente, una vesícula seminal y un conducto eyaculatorio. Estas dos últimas estructuras pueden ser indiferenciadas. El conducto eyaculatorio se une a la parte dorsal del recto para formar la cloaca. Cerca de la abertura de la cloaca se encuentran las estructuras accesorias genitales que ayudan a la cópula tales como espículas, placas copulatorias, gubernáculo, alas caudales, bursa, telamón, ventosa precloacal y papilas caudales genitales.

El sistema reproductor femenino está constituido por uno, dos o más ovarios tubulares, oviductos, útero, vagina y vulva. Un receptáculo seminal puede presentarse entre el oviducto y el útero. Es posible distinguir si la hembra es prodelfa, anfidelfa u opistodelfa según la disposición del poro genital. Las hembras prodelfas



tienen los ovarios dispuestos anteriores al poro genital, las anfidelfas a ambos lados del poro genital (uno anterior y otro posterior) y las opistodelfas los ovarios están proyectados posteriormente al poro genital; el desarrollo de las células sexuales en los ovarios es telogónico.

Los huevos son variables en forma, tamaño y cubierta. Pueden presentar filamentos, placas polares o estructuras gelatinosas. (Cheng 1973; Anderson et al., 1974; Anderson 2000).

Ciclo de Vida

La historia de vida de los nematodos consiste en seis estadios: en huevo, cuatro estadios larvarios y adulto, en este último las estructuras reproductivas se desarrollan completamente. En total existen 4 mudas durante el desarrollo ontogénico L1-M-L2-M-L3-M-L4-M-A.

Los nematodos pueden ser de vida libre o parásitos. Las formas parásitas infectan animales vertebrados e invertebrados y varias especies de plantas. El tercer estadio larvario es la forma infectiva para el huésped definitivo.

Los nematodos, a diferencia de otros grupos de helmintos, parasitan prácticamente cualquier tejido u órgano del hospedero, incluso pueden utilizar sistema circulatorio ya sea vía sanguínea o linfática para migrar, establecerse y reproducirse, es decir, su microhábitat es variado.

Los ciclos de vida pueden ser directos o indirectos y las vías de infección abarcan la ingestión de huevos o larvas, la penetración directa del nematodo en el hospedero por especialización de estructuras en la región cefálica o bien con ayuda de vectores fundamentalmente insectos (díptera, hemíptera, himenóptera) que inoculan al parásito por medio de sus estructuras bucales como estiletes (Lee 2002; Flisser & Tamayo 2006).



Importancia

Los nematodos constituyen un grupo de gran importancia ecológica que presentan atributos que les convierte en valiosas herramientas como indicadores biológicos acerca del mantenimiento del ciclo de nutrientes y el control de especies plaga. En suma, participan en múltiples eslabones funcionales dentro de la red trófica, constituyendo uno de los indicadores de numerosos procesos ecológicos, (Sánchez-Moreno & Talavera 2013). Las especies de vida libre participan en la degradación de materia orgánica acoplada al desarrollo de los ciclos biogeoquímicos. Además por su ciclo de vida corto y facilidad de cultivo, los estadios larvarios son utilizados para alimentar a especies acuáticas comerciales (De Lara et al., 2003). Las especies parásitas tienen importancia médica pues existe un gran número de patologías y zoonosis asociadas a este grupo como: Ascariosis, Triquinosis, Oncocercosis, Loasis, Gnatostomosis, Filariasis linfática, entre otras (Flisser & Tamayo 2006). Los nematodos parásitos de fauna silvestre, son un elemento informativo para conocer la dieta del hospedero, la regulación de sus poblaciones, los patrones de distribución geográfica y el entendimiento de la historia de las asociaciones parásito-hospedero (Pérez- Ponce de León, & García-Prieto. 2001b).



Antecedentes

Diversidad de Mamíferos

México es uno de los países más ricos en especies de mamíferos, ocupando el tercer lugar a nivel mundial después de Indonesia y Brasil (Fig. 2). A pesar de que su territorio comprende alrededor del 1.6% de la superficie continental del planeta, alberga aproximadamente el 11% de las especies de mamíferos (Ceballos et al., 2005). Posee 39 de las 271 especies de Carnívoros y específicamente 7 de las 18 especies de prociónidos del mundo: *Bassariscus astutus*, *B. sumichrasti*, *Nasua narica*, *Potos flavus*, *Procyon lotor*, *P. pygmaeus* y *P. insularis* (Fig. 3). La primera se distribuye en todo el norte y centro del país; *B. sumichrasti* y *P. flavus* al sur; *Nasua narica* ocupa todos los estados, salvo la península de Baja California y parte de la Altiplanicie; *P. lotor* se distribuye en todo el territorio nacional y finalmente *P. pygmaeus* y *P. insularis* son endémicos de la Isla Cozumel y las islas Mariás, respectivamente (Ceballos, 2005).



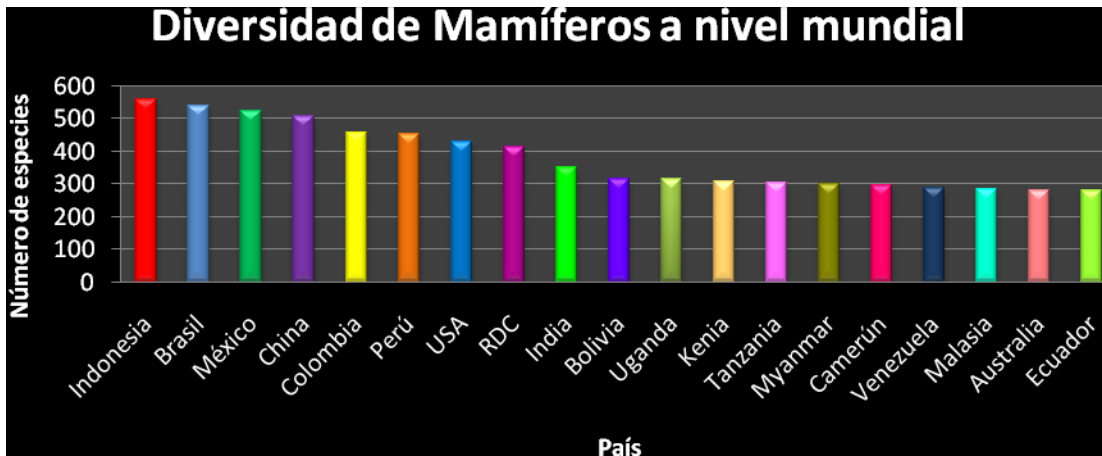


Fig. 2. Diversidad de Mamíferos a nivel mundial; encabezada por Indonesia con 560 especies seguida de Brasil y México con 540 y 525 respectivamente. En último lugar se encuentra Ecuador con 280. Sin embargo destaca en ésta lista porque cuenta con una gran riqueza de especies a pesar de su superficie territorial.



Fig. 3. Prociónidos de México: a) *Bassariscus sumichrasti*, b) *Procyon pygmaeus*, c) *Bassariscus astutus*, d) *Procyon insularis*, e) *Procyon lotor*, f) *Potos flavus*, g) *Nasua narica*



Diversidad de Helmintos

A la fecha, el conocimiento de la helmintofauna de los diferentes grupos de vertebrados silvestres de México está lejos de ser completado; de los 5488 especies de vertebrados que se distribuyen en el país, solo se han estudiado 1145 *taxa* bajo este punto de vista. A partir de éstos, se han registrado 1900 *taxa* de helmintos: 634 de trematodos, 5 de aspidogastreos, 331 de monogeneos, 271 de cestodos, 87 de acantocefalos, 538 de nematodos y 34 de hirudíneos Fig. 4 (Pérez Ponce de León & García-Prieto, 2001a; Pérez-Ponce de León et al., 2011).

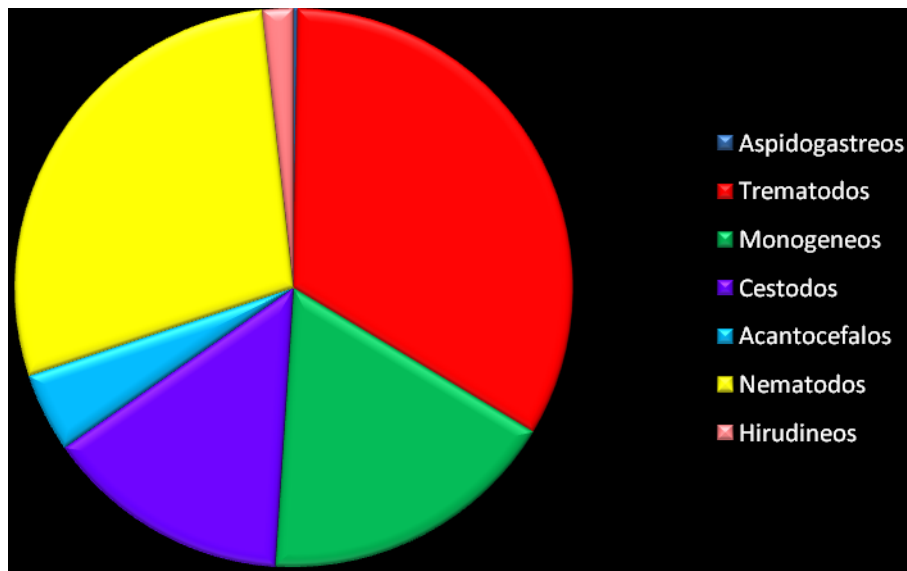


Fig. 4. Representatividad de los helmintos en Vertebrados silvestres de México



Entre los grupos de vertebrados que actúan como hospederos de los helmintos, los mamíferos tienen particular importancia porque solo se han estudiado 135 de las 535 especies mexicanas en casi todo el país (27%), con excepción de Aguascalientes. En total, para este grupo de vertebrados se han descrito 336 taxones de helmintos, destacando por su riqueza los nematodos con 225, seguidos por los trematodos con 53, los cestodos con 46, acantocéfalos con 11 y los hirudíneos solamente con un taxón, todos representantes de 73 familias y agrupados en 176 géneros (García-Prieto et al., 2012). Los prociónidos tienen particular importancia pues de las siete especies que se distribuyen en México solo se tienen registros aislados de su helmintofauna (Han 1988; Pacheco-Coronel 2010). Particularmente de las tres especies del género *Procyon* (*Procyon lotor*, *P. pygmaeus* y *P. insularis*) (Valenzuela, 2005), solo se han estudiado las dos primeras con un enfoque parasitológico. Específicamente, el registro helmintológico establecido hasta la fecha para el género *Procyon* incluye siete taxones (tres registrados a través de adultos, dos como larvas y dos como huevos), estando dominado por nematodos de las familias Physalopteridae (una especie), Trichuridae (2 especies) y Gnathostomatidae (2 especies). Los trematodos que parasitan a este género de prociónidos están representados por un adulto y una larva de las familias Diplostomidae y Heterophyidae, respectivamente. De las siete especies de helmintos registradas, una de ellas se aloja en el intestino, además en músculo, en estómago y heces con dos especies en cada caso. Estos registros abarcan solo ocho localidades de seis estados de la República (Cuadro 1).



Justificación

Debido al escaso conocimiento que se tiene sobre la nematofauna de *P. lotor* en el país, el presente estudio pretende estudiar la fauna de este grupo de helmintos asociada a mapaches en tres estados del país que no habían sido previamente explorados desde este punto de vista. Representando el primer estudio nematológico de estas características para este hospedero en México. Es importante conocer la diversidad de nematodos de este mamífero ya que puede fungir como reservorio de algunas enfermedades zoonóticas, tal como se ha registrado en otras partes del mundo, donde se le ha relacionado con las especies *Gnathostoma procyonis*, *G. turgidum*, *G. binucleatum*, *Ancylostoma brasiliense* y *Arthrostoma miyazakiense*. Así como reservorio de patógenos que producen rabia, enfermedad de Chagas, leptospirosis y tularemia (Galton 1959; Núñez, 2005; Flisser & Tamayo 2006; Sung-Shik et al, 2007).

Cuadro 1. Helmintos registrados para *Procyon* Storr, 1780 en México.

Hospedero	Taxón	Edo.	Microhábitat	Localidad	Autor (es)
TREMATODA					
<i>Procyon lotor hernandezii</i>	<i>Fibricola cratera</i>	Adulto	Intestino	Tamaulipas	Mena, 1981
<i>Procyon pygmaeus</i>	Heterophyidae gen. sp.	Huevo	Heces	Quintana Roo	McFadden et al, 2005
NEMATODA					
<i>Procyon lotor hernandezii</i>	<i>Capillaria</i> sp.	Huevo	Heces	Chiapas	Han 1988
	<i>Gnathostoma binucleatum</i>	Larva	Musculatura	Veracruz, Nayarit	Almeyda-Artigas et al. 1994, Mosqueda, 2003
	<i>Gnathostoma lamothei</i>	Larva	Musculatura	Veracruz	Mosqueda, 2003
	<i>Gnathostoma lamothei</i>	Adulto	Estomago	Oaxaca, Veracruz	Bertoni-Ruiz et al., 2005
<i>Procyon pygmaeus</i>	<i>Capillaria procyonis</i> , <i>Physaloptera</i> sp.	Huevo	Heces	Quintana Roo	McFadden et al, 2005



Biología del Hospedero

Taxonomía

Reino **Animalia** Linnaeus, 1758

Subreino **Bilateria**

Infrareino **Deuterostomia**

Phylum **Chordata** Bateson, 1885

Subphylum **Vertebrata** Cuvier, 1812

Infraphylum **Gnathostomata**

Superclase **Tetrapoda**

Clase **Mammalia** Linnaeus, 1758

Subclase **Theria** Parker and Haswell, 1897

Infraclase **Eutheria** Gill, 1872

Orden **Carnivora** Bowdich, 1821

Suborden **Caniformia** Kretzoi, 1938

Familia **Procyonidae** Gray, 1825

Género **Procyon** Storr, 1780

Especie **Procyon lotor** Linnaeus, 1758



Nombre común: Mapache

Procyon lotor Linnaeus, 1758



Descripción

La especie es de tamaño mediano, de cuerpo robusto y patas cortas. Las patas posteriores son mayores que las anteriores y tienen cinco dedos cada una, los cuales son largos y delgados, separados entre sí. Las garras son cortas, curvas y no retractiles. El pelaje es largo, con una coloración grisácea a negruzca con tonos amarillentos o pardos difusos en las partes dorsales. El rostro presenta una mancha negra que pasa sobre los ojos y las mejillas a manera de antifaz y se prolonga de la nariz a la frente pasando por en medio de los ojos. La cola presenta de cuatro a siete anillos pardo oscuros o negros conspicuos, alternados con anillos grisáceos. La punta de la cola es negra así como los extremos posteriores (Valenzuela 2005)



Fig. 5 Mapache (*Procyon lotor*) Fotografía Mario Marroquín

Medidas

LT= 306 a 950 mm. CV= 192-405 mm. P= 83-138 mm. O= 59-621 mm

Peso: 3 a 9 Kg.



Distribución

El mapache se distribuye desde el sur de Canadá hasta Panamá. En México se distribuye en todo el país a excepción de la península de Baja California. Ha sido introducido en Alemania, Austria, Azerbaiyán, Bielorrusia, Dinamarca, Francia, Japón, República Checa, Polonia, Rusia, Suecia y Uzbekistan (Wilson & Reeder 2005). El género alberga veinticinco subespecies (anexo 2), de las cuales siete se distribuyen en México: *Procyon lotor fuscipes*, *Procyon lotor grinnelli*, *Procyon lotor hernandezii*, *Procyon lotor mexicanus*, *Procyon lotor pallidus*, *Procyon lotor psoray* *Procyon lotor shufeldti*.

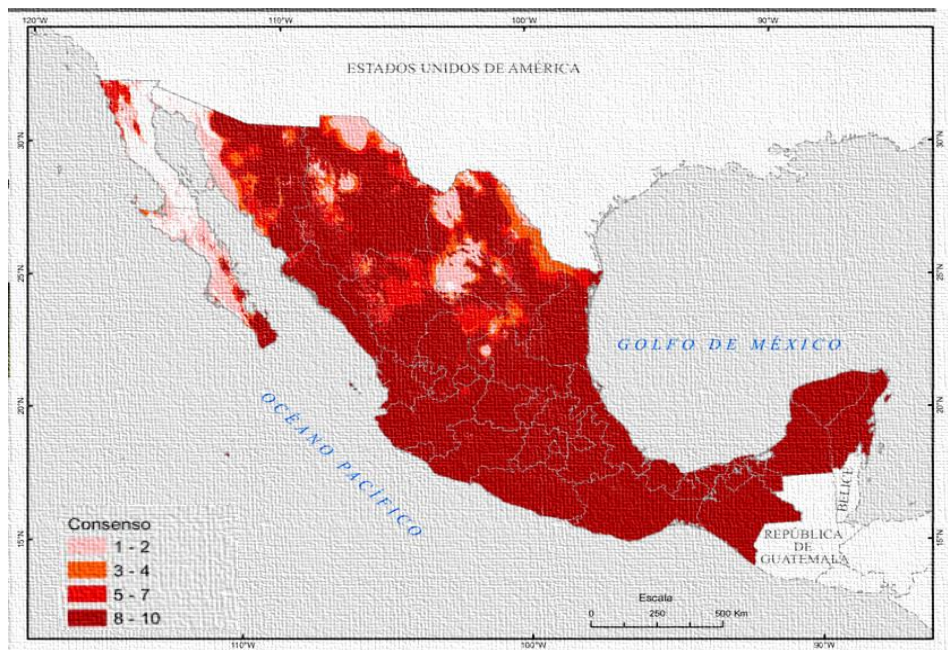


Fig. 6. Distribución potencial de *Procyon lotor* en México Tomado de Ceballos et al. 2006 modificado por Mario Marroquín

Hábitat

Suele frecuentar lugares con ríos o cuerpos de agua permanentes; sus hábitos son principalmente crepusculares y nocturnos; vive prácticamente en cualquier tipo de ambiente, siempre y cuando tenga agua cercana; en épocas de abundancia de



frutos suele alejarse de los cuerpos de agua (Valenzuela, 2005; Guerrero et al., 2000). La marcha de este mamífero va de semiplantígrada a plantígrada y pueden trepar a los árboles con cierta facilidad; es un nadador hábil, pudiendo atravesar cuerpos de agua de hasta 300 m. Elige sus madrigueras en huecos de árboles, grietas o pequeñas cuevas en paredes rocosas.

Alimentación

Es una especie omnívora y consume gran cantidad de animales tanto invertebrados como vertebrados; de los primeros destacan los ortópteros, coleópteros, himenópteros y lepidópteros. En menor proporción cangrejos de tierra, camarones de río, algunos anélidos y moluscos (caracoles y almejas). Los vertebrados que consume en proporciones pequeñas son peces, ranas, pequeñas aves y sus huevos, ratones, ardillas, conejos, liebres así como carroña de animales mayores como vacas y caballos. La materia vegetal constituye desde un 48% hasta más de un 70% de su dieta y destacan las uvas, cerezas, manzanas, bellotas (*Quercus* spp.), mangos y otros frutos carnosos (Valenzuela, 2005). A *Procyon lotor hernandezii* se le atribuyen daños a cultivos temporales como los de maíz y semiperennes como los de papaya. Los cambios estacionales pueden influir en la dieta de este prociónido debido a que en temporada de secas cerca del 50% de los componentes de su dieta son de tipo vegetal, mientras que en la estación húmeda son un 70% de componentes animales (Guerrero et al., 2000).



Objetivos

Objetivo General:

Determinar taxonómicamente las especies de nematodos que parasitan a *Procyon lotor* en varias localidades de los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz.

Objetivos Particulares:

Caracterizar morfométricamente a las especies de nematodos colectadas.

Inferir la relación existente entre los nematodos presentes en el mapache y su dieta.



Metodología

Descripción de las áreas de estudio

El material helmintológico fue recolectados en 5 localidades de los estados de Chiapas (Motozintla 15° 22' N, 92° 15' O 1,260 msnm, n=1), Tabasco (Parque La Venta, Villahermosa 17° 59 '21" N 92° 55' 41 " O 20 msnm, n=2; Carretera Villahermosa-Canduacán 18° 4' N, 93° 10' O 10 msnm n=2; Carretera Villahermosa-Palenque 17° 31' N, 91° 59' O 60 msnm; Carretera Emiliano Zapata-Balancán 17° 48' N, 91° 32' O 30 msnm) y Veracruz (Tlacotalpan 18° 37' N, 95° 40' O 10 msnm, n=5; Alvarado 18° 46' N, 95° 46' O 10 msnm, n=1).

El municipio de Motozintla se localiza en la Sierra Madre de Chiapas; posee un relieve montañoso y limita al norte con el municipio de Siltepec, al oeste con Escuintla y Huixtla, al sur con los de Tuzantán y Tapachula, al este con la República de Guatemala y al noreste con el municipio de Mazapa de Madero y El Porvenir. La hidrografía la componen los ríos: Huixtla, Motozintla-Mazapa; así como los arroyos Las Cabañas, Llano Grande y Negro. El clima es cálido subhúmedo, cálido húmedo y templado húmedo, la temperatura media de 22°C y una precipitación pluvial de 3,000 milímetros anuales, La vegetación es de bosque Encino-Pino, y la totalidad de su flora está compuesta por una gran variedad de especies de las cuales las más sobresalientes son: madre selva, helecho, arbóreo, capa de pobre, cedro, encino, líquidambar, ciprés, pino, romerillo, sabino, manzanilla y roble. La fauna del municipio está compuesta por una gran variedad de especies de las cuales las más sobresalientes son: culebra verdosa, nacayuca de frío, cotorrilla, chupaflor montañoso, jilgerillo, cacomixtle, jabalí, murciélago, venado cabrito, puma, culebra ocotera, gavián golondrino, picamadero ocotero, ardilla voladora y zorrillo espalda blanca (INAFED, 2000a).



El Parque La Venta pertenece a la Cabecera municipal Villahermosa, en el estado de Tabasco, la cual colinda al norte con los municipios de Nacajuca y Centla, al sur con los municipios de Jalapa y Teapa, al este con los municipios de Centla, y Macuspana y al oeste con Cunduacán y Nacajuca.

El municipio de Balancán se localiza en la región Usumacinta, teniendo como cabecera municipal a la ciudad de Balancán de Domínguez que se ubica al norte del estado. Colinda al norte con el estado de Campeche, al sur con los municipios de Tenosique y Emiliano Zapata; al este con el estado de Campeche y la república de Guatemala; al oeste con el municipio de Emiliano Zapata y el estado de Campeche. El clima es cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano; tiene una temperatura media anual de 32°C, y la mínima absoluta alcanza los 20°C y con una precipitación pluvial de 1,500 mm. La humedad relativa se estima en un máximo de 90% en los meses de septiembre y octubre, un mínimo de 74% en abril y mayo. Los principales ecosistemas son las praderas y pequeñas porciones de bosques y selvas en la zona limítrofe con Guatemala. (INAFED, 2000b).

El municipio de Cunduacán, Tabasco se localiza en la región de la Chontalpa tabasqueña, colinda al norte con los municipios de Comalcalco y Jalpa de Méndez, al sur con el municipio de Centro y el estado de Chiapas, al este con los municipios de Nacajuca y Centro y al oeste con el municipio de Cárdenas. El clima es cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano, régimen normal de calor con cambios térmicos en los meses de diciembre y enero; se aprecia una temperatura media anual de 26.2°C, siendo la máxima media mensual en mayo con 30.5°C, y la mínima media mensual en diciembre y enero con 22.5°C (INEGI, 2005).

El municipio Emiliano Zapata, Tabasco se localiza en la región de Usumacinta y tiene como cabecera municipal a la ciudad de Emiliano Zapata, la que se encuentra ubicada al sur del estado. Colinda al norte con el estado de Campeche; al sur con Chiapas; al este con los municipios de Balancán y Tenosique, al oeste con Jonuta. Tiene un clima cálido-húmedo, con abundantes lluvias en verano, además de una temperatura media anual de 26.55°C, siendo la máxima media mensual en mayo de



30.9°C, con 22.7°C y la mínima media en enero y febrero con 22.7°C; la máxima y mínima absolutas alcanzan los 43°C y 14°C respectivamente. El régimen de precipitación se caracteriza por un total de caída de agua de 1,864 mm anuales. La humedad relativa promedio anual se estima en 80%, con máxima de 85% en febrero y marzo, la mínima de 75% en mayo. En cuanto a la vegetación destaca la selva baja perennifolia (INAFED, 2000c).

El municipio de Alvarado, Veracruz se encuentra en la denominada "Región del Papaloapan". Colinda al norte con Boca del Río y Golfo de México, al sur con Acula, Ixmactlahuacan y Tlacotalpan, al este con Lerdo de Tejada y Golfo de México y al oeste Ignacio de la Llave, Medellín y Tlaxicoyan. Posee un clima cálido-regular, temperatura media anual de 26.1 °C, con lluvias abundantes en el verano y a principios del otoño, con menor intensidad en el resto del año. Su precipitación media anual es de 1,748.3 milímetros (SEFIPLAN, 2013a).

El Municipio de Tlacotalpan, Veracruz se localiza en la parte oriental de la región costera del estado, a 30 km de Alvarado y a 211 km de Xalapa capital del estado. Tiene una superficie de 646.51 Km², cifra que representa un 0.89% del total del territorio estatal. Sus aguas superficiales pertenecen a la cuenca hidrológica del río Papaloapan. El clima de la región es cálido húmedo. La temperatura media anual es de 25° C (máximas 36.1°C y mínimas 9°C) con lluvias abundantes en verano y principios de otoño. La precipitación pluvial es de 18 mm anuales aproximadamente (SEFIPLAN, 2013b).



Obtención del material

Una parte del material helmintológico fue obtenido mediante la donación de hospederos atropellados en las localidades de Chiapas y Tabasco. Los hospederos de Veracruz fueron cazados con arma de fuego por pobladores de la región (14-18 febrero y 2-5 marzo de 2012 en Tlacotalpan; 1996 en Alvarado) con la finalidad de obtener ejemplares frescos del material helmintológico. En total se recolectaron seis mapaches siguiendo este método, a los cuales se les practicó la técnica de necropsia fueron disectados para la extracción de vísceras. El examen helmintológico se llevó a cabo en el laboratorio, mediante el uso de material de disección, se separaron las glándulas anexas del tubo digestivo y se revisaron colocando pequeñas porciones entre dos vidrios, con observación de cada campo bajo el microscopio estereoscópico y el intestino se abrió longitudinalmente para observarlos en secciones bajo el microscopio bajo el microscopio estereoscópico. Los nematodos recolectados se colocaban en solución salina 0.85 % con ayuda de pinceles de pelo (00).

Procesamiento del material helmintológico.

Los nematodos fueron fijados con formol al 4% caliente y se conservaron en alcohol 70% para su procesamiento, posteriormente fueron contados, sexados y montados con una solución 1:1 de glicerina y alcohol 70%, aceite de clavo, aceite de cedro y Lactofenol para ser transparentados y así diferenciar características diagnósticas para su identificación. Parte del material fue procesado para Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). Para ello los gusanos fueron deshidratados mediante soluciones alcohólicas a diferentes volúmenes. Primero lavados con alcohol 50% y sus cambios progresivos a hasta alcohol absoluto; posteriormente fueron sonicados y secados a punto crítico mediante CO₂. Para su montaje los nematodos fueron revestidos con una solución oro-paladio para ser observados al alto vacío en el Microscopio Electrónico de Barrido.



Determinación taxonómica

Una vez que el material helmintológico fue montado, se llevó a cabo su estudio morfométrico, el cual consistió en la medición de los ejemplares con ayuda de un ocular calibrado micrométricamente. Además, las especies fueron esquematizadas por medio de una cámara clara adaptada a un microscopio óptico y se identificaron las estructuras principales de cada especie. Se utilizó microscopía óptica de campo brillante, microscopía electrónica de barrido (MEB), y microscopía diferencial de contraste de interferencia (DIC) "Nomarski". En la primera el material se observó sin coloración y con coloración mediante un filtro en donde la luz pasa directamente en donde se aprecian detalles que están naturalmente coloreados. La DIC utilizados rayos de luz polarizada.

Con la caracterización morfológica de los organismos, se utilizó bibliografía especializada para su determinación taxonómica. Todas las medidas de las caracterizaciones se encuentran en milímetros, a menos que se establezca la unidad utilizada. Los ejemplares estudiados se encuentran depositados en la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.



Resultados

El registro helmintológico del material obtenido de Veracruz, Tabasco y Chiapas para *Procyon lotor* se compone de diez taxa de nematodos incluidos en 9 familias: Anisakidae, Ancylostomatidae (2), Gnathostomatidae, Onchocercidae (2), Oxyuridae, Physalopteridae, Trichostrongylidae y Trichuridae. Los representantes de las familias, Gnathostomatidae y Physalopteridae son larvas, y los de la familia Anisakidae presentaron estadios larvarios y adultos. Además se registran nematodos de vida libre (acuáticos) pertenecientes a la Familia Oncholaimidae. Los nematodos fueron hallados en el estómago, intestino, corazón y pulmón de los hospederos.

Especie	Familia	Microhábitat	Distribución	Número de Catalogo CNHE
<i>Cameronecator</i> cf. <i>urichi</i>	Ancylostomatidae	Intestino	Veracruz	9303, 9316
<i>Placoconus lotoris</i>	Ancylostomatidae	Intestino	Veracruz	9304
<i>Dirofilaria immitis</i>	Onchocercidae	Corazón	Chiapas	9305
Onchocercidae gen. sp.	Onchocercidae	Pulmón	Veracruz	9306
<i>Contraecaecum rudolphii</i>	Anisakidae	Estómago, pulmón, intestino	Veracruz	9307, 9308
<i>Molineus</i> n. sp.	Trichostrongylidae	Estómago	Chiapas	9309
<i>Aonchotheca (Aonchotheca) putorii</i>	Trichuridae	Estómago	Tabasco	9310
Oxyuridae gen. sp.	Oxyuridae	Estómago	Veracruz	9311
Physalopteridae gen. sp.	Physalopteridae	Estómago	Veracruz	9312
<i>Spiroxys</i> sp.	Gnathostomatidae	Estómago	Tabasco	9313
Oncholaimidae gen. sp.	Oncholaimidae	Estómago	Veracruz	9314



Clase **Dorylaimea** Hodda 2007

Orden **Enoplida** Filipjev 1929

Superfamilia **Trichinelloidea** (Ward 1907) Hall 1916

Familia **Trichuridae** (Ransom 1911) Railliet 1915

Subfamilia **Capillariinae** Railliet 1915

Género **Aonchotheca** López-Neyra, 1947

Subgénero **Aonchotheca** López-Neyra, 1947.

Aonchotheca (Aonchotheca) putorii (Rudolphi, 1819) López-Neyra, 1947

Aonchotheca (Aonchotheca) putorii

Caracterización basada en 5 machos y 7 hembras. Nematodos con cuerpo delgado; cutícula estriada transversalmente y recorrida en su totalidad por dos bandas laterales; anillo nervioso apenas visible cerca del extremo anterior, rodeando la faringe muscular, esófago con una cadena simple de esticocitos. Ano subterminal en ambos sexos; hembra más grande que el macho (Fig. 7).

Los machos miden de 5.8 a 6.4 de longitud; anchura máxima 33.2 μm a nivel medio posterior. En el extremo caudal posee dos pares de alas, un par lateral de mayor tamaño (412.3 μm x 10.85 μm) y uno terminal (19.53 μm x 21.7 μm), más pequeño (Fig. 8). La faringe muscular mide 255 μm de largo. Esticosoma (2.6 de longitud) con 37 esticocitos. Posee una sola espícula esclerotizada expandida en el extremo proximal y en forma de lanceta en el extremo distal; su longitud es de 242 μm . La funda inerte de la espícula se observa estriada al no estar distendida transversalmente. Vesícula seminal se encuentra a 0.099 de la región posterior, monorquidos; testículo filiforme (0.067 x 0.017), ano subterminal.

Las hembras miden de 9.1 a 10.4 de longitud, la anchura máxima (35.2 μm) se encuentra en la región media posterior. Vulva con prolongación de la cutícula en su abertura, ubicada en la región media anterior del cuerpo (Fig. 9). La longitud de la



faringe muscular es 312 μm . Esófago con 38 esticocitos, esticosoma 3.3 de longitud. Monodelfas y opistodelfas. Los huevos poseen proyecciones polares en ambos extremos (con forma de tapón), cáscara del huevo con una red de crestas en la superficie; miden 63X24 μm de longitud (Fig 10).

Comentarios Taxonómicos

El género *Aonchotheca* fue propuesto por López-Neyra en 1947 para contener especies de Capillariinae parásitas de Aves, Anfibios y Mamíferos (Moravec, 1982). Está dividido en tres subgéneros: *Aonchotheca* López-Neyra, 1947, *Avesaonchotheca* Barus & Sergeeva, 1990 y *Armocapillaria* (Gargarin & Nazarova, 1966) Moravec & Barus, 1991.

El subgénero *Avesaonchotheca* se caracteriza porque los machos tienen una pseudobursa con uno o dos procesos caudales o laterales y espículas ligeramente esclerotizadas. El subgénero *Armocapillaria* tiene una serie de pequeños tubérculos en la espícula y la forma de esta última es cilíndrica.

El género *Aonchotheca* anteriormente era considerado sinónimo de *Capillaria* Zeder 1800 junto con *Trichosoma* Rudolphi, 1819; *Trichosomum* Creplin, 1842, *Liniscus* Dujardin, 1845; *Calodium* Dujardin, 1845; *Thomnix* Dujardin, 1845; *Eucoleus* Dujardin, 1845; *Hepaticola* Hall, 1916; *Capillostrongyloides* Freitas & Lent 1935; *Skryabinocapillaria* Skarbilovitch, 1946; *Echinocoleus* López-Neyra, 1947 y *Schulmanella* Ivashkin, 1964. Sin embargo, *Aonchotheca* y algunos otros géneros fueron validados por Moravec (1982), constituyendo actualmente una subfamilia formada por más de 300 especies (Gibbons, 2010). Está representado por 45 especies que parasitan a un gran número de hospederos, de los cuales aproximadamente el 75% corresponde a mamíferos, el 14% a aves y el 10% a anfibios. Únicamente *Aonchotheca philippinensis* (Chitwood, Velasquez & Salazar, 1968) infecta peces y accidentalmente al hombre.

Entre las especies de mamíferos que son parasitadas por nematodos del género *Aonchotheca* destacan fundamentalmente roedores y quirópteros. Los carnívoros son infectados en menor proporción, encontrándose entre éstas Erinaceidae, Mephitidae, Mustelidae y Procyonidae como las familias más parasitadas.



Las características diagnósticas del género son: cuerpo filiforme, región anterior de forma cónica-redondeada, boca en forma de estilete, un esófago muscular corto, seguido por una cadena de esticocitos (esticosoma), además de cuatro bandas bacilares. Los machos presentan ala lateral en la región posterior y una pseudobursa con uno o más pares de procesos laterales y terminales cuticulares, la funda de la espícula no está armada. Las hembras tienen vulva con o sin apéndice (López-Neyra 1947).

Nuestro material fue asignado a la especie *Aonchotheca (Aonchotheca) putorii* por presentar dos alas laterales grandes en la región posterior y un par de alas terminales más pequeñas, además de una red de surcos en los huevos con sus respectivas prolongaciones polares de acuerdo con Butterworth & Beverly-Burton (1980).

La especie fue descrita originalmente como *Capillaria putorii* (Rudolphi, 1819) Travassos 1915 y redesignada por Butterworth & Beverly-Burton (1980). Tiene los siguientes sinónimos: *Trichosoma putorii*, *Trichosoma erinacei*, *Trichosomum exigua*, *Trichosomum entomelas*, *Calodium alatum*, *Capillaria erinacea* y *Capillaria mustelorum*.

Hasta la fecha *Aonchotheca (A.) putorii* es la única representante del género infectando a *Procyon lotor*. Sin embargo, otras especies similares de la familia Trichuridae también parasitan a este hospedero: *Pearsonema plica* (Rudolphi, 1819) Travassos 1915 y *Eucoleus procyonis* Pence, 1975; ambas incluidas previamente en el género *Capillaria* Zeder 1800. Por esta razón, comparamos a nuestro material con el par de especies de capiláridos registradas en *Procyon lotor*.

Aonchotheca putorii se diferencia de *Pearsonema plica* porque las hembras de la primera especie poseen una vulva sin ornamentaciones cuticulares y con pocas estriaciones en su apertura. En contraste, *P. plica* tiene una vulva armada con un apéndice en forma de embudo, además del ano está ubicado casi en el extremo posterior en la primera y más anterior en la segunda. La parte posterior de los machos de ambas especies se diferencian porque en los de *P. plica* tiene forma triangular y las alas laterales son pequeñas; en *A. putorii*, dicho extremo es oblongo,



con el par de alas laterales muy marcado y terminal (Butterworth & Beverly-Burton, 1980; Moravec, 1982).

Por su parte, *Aonchotheca putorii* se diferencia de *Eucoleus procyonis* porque en ambos sexos el número de esticocitos es mayor en la primera (45 vs 37). La región posterior de los machos de *A. putorii* es muy característica, pues es la única especie que tiene los dos pares de alas (laterales y terminales) de una longitud considerable; en *E. procyonis* la porción distal está reducida a un par de alas cortas y enroscadas en forma de pera. Además la longitud de la espícula de esta última es tres veces mayor que la de *A. putorii* (729 μm y 242 μm , respectivamente) (Pence, 1975).

Una diferencia adicional entre *Aonchotheca putorii*, *Pearsonema plica* y *Eucoleus procyonis*, es que se desarrollan en diferentes microhábitats dentro del mapache, infectando el estómago, la vejiga urinaria y el esófago de sus hospederos, respectivamente (Butterworth & Beverly-Burton, 1980).

Aonchotheca putorii es una especie generalista pues se ha registrado en otros hospederos carnívoros como: *Erinaceus europeus*, *Martes americana*, *Martes pennanti*, *Mephitis mephitis*, *Mustela putorius*, *Mustela erminea* y *Mustela visón*.

Aonchotheca putorii constituye un nuevo registro para México. Con ello se amplía el rango de distribución de ésta especie de nematodo previamente documentado, la cual que fue descrita por Rudolphi en 1819 en Estados Unidos de América y redescrita por Butterworth & Beverley Burton (1980) en Canadá.



Fig. 7. Microfotografía con filtro (10X) de *Aonchotheca (A.) putorii*. Se observa el marcado dimorfismo sexual de la especie.



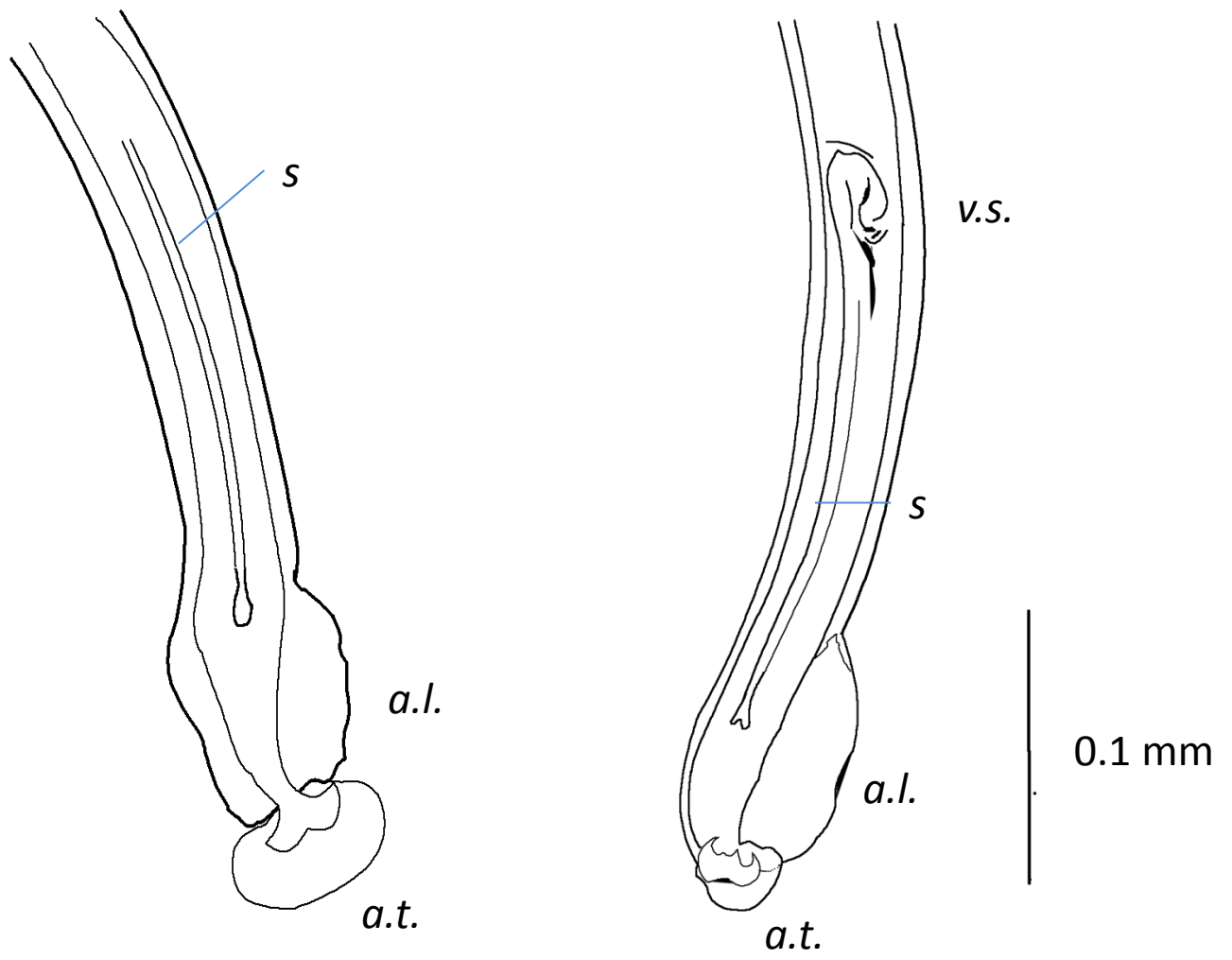


Fig. 8. *Aonchotheca (A.) putorii* (Macho). Región posterior; se muestra la pseudobursa copulatrix.
Abreviaturas: (a.l.) Ala lateral, (a.t.) Ala terminal, (s) espícula, (v. s) Vesícula seminal.



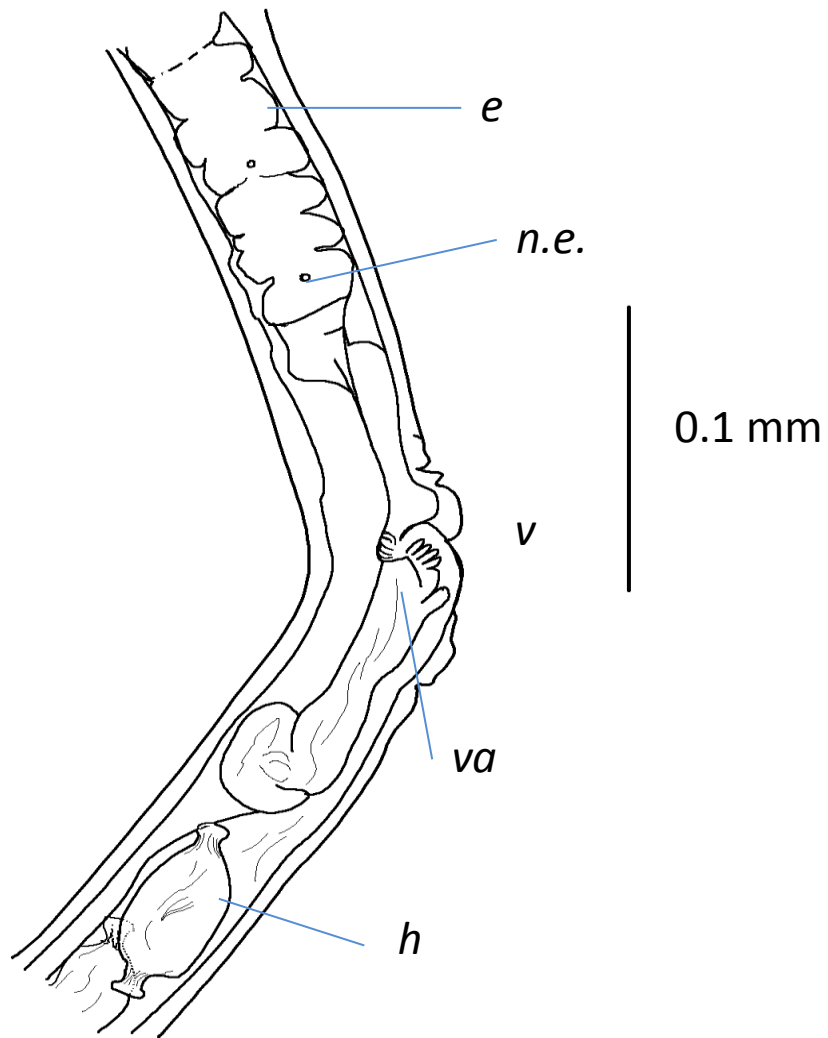


Fig. 9. *Aonchotheca (A.) putorii* (Hembra). Región media posterior. Abreviaturas: (e) estilocisto, (n. e.) Núcleo del estilocisto, (h) huevo, (v) Vulva, (va) Vagina.





Fig. 10. *Aonchotheca (A.) putorii* (Hembra). Microfotografía (100X). Región media posterior. Huevos con tapones polares y surcos en la cascara.



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborden **Spirurina** Railliet & Henry 1915

Superfamilia **Filarioidea** (Weinland 1858) Chabaud & Chabaud & Anderson 1959

Familia **Onchocercidae** (Lieper 1911) Chabaud & Anderson 1959

Género **Dirofilaria** Railliet & Henry 1910

Especie **Dirofilaria immitis** Railliet & Henry 1911

Dirofilaria immitis

Caracterización basada en 3 hembras. Nematodos grandes (181-268) por 0.42-0.58 de ancho. Presentan una cutícula fundamentalmente lisa, solo en las regiones anterior y posterior está un poco estriada transversalmente. Carecen de labios, la región anterior es menos ancha que el resto del cuerpo (Fig. 11); poseen una abertura oral en forma circular que se continúa hacia el esófago, el cual está dividido en dos regiones (muscular y glandular) y mide 1.15-1.48; se continúa con el intestino el cual es un tubo simple y estrecho en la región anterior y serpentea a lo largo del cuerpo ocupando ambas paredes cuerpo (Fig. 12). El anillo nervioso se encuentra a 0.35-0.47 de la región anterior y la vulva (situada cerca del extremo anterior) dista 13.42-24.83 de dicho extremo. Presentan dos ovarios, los cuales están situados por debajo del poro excretor. Tienen ano subterminal (Fig. 13). En los ejemplares determinados se observan huevos que miden 0.12x0.08 y contienen microfilarias miden: 0.16-0.17 x 0.002-0.003 (Fig. 14).



Comentarios Taxonómicos

La familia Onchocercidae Lieper 1911 (Chabaud & Anderson 1959) contiene 6 subfamilias, 87 géneros y 668 especies de acuerdo con la clasificación de Hodda (2011). El género *Dirofilaria*, incluido en la familia Dirofilariinae, está representado por 51 especies que parasitan el corazón y tejido subcutáneo de mamíferos, principalmente primates y carnívoros, además de especies de roedores y marsupiales (Yamaguti, 1961).

Las especies de este género carecen de labios y presentan papilas pequeñas en la región cefálica. Esófago dividido en dos regiones, no siempre claramente definidas. Machos con extremo terminal cónico y abultado respecto a la línea del cuerpo, ala caudal presente, papilas preanales y postanales, espículas desiguales y gubernáculo ausente. Hembras con el extremo posterior redondeado, vulva situada en la región anterior, vivíparas, didelfas y opistodelfas (Anderson et al. 1974). Asignamos a nuestros ejemplares a la especie *Dirofilaria immitis* con base en la distancia del anillo nervioso y el poro excretor a la región anterior del cuerpo, las cuales son consideradas como diagnósticas por Furtado et al. (2010); adicionalmente, el microhabitat que ocupan en el hospedero coincide con el descrito para esta especie por Yamaguti (1961).

En suma, Furtado et al. en 2010 hace una redescrición de *D. immitis* utilizando como herramienta técnicas microscopia electrónica de barrido (MEB) y añade otras características diagnosticas a la especie: Los deiridios laterales y pequeños están situados entre el anillo nervioso y la intersección esófago-intestino; además, tienen una estructura filamentososa de base ancha y ápice trifurcado. La superficie del cuerpo tiene una ligera estriación transversal alrededor de la extremidad cefálica y en el extremo posterior de las hembras, por el contrario no tienen estriaciones alrededor de los deiridios, abertura vulvar y ano. Ambos sexos presentan también líneas laterales poco evidentes que forman surcos en las regiones anterior y posterior del cuerpo y dos o tres líneas paralelas a lo largo del cuerpo.



Dirofilaria immitis infecta ventrículo derecho, arteria pulmonar, atrio derecho y vena cava en perros. Ha sido reportada en lobos, dingos, coyotes, zorros y varios felinos incluyendo gatos domésticos, así como leones marinos, focas, mustélidos, osos, pandas, castores, cuatíes, conejos, ciervos, caballos, primates no humanos y humanos. La mayoría de estas infecciones son esporádicas, reducidas a pocas microfilaremiias fundamentalmente en gatos y perros (Anderson, 2000). *Dirofilaria immitis* tiene importancia veterinaria debido a las infecciones en perros y ha sido modelo de estudios de varios aspectos de filariasis (Bautista, et al. 2001). Noé (1900, 1901) y Grassi y Noé (1900) demostraron que las microfilarias se desarrollan en los tubos de malpigio de *Anopheles maculipennis*. Manrique-Saide et al. (2010) evidenció a la especie *Aedes taeniorhynchus* como el principal vector de este nematodo.

A pesar de la amplia distribución de *D. immitis* en otras partes del mundo (Rhee, et al. 1998; Sano, et al. 2005; Vezzani, et al. 2005; Dantas-Torres & Otranto 2013; Fuehrer et al. 2013), en México solo existen registros aislados con especies domésticas, particularmente perros en la península de Yucatán (Caro-González et al. 2011) pero también en Tabasco, Estado de México y Distrito Federal (Bautista, et al. 2010). Por su parte, en el estado de Querétaro se reportó como parásito del coyote *Canis latrans* (Hernández-Camacho & Pineda-López, 2012).

El hallazgo de *Dirofilaria immitis* constituye un nuevo registro en el hospedero *Procyon lotor* en México. Con ello, ratificamos la importancia de este hospedero como reservorio de parásitos en las enfermedades zoonóticas.



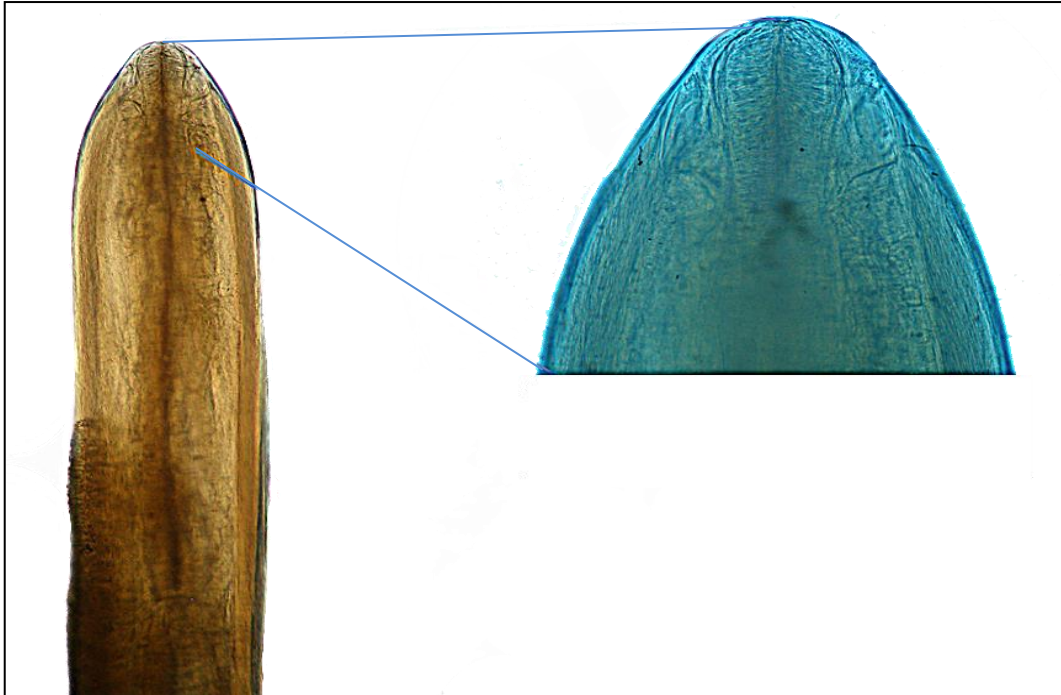


Fig. 11. *Dirofilaria immitis* (Hembra). Microfotografía (4X) y (40X). Región anterior.



Fig. 12. *Dirofilaria immitis* (Intestino). Microfotografía (10X). Izq. Región anterior; Der. Región posterior del cuerpo de la hembra.



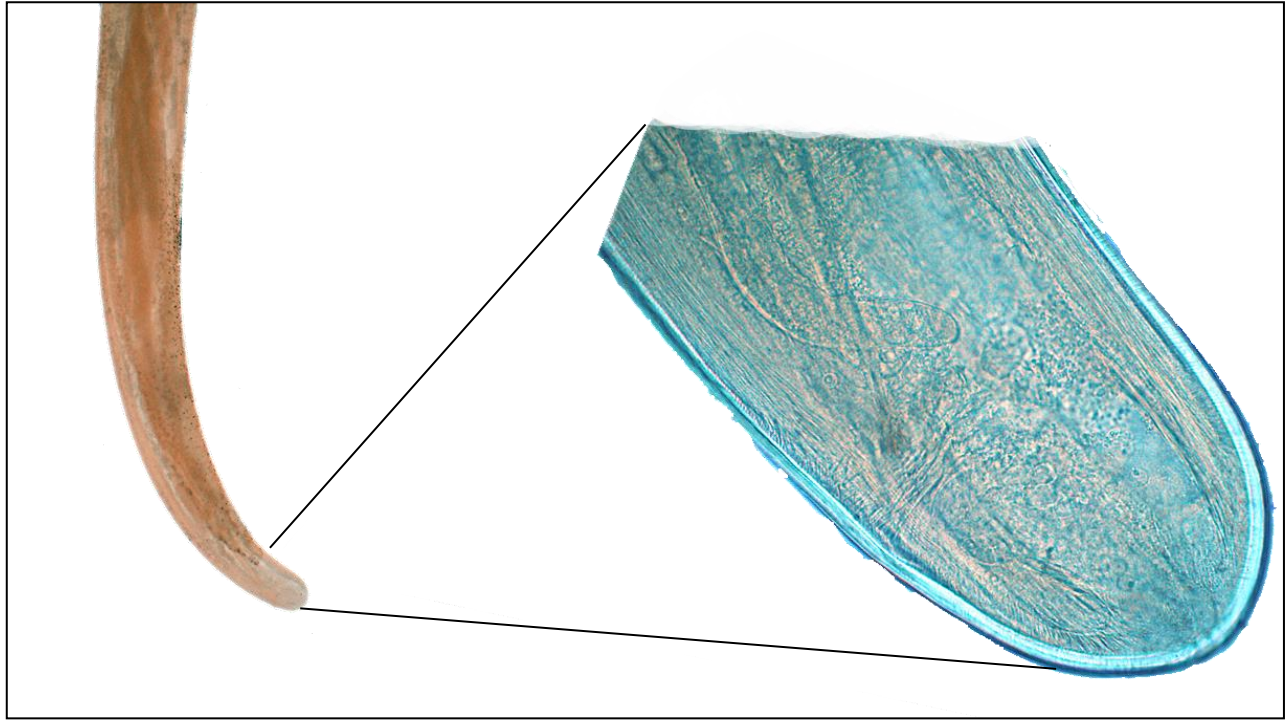


Fig. 13. *Dirofilaria immitis*. Microfotografía (10X y 40X). Región posterior del cuerpo de la hembra.





Fig. 14. *Dirofilaria immitis* (Huevos y microfilarias). Microfotografía (40X). Útero de la hembra (región media).



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborden **Spirurina** Railliet & Henry 1915

Superfamilia **Filarioidea** (Weinland 1858) Chabaud & Chabaud & Anderson 1959

Familia **Onchocercidae** (Leiper 1911) Chabaud & Anderson 1959

Onchocercidae gen. sp.

La descripción está basada en fragmentos de hembras que se extrajeron de los conductos aéreos de los pulmones del hospedero. Dichos fragmentos miden 0.61 de anchura máxima; la cutícula es ligeramente estriada. Los fragmentos corresponden a la región anterior (boca y esófago) y a la media posterior. La boca tiene una abertura en forma más o menos circular mide 0.006 y el esófago mide 1.11, el intestino no se diferencia debido al estado autolítico del material (Fig. 15.), no se distingue el anillo nervioso ni el poro excretor. Los fragmentos corresponden a individuos diferentes pues en unos hay huevos y en otros microfilarias encapsuladas y libres (Figs 16 y 18), los primeros miden 0.145 x 0.172 a 0.154x 0.200 y las microfilarias: 0.29-0.25x0.017-0.019. El útero es alargado y con ensanchamientos uniformes en dirección perpendicular a la pared del cuerpo, en donde se concentran las microfilarias (Fig. 17).

Comentarios Taxonómicos

Los ejemplares caracterizados previamente, corresponden a hembras de por lo menos dos individuos diferentes. Sin embargo, fue posible distinguir en ellos características diagnósticas de la familia Onchocercidae (Leiper 1911) Chabaud & Anderson 1959 tales como la ausencia de labios y otras estructuras quitinosas, una boca simple y un esófago filiforme dividido de acuerdo con Yamaguti (1961).



Los fragmentos encontrados no pertenecen a la especie *Dirofilaria immitis*, pues estos últimos infectan el corazón y tejido conectivo de sus hospederos, en suma, la especie antes mencionada fue caracterizada en éste trabajo y existen diferencias considerables en la morfología de las microfilarias (las de los fragmentos descritos son más grandes que las microfilarias de *D. immitis*). Hasta el momento no hay registros de oncocercidos en conductos aéreos pulmonares de prociénidos. Sin embargo puede existir la posibilidad de migración post-mortem hacia los pulmones, pues hay evidencia de este comportamiento en varios grupos de nematodos. (Prociv, 1989; Anderson 2000; Menzies 2010). Las especies de la familia Onchocercidae se han registrado en la mayoría de los tejidos de todos los aparatos y sistemas del cuerpo de sus hospederos, y cada especie tiene alta especificidad de microhábitat (Anderson, 2000). En suma, desconocemos las circunstancias de por qué los fragmentos se encontraban en condiciones autolíticas, probablemente se debe a que el epitelio respiratorio sufre procesos autolíticos con mayor celeridad que el resto de los órganos.

Por otro lado, existen algunos grupos de nematodos que son característicos de éste microhábitat como: Metastrongylidae Leiper 1908, Crenosomatidae Schulz 1951, Angiostrongylidae Böhm & Gebauer 1934 y Filaroididae Schulz 1951. Algunos de los géneros que infectan conductos y epitelio respiratorio en mamíferos se enlistan a continuación: *Crenosoma*, Molin 1861, *Troglostrongylus* Vevers 1923, *Prestwoodia* Anderson 1978, *Didelphostrongylus* Prestwood 1976, *Heterostrongylus* Travassos 1925 y *Andersonstrongylos* Webster 1978. Además otros grupos de nematodos pueden utilizar este órgano de forma transitoria en donde el último estadio larvario, alcanza su madurez transformándose en adulto en los pulmones y posteriormente es deglutido hacia el estómago. Entre éstos grupos destacan algunas especies de Ascáridos y los Ancylostomátidos (geohelminths) que infectan a los humanos (Flisser & Tamayo 2006). Es importante señalar que las características morfológicas de las familias de nematodos que infectan pulmones ya mencionadas, son distintas a Onchocercidae. Las tres primeras (Metastrongylidae, Crenosomatidae, Angiostrongylidae) pertenecen a la superfamilia Metastrongyloidea y presentan labios en la región anterior, machos con bursa copulatrix, espículas muy largas y



filiformes. Las hembras tienen la vulva en la región posterior; muy cerca del ano. Por otro lado las especies de la familia Ascaridae presentan labios con interlabios y un ciego intestinal. Las especies de la familia Ancylostomatidae tienen el cuerpo curvado dorsalmente en la región anterior y una capsula bucal armada con placas y dientes (Anderson, et al 1974). Dichas características permiten separarlas de la familia Onchocercidae.

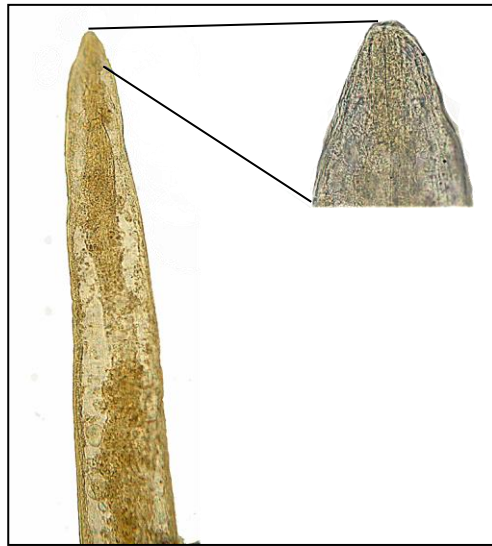


Fig. 15. Onchocercidae gen. sp. Microfotografía (4X y 40X). (Región anterior).

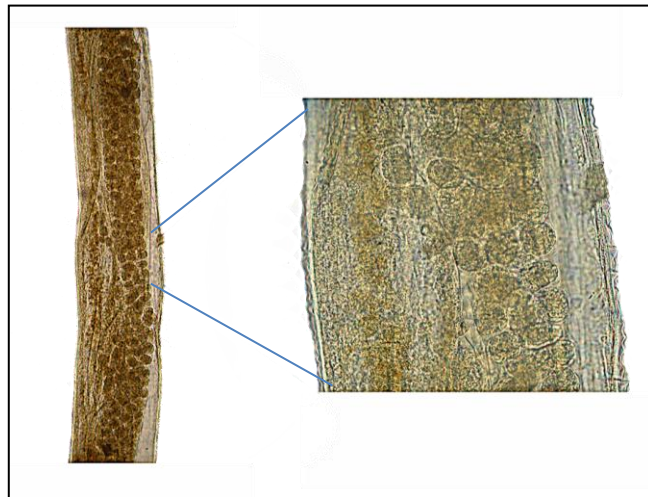


Fig. 16. Huevos de Onchocercidae gen. sp. Microfotografía (4X y 40X). (Región media).





Fig. 17. Útero con microfilarias (Onchocercidae gen. sp). Microfotografía (10X).



Fig. 18. Detalle de Microfilarias de Onchocercidae gen. sp. Microfotografía (40X)



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborder **Ascaridina** Inglis 1983

Superfamilia **Ascaridoidea** (Baird 1853) Skryabin 1915

Familia **Anisakidae** (Railliet & Henry 1912) Skryabin & Karokhin 1945

Subfamilia **Anisakinae** Railliet & Henry 1912

Genero **Contraecum** Railliet & Henry 1912

Especie *Contraecum rudolphii* (Rudolphi 1809) Hartwich 1964

Contraecum rudolphii

Caracterización basada en 5 ejemplares (1 macho y cuatro larvas). Nematodos de talla mediana (<12 mm).

Descripción del macho: Tienen un cuerpo robusto, con estriaciones cuticulares transversales que recorren casi la totalidad del cuerpo a excepción de los labios (Fig. 19). Posee tres labios (uno dorsal y dos lateroventrales) y tres interlabios: El labio dorsal posee dos papilas sublaterales. Labios lateroventrales con dos papilas grandes. Los interlabios son más anchos que largos (Fig. 20). La longitud total del cuerpo mide 11.65. La anchura máxima se alcanza en la región media posterior del cuerpo y es de 0.38. El anillo nervioso está a 0.34 del extremo anterior (Fig. 21). El esófago es filiforme, mide 1.58. Tiene un ventrículo globular reducido, un apéndice ventricular 1.07 y un ciego intestinal 1.01x0.13. El intestino es grueso y sinuoso; Se conecta con el ano el cual es subterminal. El aparato reproductor está constituido por un testículo filiforme. Las espículas son ligeramente asimétricas (la derecha más grande que la izquierda), tienen una base ancha y comienzan a adelgazarse a lo largo de la espícula, el ápice es oblongo ligeramente más estrecho que la base, tienen una separación de 0.016 en la base y ambas se juntan de un solo lado del cuerpo y vuelven a abrirse en el ápice. Miden en su base 0.011 y la longitud total es 3.65 y 3.68. Constituyendo el 31.36% de la longitud total del cuerpo del nematodo.



Tiene 28 pares de papilas preanales, un par adanal y 7 pares postanales (Figs. 22 y 24).

Descripción de las larvas: Microhábitat (2 estómago, 1 intestino y 1 pulmón) Nematodos medianos. Cutícula estriada transversalmente. El extremo anterior es redondeado, presentan tres labios poco desarrollados (uno dorsal y dos lateroventrales); uno de los labios ventrolaterales esta armado con un diente larval que se dirige hacia la abertura oral (Fig. 23). Entre los labios se encuentran pequeñas esbozos de interlabios, poco diferenciados. El anillo nervioso está situado a 0.30-0.33 del extremo anterior. El esófago es delgado y largo, el cual le continúa un ventrículo pequeño y esférico. El apéndice ventricular y el ciego están bien desarrollados. Este último tiene la base es más ancha que el ápice y se extiende anteriormente. El intestino es grueso y sinuoso y recorre casi la totalidad del cuerpo conectándose con el ano, el cual es subterminal y ventral La cauda es corta y ligeramente curva hacia la región ventral.

Comentarios Taxonómicos

La familia Anisakidae (Railliet & Henry 1912) Skryabin & Karokhin 1945 ha tenido problemas nomenclaturales aun en años recientes. De acuerdo con Hallan (2008) tiene tres subfamilias: Acanthocheilinae, Anisakinae y Goeziinae. En contraste, Gibbons (2010) y Hodda (2011) agrupan a la familia en cuatro subfamilias Acanthocheilinae, Paranisakinae, Pseudanisakinae, Anisakinae. Cualquiera de las dos clasificaciones incluye 224 especies, las cuales parasitan mamíferos, aves, reptiles y peces; utilizando como hospederos intermediarios y paraténicos crustaceos principalmente copépodos, además de oligoquetos, larvas de insectos y peces.

Asignamos a nuestro material al género *Contraecum* Railliet & Henry 1912 ya que, de acuerdo con Gibbons (2010), poseen un ventrículo con un apéndice posterior, ciego intestinal, tres labios con interlabios y el poro excretor situado en la porción media del labio ventral.



El género *Contracaecum*, actualmente tiene 105 especies a nivel mundial: Dado que en México la mayoría de estudios se concentran en peces (Pérez- Ponce de León & García-Prieto. 2001a.), las especies de *Contracaecum* generalmente están registradas como larvas. Sin embargo algunos estudios de aves evidencian que por lo menos existen nueve especies en el país: *C. bancrofti*, *C. caballeroi*, *C. fagerholmi*, *C. hoffmani*, *C. mexicanum*, *C. microcephalum*, *C.rodhaini*, *C. rudolphi* y *C. spiculigerum*.

De acuerdo con lo anterior asignamos nuestro material a la especie *Contracaecum rudolphii* porque la región cefálica presenta el patrón papilar característico de la especie, la longitud de las espículas representa cerca del 35% de la longitud total del cuerpo y porque el patrón papilar en la región posterior de los machos corresponde con el descrito por D'Amelio et al. (2012).

Contracaecum rudolphii tiene como sinónimo a *Contracaecum spiculigerum* Rudolphi, 1809. Previamente ha sido registrado en México en los hospederos *Phalacrocorax olivaceus*, *Nycticorax nycticorax* y *Pelecanus occidentalis*. En dichos registros *C. rudolphii* puede compartir el microhábitat con las especies *C. multipapillatum* y *C. fagerholmi*. Comparamos nuestro material con cuatro especies del género *Contracaecum* con las que comparten algunas características que permiten diferenciarlas entre sí.

Contracaecum rudolphii se distingue de *C. multipapillatum* por el número de papilas y la longitud de las espículas. La primera tiene 28 pares preanales, un par adanal y 7 pares postanales en contraste *C. multipapillatum* tiene 129 pares de papilas precloacales, 4 pares de papilas adcloacales y 9 pares postcloacales. La proporción de las espículas de *C. multipapillatum* corresponde al 5% de la longitud total del cuerpo y en *C. rudolphii* al 31 % .

Contracaecum rudolphii se diferencia de *C. fagerholmi* porque en la primera los labios son más anchos que largos y en la segunda exactamente lo contrario y los interlabios son más grandes en esta última (0.80 vs 0.90). La longitud del esófago no rebasa los tres milímetros en *C. fagerholmi* y alcanza los 4.26 mm. en *C. rudolphii*. La longitud y proporción de las espículas es similar en ambas especies, incluso en el



extremo distal que es oblongo pero las espículas de *C. fagerholmi* tienen dos procesos alados y las de *C. rudolphii* son lisas.

Contracaecum rudolphi posee el mismo número de papilas caudales que *C. pelagicum* sin embargo difieren entre sí por el tamaño de las espículas ya que la primera es tres veces mayor al de la segunda.

Contracaecum rudolphii es similar a *Contracaecum travassosi* porque junto con *C. fagerholmi*, son las únicas especies registradas en América cuya longitud espicular supera el 20% de la longitud del cuerpo. Sin embargo, *C. rudolphii* difiere de *C. travassosi* porque a pesar de tener el mismo número de papilas postanales, las últimas presentan un par doble y en *C. rudolphii* todos los pares son sencillos. Además el extremo distal de las espículas en *C. rudolphii* es redondo y en *C. travassosi* es aguzado.

Por otro lado, las larvas de *Contracaecum* han sido registradas en un gran número de invertebrados que incluyen celenterados, tenóforos, gasterópodos, cefalópodos, copépodos, anfípodos, eufausiáceos, decápodos, equinodermos y quetognatos. Pero la larva siempre se desarrolla en peces y tempranamente en los hospederos definitivos. Los adultos generalmente se establecen en el estómago del hospedero y se alimentan del contenido estomacal, pero si no hay alimento disponible comienzan a alimentarse de la pared de dicho órgano. En éste estudio se pudieron observar tanto estadios de larva como adultos.

Contracaecum rudolphii tiene una amplia distribución ya que infecta a aves de las familias Anhingidae, Ardeidae, Pelecanidae y Phalacrocoracidae (Barson & Marshall 2004; Mattiucci et al. 2008). Sin embargo, ya ha sido registrada en mamíferos particularmente mapaches del continente Asiático (Sato & Suzuki, 2006).

Si bien es cierto que el género *Contracaecum* puede infectar diferentes grupos de vertebrados incluyendo mamíferos. La especie *Contracaecum rudolphii* solo está documentada para Aves de México y su hallazgo en la especie *Procyon lotor* debe considerarse como una infección accidental dadas las características de los ejemplares colectados.



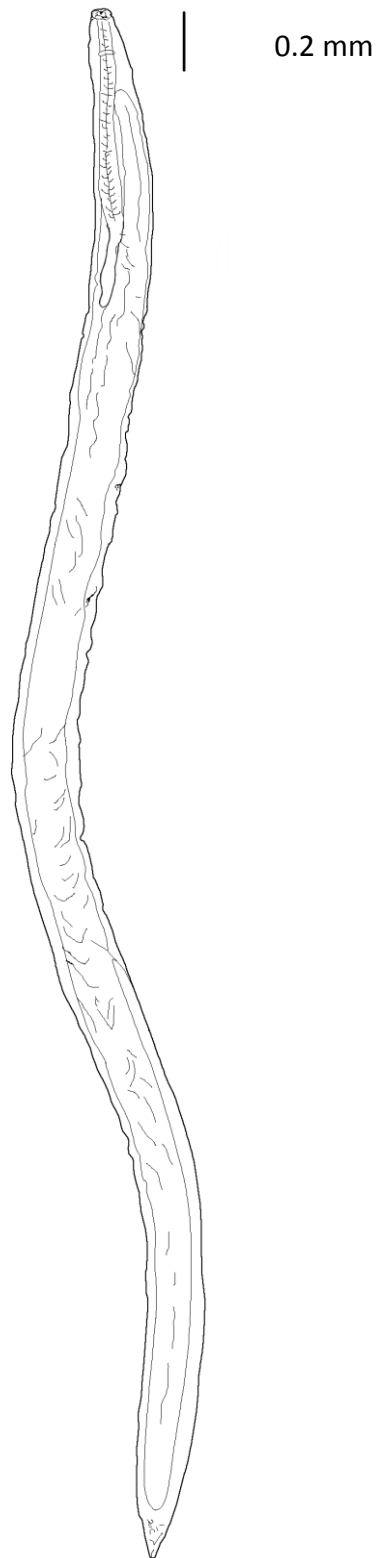


Fig. 19. *Contracaecum rudophii* (Macho).



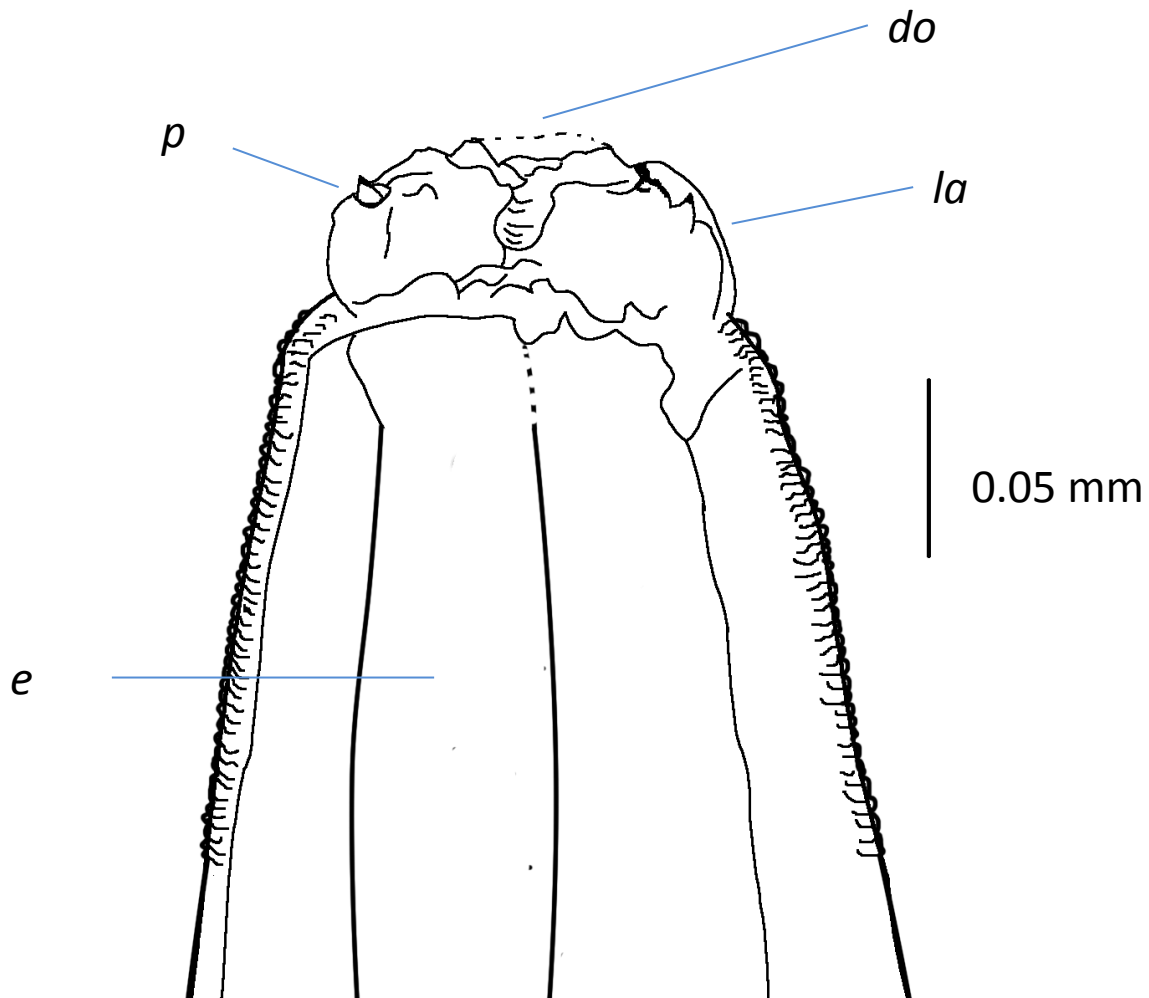


Fig. 20. *Contracaecum rudophii* Región anterior del Macho.

Abreviaturas: (e) Esófago, (do) Labio dorsolateral, (la), Labio lateroventral, (p) Papila.



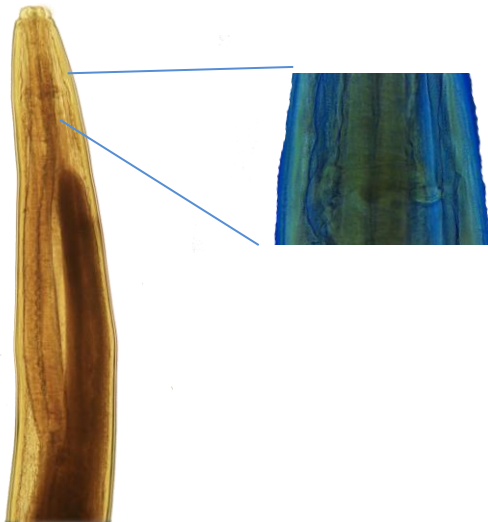


Fig. 21. *Contracaecum rudophii* Microfotografías (10X y 40X) Región media anterior del Macho. La imagen de la derecha muestra el detalle del anillo nervioso periesofágico

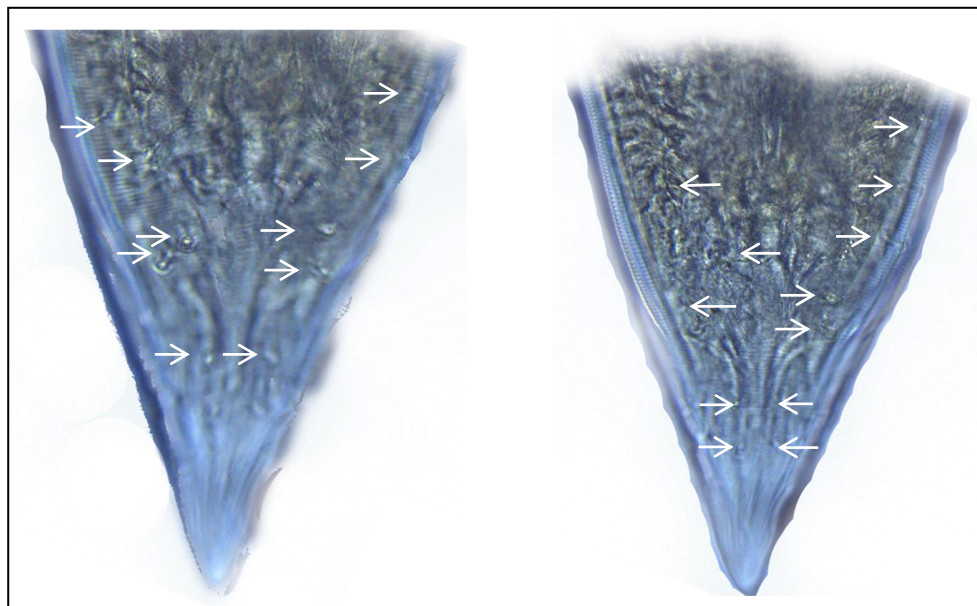


Fig. 22. *Contracaecum rudophii* Microfotografías (10X) Región posterior del Macho. Corresponden al mismo ejemplar (no se observan todas las papilas) pero si su distribución; preanales, adanales y postanales.



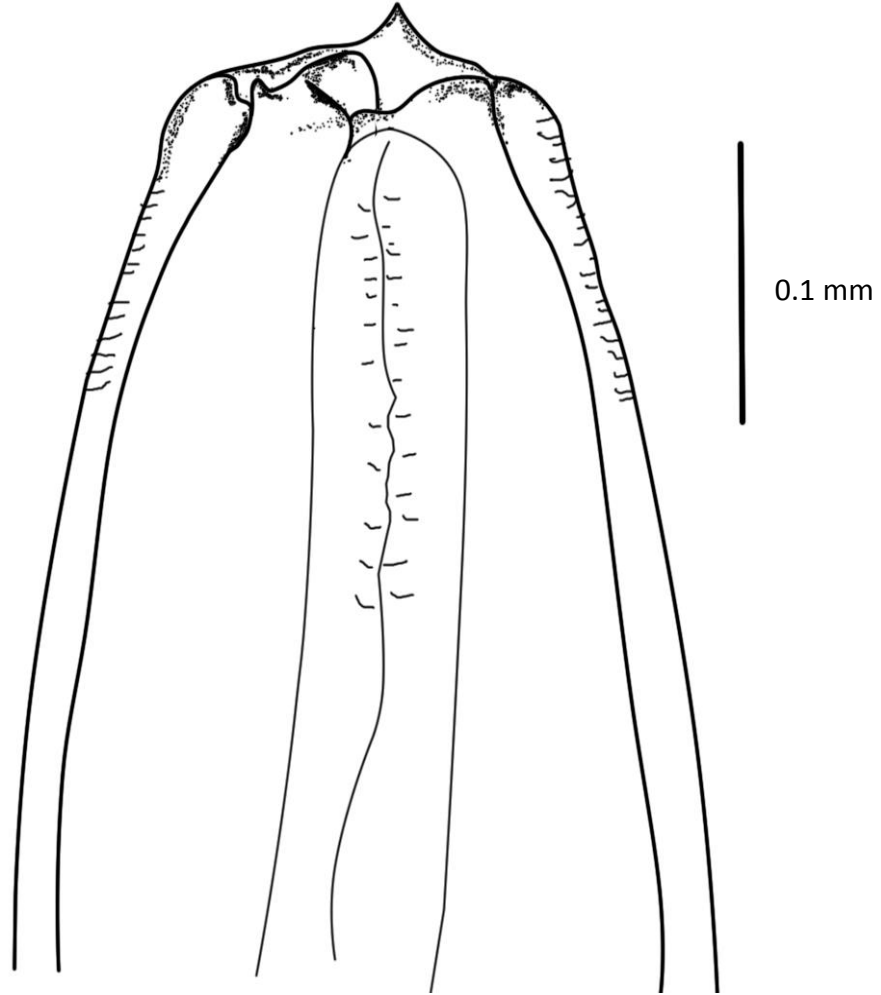


Fig. 23. *Contracaecum rudolphii* Región anterior (Larva).



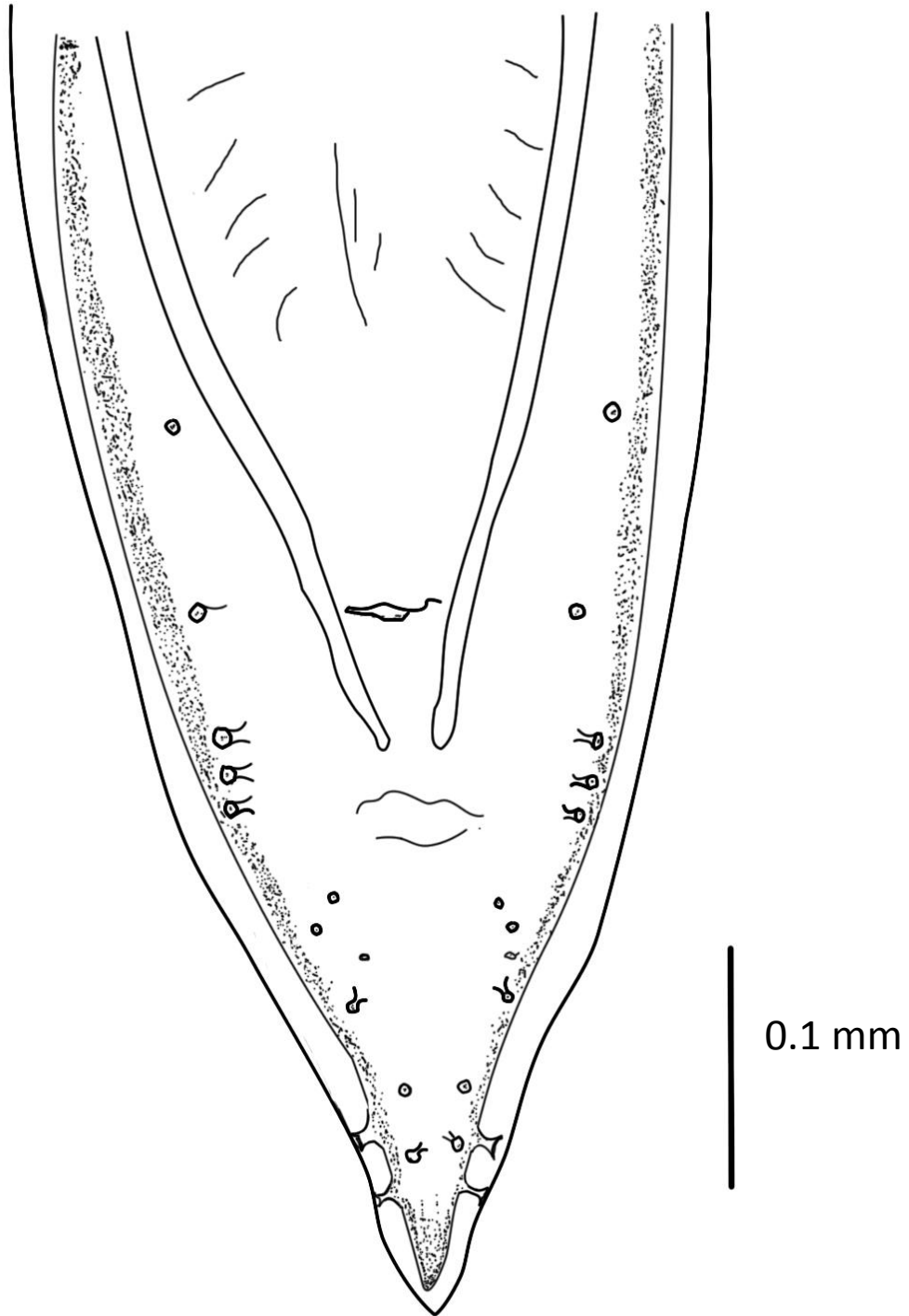


Fig. 24. *Contracaecum rudophii* Extremo posterior del macho, se muestra patrón papilar.



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Rhabditida** Chitwood 1933

Suborden **Rhabditina** Chitwood 1933

Superfamilia **Strongyloidea** (Baird 1853) Railliet & Henry 1913

Familia **Ancylostomatidae** (Looss 1905) Looss 1911

Género **Placoconus** Webster, 1956

Especie **Placoconus lotoris** (Schwartz, 1925) Webster, 1956.

Placoconus lotoris

Caracterización basada en 3 machos y 5 hembras. Nematodos de talla mediana (<9 mm.). La región anterior está ligeramente curvada dorsalmente. Poseen una capsula bucal grande, la cual es más larga que ancha y se conecta con el esófago. La capsula bucal está armada con cinco placas articuladas, cuyas intersecciones son ligeramente aguzadas y dan apariencia de suturas entre las placas (Fig. 26). En total se forman cuatro suturas; dos longitudinales y dos transversales. Tienen dientes dispuestos ventralmente en la base de la capsula. Ambos sexos se caracterizan por tener finas estriaciones la cutícula principalmente en la región cefálica (Fig. 25). El anillo nervioso se encuentra en la mitad anterior del esófago. El poro excretor está dispuesto ventralmente por debajo del anillo nervioso.

Machos: miden 6.41 – 6.68 de longitud; anchura máxima 0.30 a nivel medio del cuerpo. El anillo nervioso se encuentra a 0.33-0.38 de la región anterior. El esófago mide 0.60x 0.62 y se conecta con el intestino a 0.76-0.77 de la porción anterior. El poro excretor se encuentra a 0.38 de la región anterior. Bursa copulatrix con dos lóbulos laterales grandes y un lóbulo dorsal pequeño (Fig. 27). Cada uno de los lóbulos laterales tienen 5 rayos (dos ventro laterales unidos, uno externo lateral y uno medio lateral). El rayo ventroventral está unido al ventrolateral por un tronco común, el rayo externolateral casi llega hasta el borde del lóbulo. Los rayos mediolateral y posterolateral son más robustos que el resto de los demás y están muy juntos. El rayo dorsal proviene de un tronco dorsal, es el más estrecho y curvado de todos. El lóbulo dorsal posee dos rayos que se bifurcan dos veces a



nivel medio y en el ápice, en ambos casos las ramas divergentes son cortas. Tienen gubernáculo; este se encuentra aproximadamente en el último tercio distal de las espículas a nivel de la cloaca. El testículo está situado anteriormente. Las espículas son filiformes, su base es irregular en forma de espátula pero su anchura y continuación son de la misma longitud y los extremos terminales muy delgados y afilados. Tienen ligeras ornamentaciones parecidas a líneas transversales, miden 0.54-0.80.

Hembras: miden (7.34 – 8.23) de longitud; anchura máxima 0.31. El anillo nervioso se encuentra a 0.37 de la región anterior. El esófago mide 0.60 x 0.62 y se conecta con el intestino a 0.85- 0.87 de la porción anterior. El poro excretor se encuentra a 0.39 de la región anterior (Fig. 25). Didelfas; el ovario proximal comienza en la porción terminal del esófago y corre longitudinalmente hacia la parte posterior; el segundo ovario se distribuye de la región vulvar hacia abajo y se pliega hacia atrás para juntarse con el útero. La vulva está situada en la mitad posterior del cuerpo a 4.62- 5.10 de la cauda en esa zona se observan pliegues longitudinales correspondientes a los tubulos genitales. No se observaron papilas caudales. La cauda presenta una pequeña espina terminal la cual mide 0.032 (Fig 28). Los huevos son ovalados, cascara delgada, refringente y sin ornamentaciones, miden 0.056-0.065.

Comentarios Taxonómicos.

La Familia Ancylostomatidae Looss, 1905 está representada por veinte géneros; *Ancylostoma* Dubini, 1843, 1980, *Galoncus* Railliet, 1918, *Strongylacantha* van Beneden, 1873, *Arthrocephalus* Ortlepp 1925, *Arthrostoma* Cameron, 1927, *Placoconus* Webster, 1956, *Globocephalus* Molin, 1861, *Bioccastrongylus* Chabaud & Petter, 1961, *Uncinaria* Froelich, 1789, *Acheilostoma* Leiper, 1911, *Tetragomphius* Baylis & Daubney, 1923, *Bathmostomum* Railliet & Henry, 1909, *Brachyclonus* Railliet & Henry, 1910, *Bunostomoides* Pinto, 1935, *Bunostomum* Railliet, 1902, *Cameronecator* Lichtenfels, 1980, *Gaigeria* Railliet & Henry, 1910, *Grammocephalus*



Railliet & Henry, 1910, *Monodontus* Molin, 1861 y *Necator* Stiles, 1903. En conjunto estos géneros contienen a 144 especies, parásitas de vertebrados de la clase Mammalia (Yamaguti 1961; Hallan, 2008). Las características diagnósticas de la familia son extremo anterior curvado dorsalmente, margen de la abertura oral armado con uno a tres pares de dientes ventrales, cápsula bucal grande, infundibular, con dos lancetas triangulares en la parte basal. Ductos de las glándulas esofágicas localizadas en el surco de la pared dorsal de la cápsula. Machos con una bursa de tres lóbulos, uno dorsal y dos laterales; el primero más pequeño que los otros dos. Rayo ventral hendido, externolateral y laterales provienen de un tronco común, medio lateral y posterolateral separados, externodorsal proviene de un tronco común con el dorsal, el dorsal se divide distalmente en dos o tres ramas. Espículas iguales. Las hembras tienen la vulva en la mitad posterior del cuerpo y las ramas uterinas opuestas (Yamaguti 1961).

Asignamos nuestro material al género *Placoconus* porque poseen una cápsula bucal armada con placas articuladas separadas por suturas, carecen de cono dorsal, y presentan gubernáculo en machos y espina terminal en las hembras de acuerdo con Webster (1956). Además su distribución geográfica coincide con la de las especies del género, parasitando primordialmente a mamíferos de la familia Procyonidae y ocasionalmente Mustelidae.

De acuerdo con las características diagnósticas de nuestro material, lo asignamos a *Placoconus lotoris* porque además de las placas articuladas de la cápsula bucal también presentan un par de dientes dispuestos ventralmente, machos con espículas iguales y base en forma de espátula; asimismo, las hembras tienen la región genital primordialmente arreglada en pliegues longitudinales y vulva localizada cerca del tercio posterior del cuerpo, características también descritas para esta especie por Balasingam (1964).

El género *Placoconus*, anteriormente estaba contenido en el género *Arthrocephalus*, agrupando tres especies *Arthrocephalus gambiense*, *Arthrocephalus lotoris* y



Arthrocephalus maxillaris. Actualmente solo la especie *Arthrocephalus gambiense* permanece valida. Por su parte *A. maxillaris* fue trasladada a *Uncinaria maxillaris* y *A. lotoris* actualmente pertenece al género monotípico *Placoconus*. (Webster, 1956).

La longitud total y la distintiva capsula bucal de las tres especies antes mencionadas es muy parecida y pueden llegar a confundirse, características por las que fueron agrupadas en un mismo género anteriormente. A continuación presentamos algunas diferencias entre ellas.

Placoconus lotoris se diferencia de *Arthrocephalus gambiense* y *Uncinaria maxillaris* porque ambas carecen de dientes. Adicionalmente, *A. gambiense* tiene el cono dorsal bien desarrollado (el cual está ausente en *P. lotoris*) y *U. maxillaris* carece de lancetas en el extremo anterior, mismas que posee *P. lotoris* (Texeira de Freitas, 1951; Webster, 1956).

Placoconus lotoris fue registrada por primera vez en México en 2005 en *Procyon pygmaeus*, una especie de mapache endémica de la isla de Cozumel (Mcfadden et al. 2005). Sin embargo no se tienen ejemplares depositados en alguna colección, pues fueron detectados mediante pruebas serológicas, al ser un hospedero cuyas poblaciones están amenazadas y muy reducidas. Este trabajo registra a *Placoconus lotoris* por segunda vez en México pero ahora en un hospedero diferente: *Procyon lotor* y en una nueva localidad.



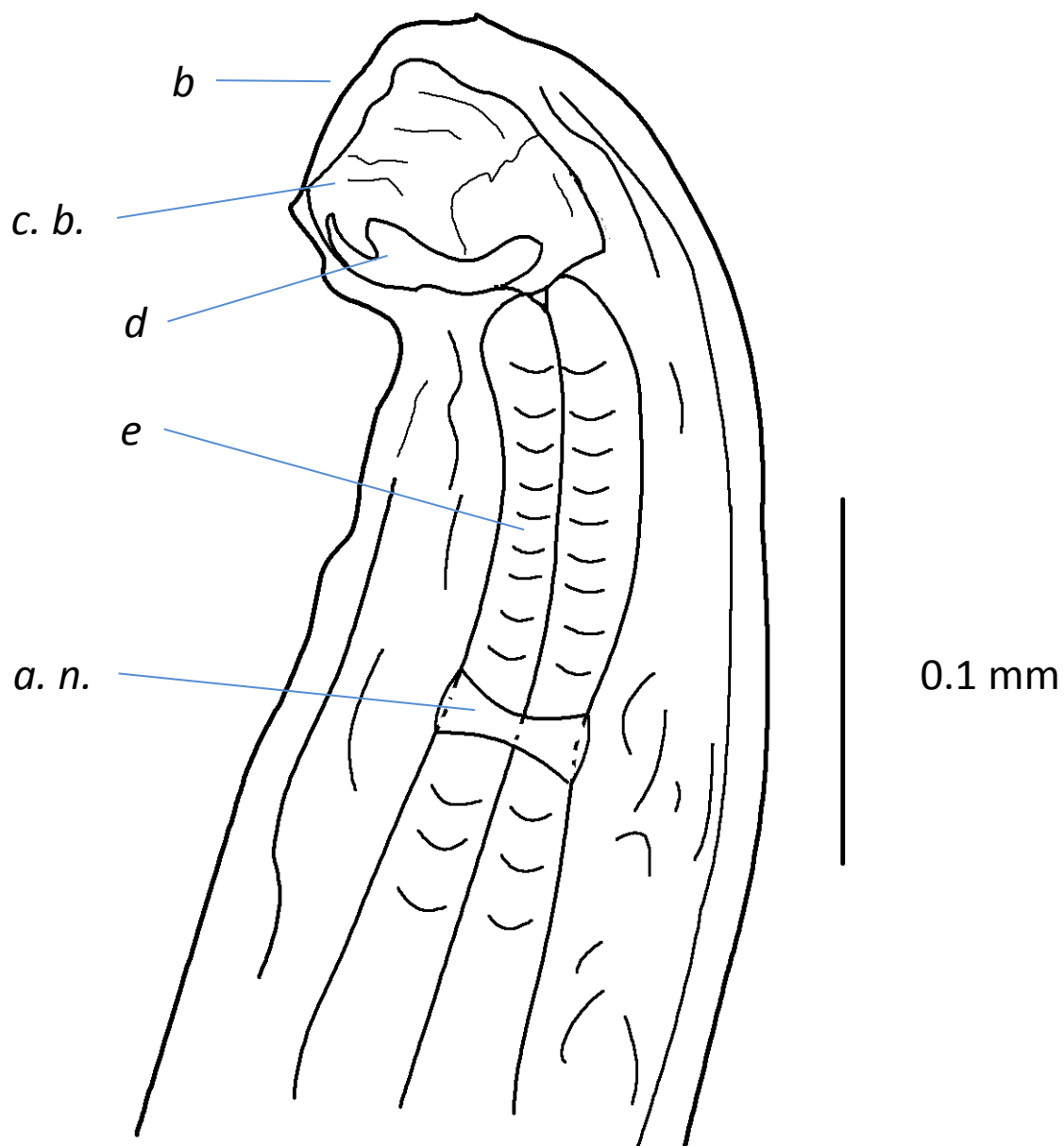
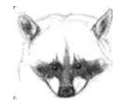


Fig. 25. *Placoconus lotoris* Extremo anterior; vista lateral de la hembra. Abreviaturas: (a.n.) anillo nervioso, (b) boca, (c.b) capsula bucal, (d) diente, (e) esófago.



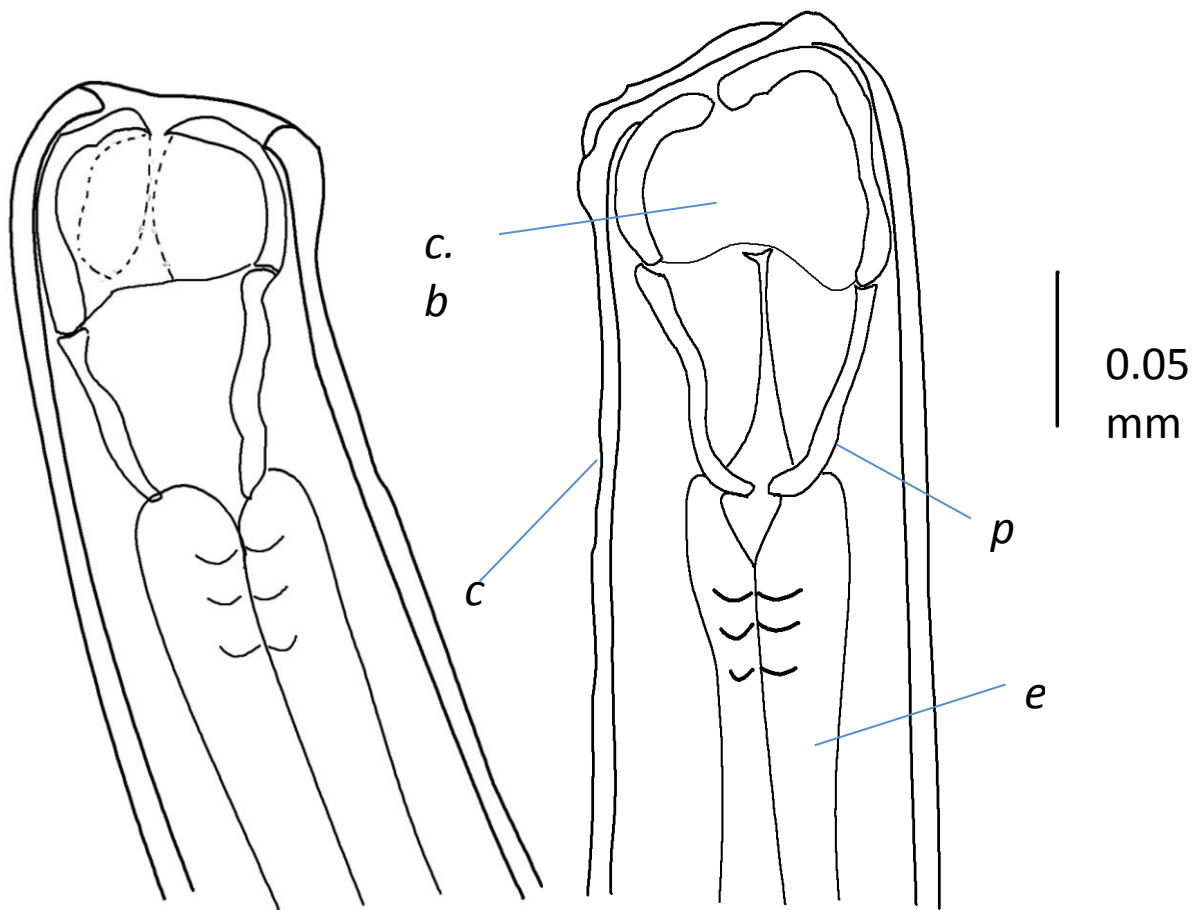


Fig. 26. *Placoconus lotoris* (izq.) Vista ventral. (Der). Vista dorsal .
 Abreviaturas: (c) cutícula, (c.b) capsula bucal, (e) esófago, (p) placa.



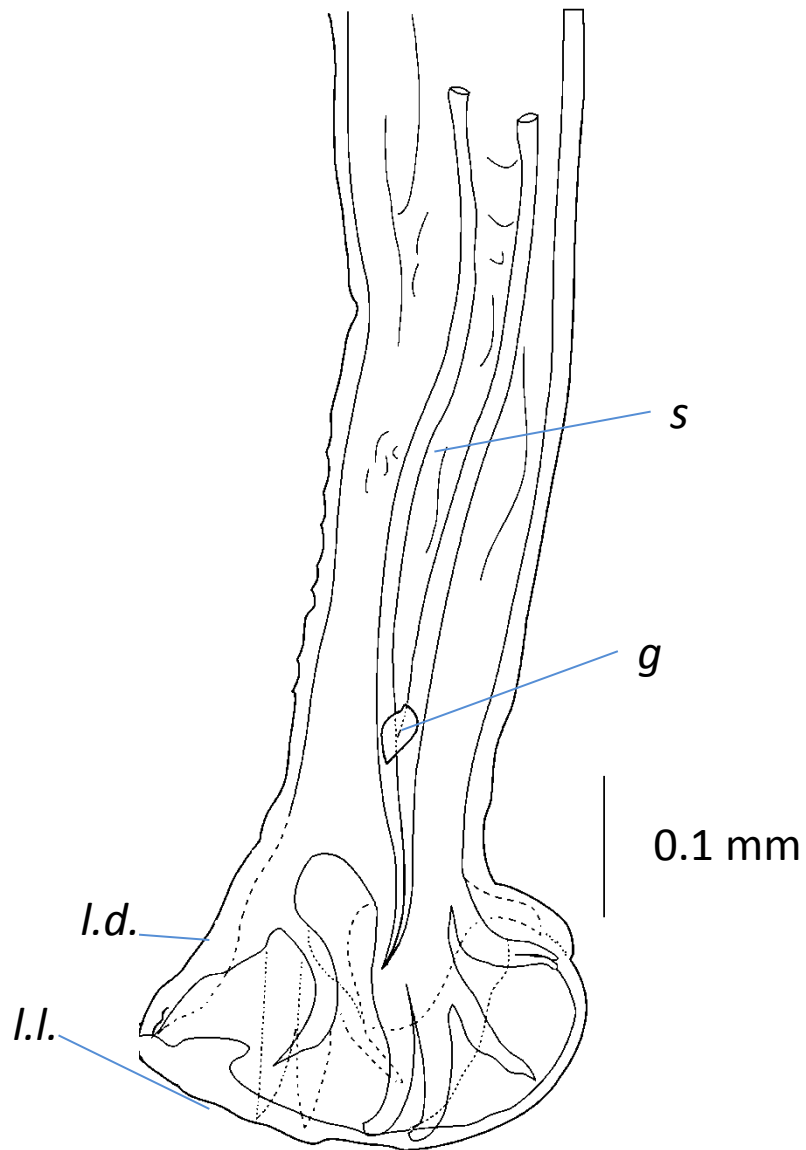


Fig. 27. *Placoconus lotoris* Vista lateral de la región posterior del macho.
 Abreviaturas: : (g) gubernáculo, (l.d.) lóbulo dorsal, (l.l.) lóbulo lateral (s) espícula.



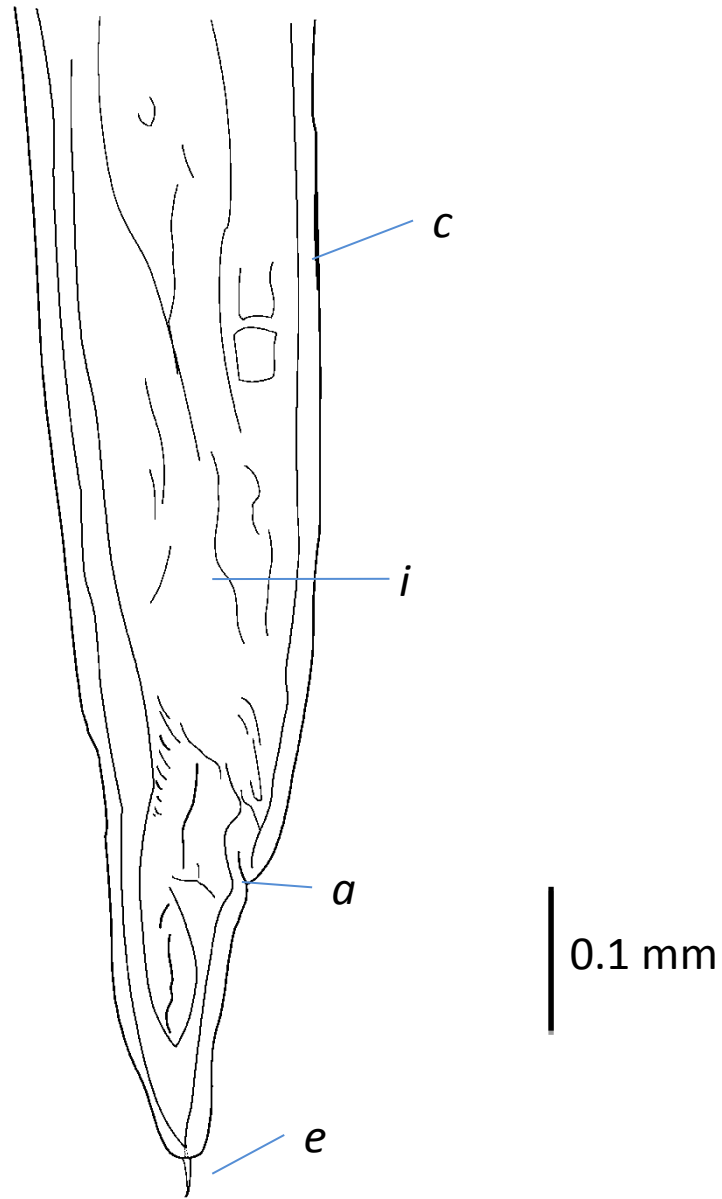


Fig. 28. *Placoconus lotoris* Vista lateral de la región posterior de la hembra. Abreviaturas: (a) ano, (c) cutícula, (e) espina, (i) intestino.



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Rhabditida** Chitwood 1933

Suborden **Rhabditina** Chitwood 1933

Superfamilia **Strongyloidea** (Baird 1853) Railliet & Henry 1913

Familia **Ancylostomatidae** (Looss 1905) Looss 1911

Género **Cameronecator** Lichtenfels, 1980

Especie *Cameronecator* cf. *urichi*.

Cameronecator cf. *urichi*

General: Caracterización basada en 2 machos y 4 hembras. Nematodos pequeños (<5mm), con una cutícula estriada transversalmente que recorre la totalidad del cuerpo; extremo anterior curvado dorsalmente, en donde se abre la boca en forma triangular y se conecta con una capsula bucal que forma un vestíbulo con paredes quitinizadas y armado con un par de placas semilunares dispuestas dorsal y lateralmente. La región anterior está provista de seis papilas distribuidas en pares; dos dorso laterales, dos laterales y dos ventrolaterales. Los anfidios se encuentran en la región anterior, dispuestos lateralmente en forma de hendiduras (Fig.33). El anillo nervioso se encuentra a nivel medio del esófago; este último es claviforme; De la línea marginal de la cutícula sobresalen un par de deiridios que dan la apariencia de espinas, dispuestos lateral, simétricamente y ligeramente dorsales (Fig.32). La disposición de estos respecto a la región anterior es variable ya que pueden estar desde el primer tercio del nivel del esófago hasta su base (Fig. 29); dichas estructuras tienen una base ancha y finas estriaciones transversales, con los extremos lisos y aguzados.

Machos: miden 2.53 –2.58 de longitud; anchura máxima 0.15 a nivel medio del cuerpo. El anillo nervioso se encuentra a 0.23 de la región anterior. El esófago mide 0.33x 0.05 y se conecta con el intestino a 0.45 de la porción anterior. Los deiridios miden 0.034. El poro excretor se encuentra a 0.71 de la región anterior. Bursa



copulatrix con dos lóbulos laterales y un lóbulo dorsal más pequeño, con estriaciones finas en los márgenes. Cada uno de los lóbulos laterales tienen 5 radios (dos ventro laterales unidos, uno externo lateral y uno medio lateral), de los que no pudo observarse su situación con respecto al borde del lóbulo (Fig. 30). El lóbulo dorsal posee dos rayos que se bifurcan tres veces uno a nivel de la base y dos a los extremos. Carecen de gubernáculo. Las espículas son filiformes, su base es más ancha y los extremos terminales muy delgados y con ondulaciones, miden 0.23-0.30x0.005. El cono genital sobresale en la porción ventral por arriba de la bursa. El testículo filiforme se encuentra por debajo de la región media del cuerpo.

Hembras: miden (3.57 – 4.23) de longitud; anchura máxima 0.22. El anillo nervioso se encuentra a 0.30 de la región anterior. El esófago mide 0.39 x 0.07 y se conecta con el intestino a 0.52 del extremo anterior. Los deiridios miden 0.044. El poro excretor se encuentra a 1.3 de la región anterior. Son didelfas y anfidelfas; el ovario proximal no rebasa la región media anterior y el ovario posterior se distribuye de la región vulvar hacia abajo. La vulva está situada en la mitad posterior del cuerpo a 2.58-2.91 de la cauda; el oviducto tiene ramas divergentes, el útero se dirige a ambos extremos del cuerpo, Ano subterminal (Fig. 31). Poseen un par de papilas pequeñas post anales, distribuidas de forma lateral, situadas a 0.35 de la punta de la cauda (Fig. 33). Los huevos son ovalados con una ligera constricción en la región media y polos más anchos, cascara hialina y sin ornamentaciones, más gruesa en los polos, miden 0.045x0.028.

Comentarios Taxonómicos

El género *Cameronecator* al igual que el género *Placoconus* (Descrito anteriormente), pertenece a la familia Ancylostomatidae Looss, 1905 la cual está representada por veinte géneros y 144 especies, parasitas de mamíferos (Yamaguti 1961; Hallan, 2008).

De acuerdo con Anderson et al. (1974), asignamos nuestro material al género monotípico *Cameronecator* por la presencia de deiridios excepcionalmente grandes y bursa copulatrix provista de rayos externodorsales más grandes que los rayos dorsales, características que permiten separarlo del género *Necator*. *Cameronecator*



urichi fue descrita por Cameron (1936) basándose en cuatro hembras, y redescrita por Texeira de Freitas (1951) en Rio de Janeiro, Brasil, con base en nuevo material (hembras y machos), pudiendo caracterizar ambos sexos (Cameron, 1936; Texeira de Freitas, 1951). Ambos trabajos describen a *Cameronecator urichi* parasitando al mapache *Procyon cancrivorus*, especie de prociónido que se distribuye en Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Guyana, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela (Wilson & Reeder 2005).

Pasaron 63 años desde el trabajo de Texeira de Freitas (1951) hasta 2014 para obtener nuevos registros de *Cameronecator*. Sin embargo, el presente, evidencia un nuevo hospedero: *Procyon lotor* en una localidad de Veracruz, México.

Al comparar las características morfológicas de los ejemplares de México con los registros previos en Sudamérica, encontramos algunas diferencias en las proporciones de ambas especies. Sin embargo no son lo suficiente robustas como para evidenciar una nueva especie del género *Cameronecator* en México (Cuadro 2), La longitud corporal de *Cameronecator urichi* reportada en Trinidad y Tobago y Brasil es mayor a la especie reportada en México.

	<i>Cameronecator urichi</i>		<i>Cameronecator cf. urichi</i>	
Distribución	Brasil, Trinidad y Tobago		México	
Hospedero	<i>Procyon cancrivorus</i>		<i>Procyon lotor</i>	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Longitud Total	3.25-4.25	5.39-6.40	2.53-2.58	3.57-4.25
Ancho	0.17-0.20	0.21-0.23	0.14-0.16	0.21-0.22
Esófago	0.39-0.48x0.070-0.096	0.46-0.58x0.083-0.100	0.32-0.33x0.05-0.06	0.38-0.41x0.06-0.07
Deiridios	0.04-0.05	0.046-0.07	0.034-0.039	0.044-0.048
Capsula bucal	0.078x0.061	0.096x0.078	0.058-0.067	0.073x0.044
Distancia cauda-vulva	-	2.58-2.91	-	2.012-2.231
Longitud espículas	0.31-0.34	-	0.23-0.30	-
Disposición de papilas postanales	-	Ventrales	-	Laterales

Cuadro 2. Comparación de *Cameronecator urichi* y *Cameronecator cf. urichi* (longitud dada en milímetros).



El género *Cameronecator* representa un nuevo registro no solo para *Procyon lotor* sino para el país. A partir de éste hallazgo se abren dos panoramas; por un lado puede ampliarse el registro de distribución establecido hasta la fecha para *Cameronecator urichi*, o bien, la posibilidad de que exista una nueva especie de este género en México. Es menester llevar a cabo más muestreos que permitan obtener más ejemplares para definir con certeza su identidad taxonómica.

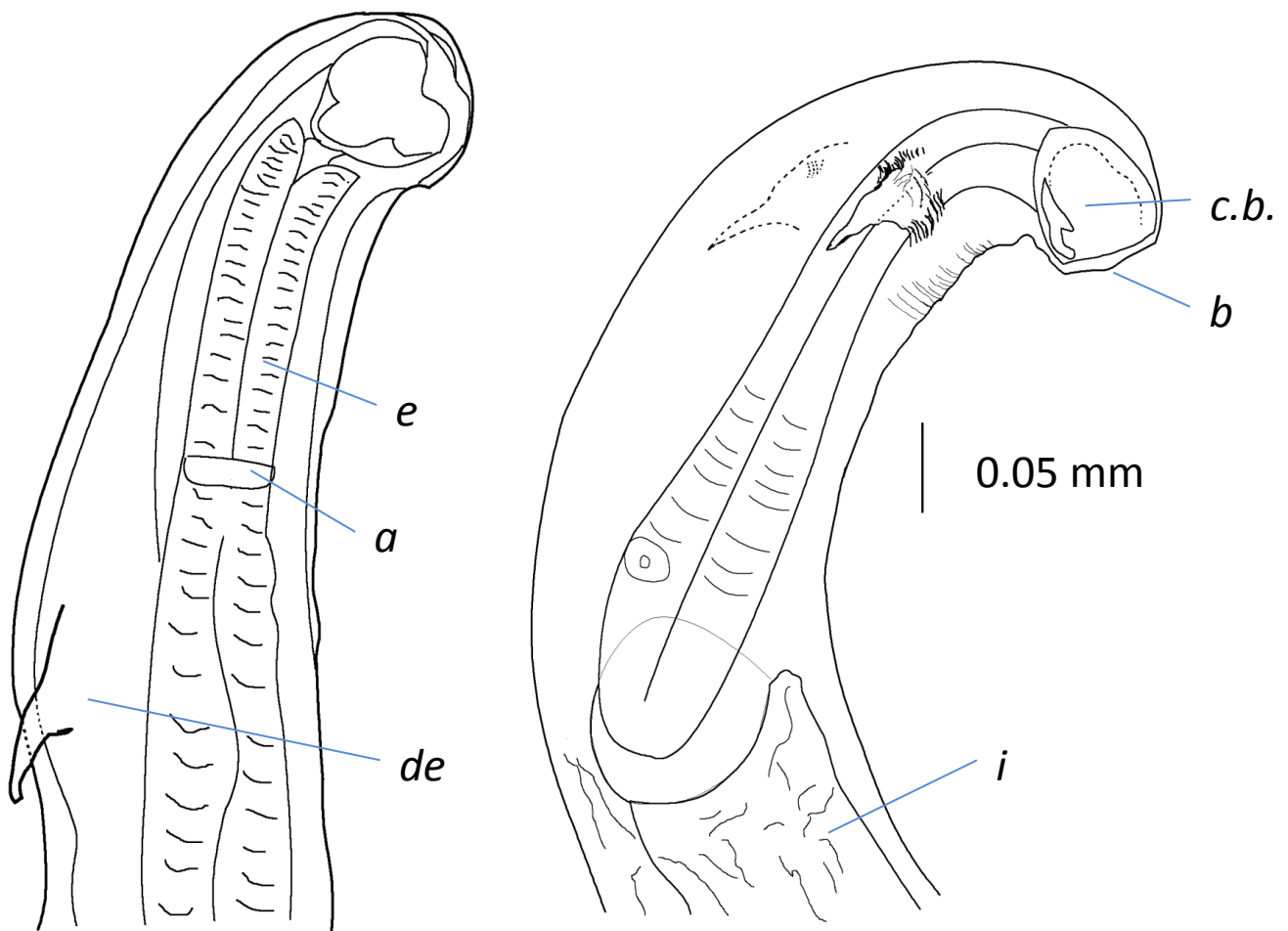


Fig. 29. *Cameronecator* cf. *urichi*. Vista lateral. (Izq. Hembra; Der. Macho).

Abreviaturas: (a) anillo nervioso, (b) boca, (c. b.) capsula bucal, (de) deiridio, (e) esófago.



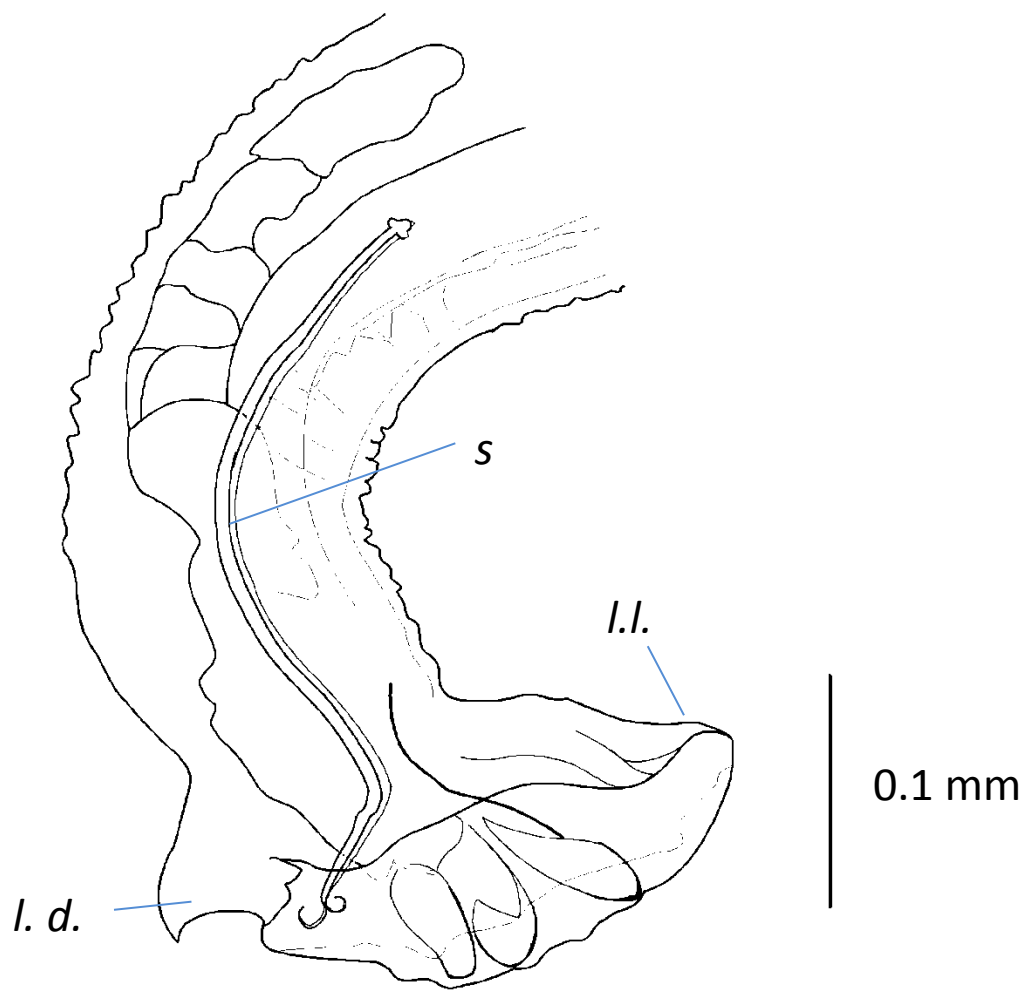


Fig. 30. *Cameronecator* cf. *urichi*. Bursa copulatrix del macho. Vista lateral.
Abreviaturas: (*l.d.*) lóbulo dorsal, (*l.l.*) lóbulo lateral (*s*) espícula.



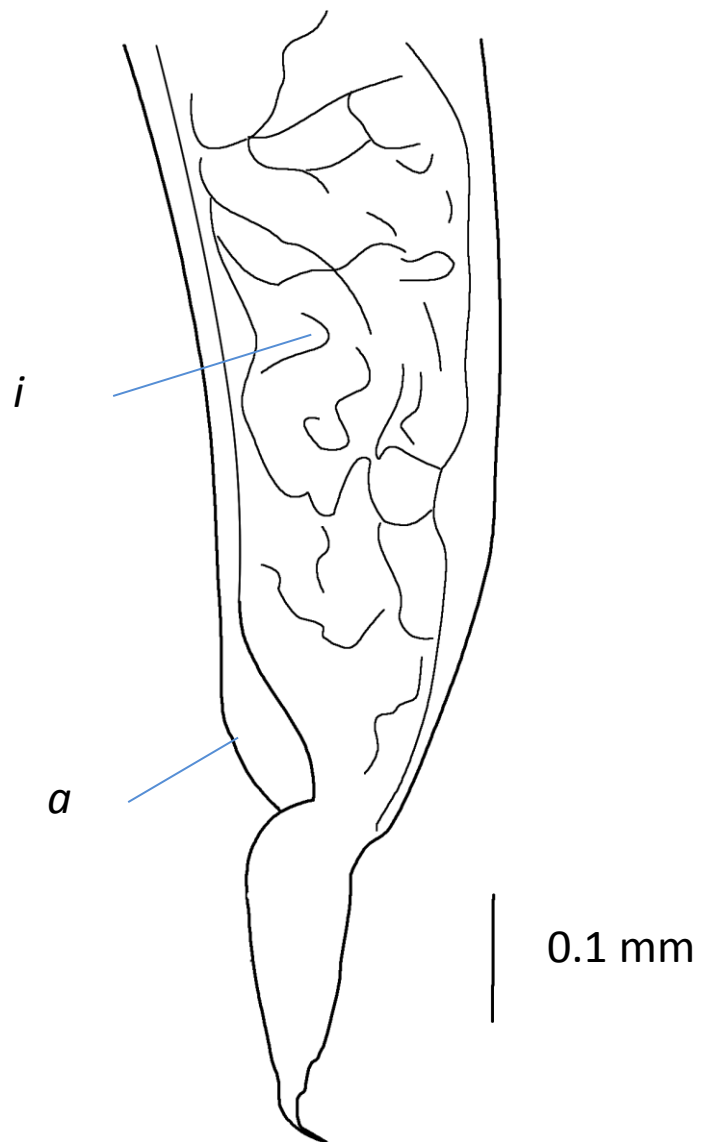


Fig. 31. *Cameronecator cf. urichi*. Cauda de la hembra. Vista lateral
Abreviaturas: (a) ano, (i) intestino.



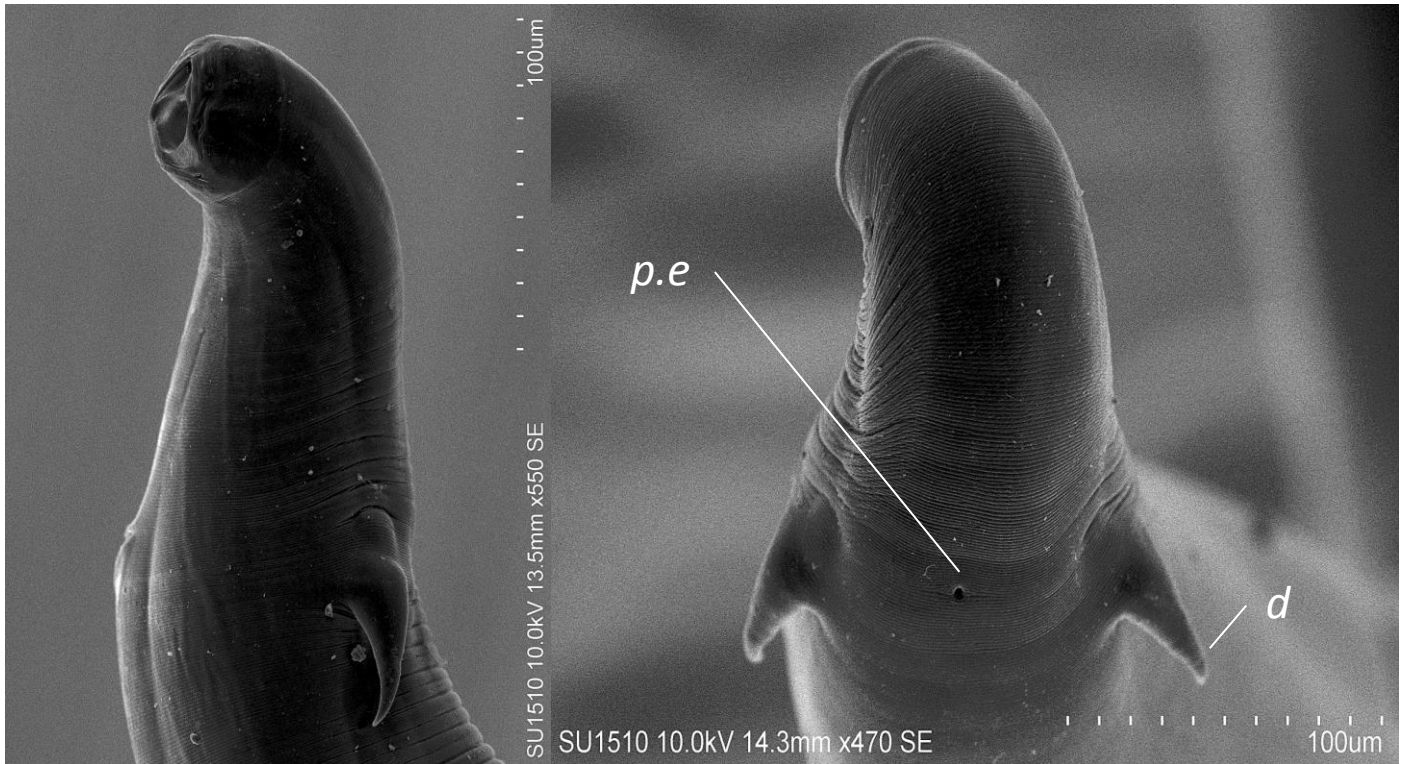


Fig. 32. *Cameronecator cf. urichi*. Microfotografía de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). Izq. Vista lateral del Macho. Der. Vista dorsal del mismo ejemplar mostrando el poro excretor y los deiridios pareados dispuestos simétricamente.



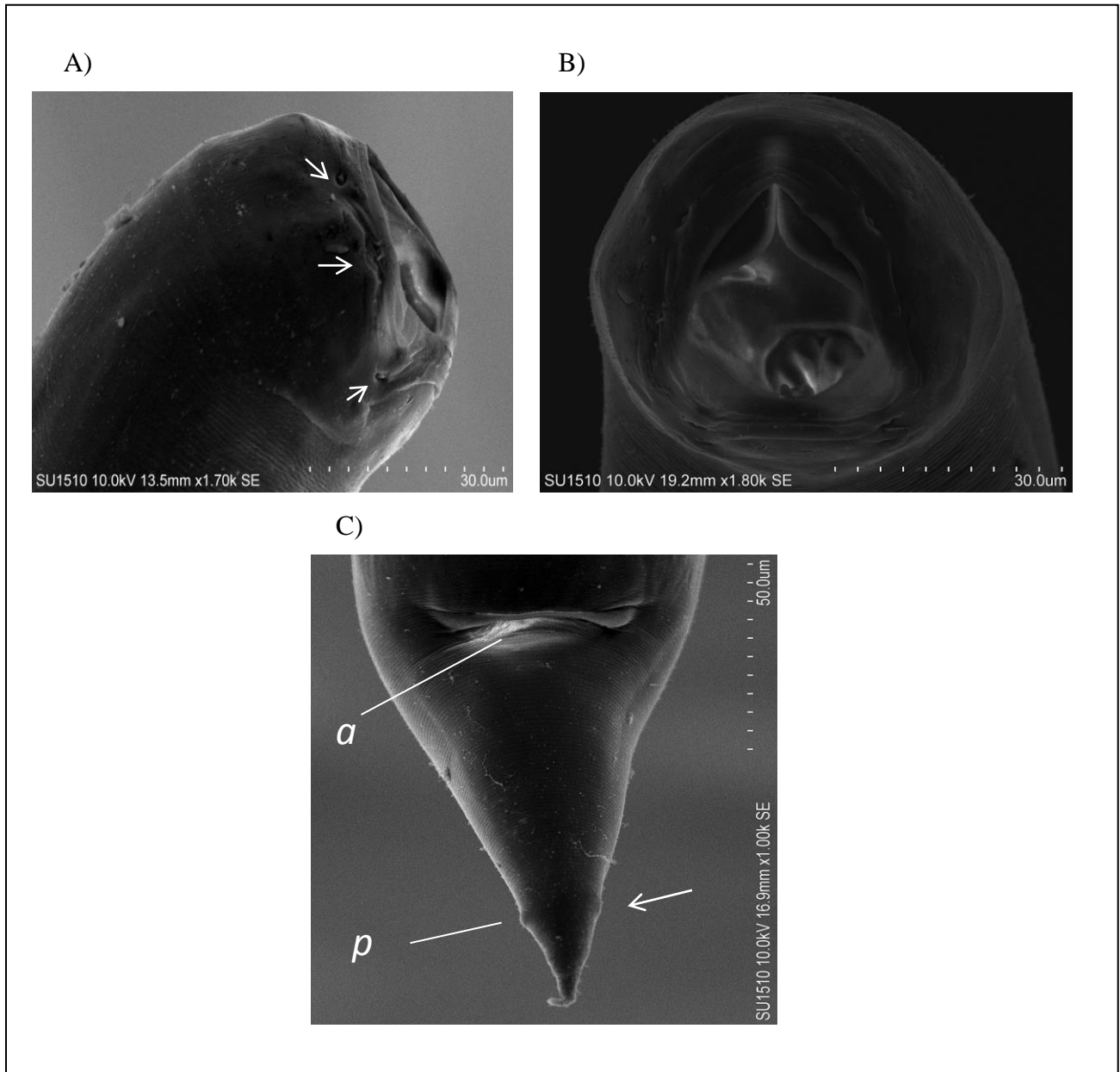


Fig. 33. *Cameronecator* cf. *urichi*. Microfotografía de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). A) Región cefálica del macho, vista lateral (Las flechas indican las papilas). B) Región cefálica de la hembra vista ventral (Se observan papilas, Anfidios y las placas de la capsula bucal.), C) Cauda de la hembra, vista ventral se observa el ano y las papilas postanales pequeñas



Class **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborden **Gnathostomatina** Skryabin & Ivaschkin 1973

Superfamilia **Gnathostomatoidea** (Railliet 1895) Ivaschkin 1960

Familia **Gnathostomatidae** Railliet 1895

Subfamilia **Spiroxyinae** Baylis & Lane 1920

Género **Spiroxys** Schneider, 1866

Spiroxys sp.

Caracterización basada en 3 larvas; nematodos pequeños, con cutícula estriada transversalmente, su longitud es de 2.03-2.17 de largo y 60-78 μm de ancho. La región cefálica está provista de dos pseudolabios laterales pequeños y aguzados, cada uno con dos depresiones en forma de ranura en su base (Fig. 34). El labio central es más grande que los laterales y tiene forma triangular. Extremo anterior de los labios con dos papilas cefálicas; anfidios poco visibles a nivel de la base del pseudolabio. Esófago cilíndrico dividido en una parte anterior estrecha y una posterior más ancha. Anillo nervioso cerca del extremo posterior del esófago. Poro excretor por debajo del nivel del anillo nervioso. Papilas cervicales relativamente grandes, por debajo del nivel del poro excretor; cola cónica y con punta redondeada. Un par de fasmidios, situados posteriormente a la abertura anal.



Comentarios Taxonómicos

El género *Spiroxys* fue propuesto por Schneider en 1866 para incluir especies parásitas del tubo digestivo de tortugas, algunas especies de serpientes, anfibios de los órdenes Anura y Caudata (Baylis & Lane 1920) y excepcionalmente mamíferos (Canaris & Gardner 2002). Pertenece a la familia Gnathostomatidae Railliet 1895 la cual de acuerdo con la clasificación de Hodda (2011), presenta tres subfamilias (Ancyracanthinae Yorke & Maplestone 1926; Gnathostomatinae Railliet 1895 y Spiroxyinae Baylis & Lane, 1920) y cinco géneros (*Ancyracanthus*, *Echinocephalus*, *Gnathostoma*, *Tanqua* y *Spiroxys*) constituyendo una familia de 61 especies.

Sus características diagnósticas son: cuerpo no armado, labios separados con la cutícula engrosada y dientes aguzados dirigidos anteriormente. La boca forma un pequeño vestíbulo. El esófago es cilíndrico. Los machos tienen la región posterior en forma cónica y alas caudales desarrolladas. Presentan once papilas caudales, de las cuales un par ésta en disposición ventral y las demás están anteriores y posteriores a la cloaca, espículas desiguales y el gubernáculo hialino. Las hembras tienen la vulva en la región media del cuerpo, seguida por la vagina, los huevos son afilados u alargados, e incoloros. Parásitos del estómago de tortugas e intestino de anfibios (Yamaguti, 1961). Nuestro material fue determinado como *Spiroxys* sp. por presentar la región cefálica característica, provista de dos pseudolabios laterales y un esófago cilíndrico y dividido con una cutícula finamente estriada de acuerdo con Yamaguti (1961). No pudo identificarse a nivel específico debido a que los ejemplares estaban en estado larvario, siendo necesaria la presencia de los gusanos adultos para su determinación a nivel específico.

El género *Spiroxys* está representado por diecinueve especies que parasitan a diferentes grupos de hospederos, de los cuales once corresponden a tortugas de los géneros: *Apalone*, *Clemmys*, *Chitra*, *Elseya*, *Kinosternon*, *Lissemys*, *Nilssonina*, *Terrapene*, *Trachemys* y *Spinifera*, además de anuros de los géneros *Lithobates* y *Pelophylax* y serpientes de los géneros *Bitis* y *Thamnophis* con dos especies respectivamente; dos especies infectan a lagartijas del género *Sceloporus* y la salamandra *Andrias japonicus*. (Hasegawa et al. 1998; Hallan 2008; Li et al. 2014). Finalmente dos infectan a los mamíferos africanos: *Xerus rutilus* y *Elephantulus*



deserti (Canaris & Gardner 2002; Hallan 2008). Los hospederos intermediarios de las especies de este género son copépodos, peces y renacuajos. Otras especies de anfibios, peces y algunas larvas de insectos y moluscos acuáticos sirven como hospederos paraténicos.



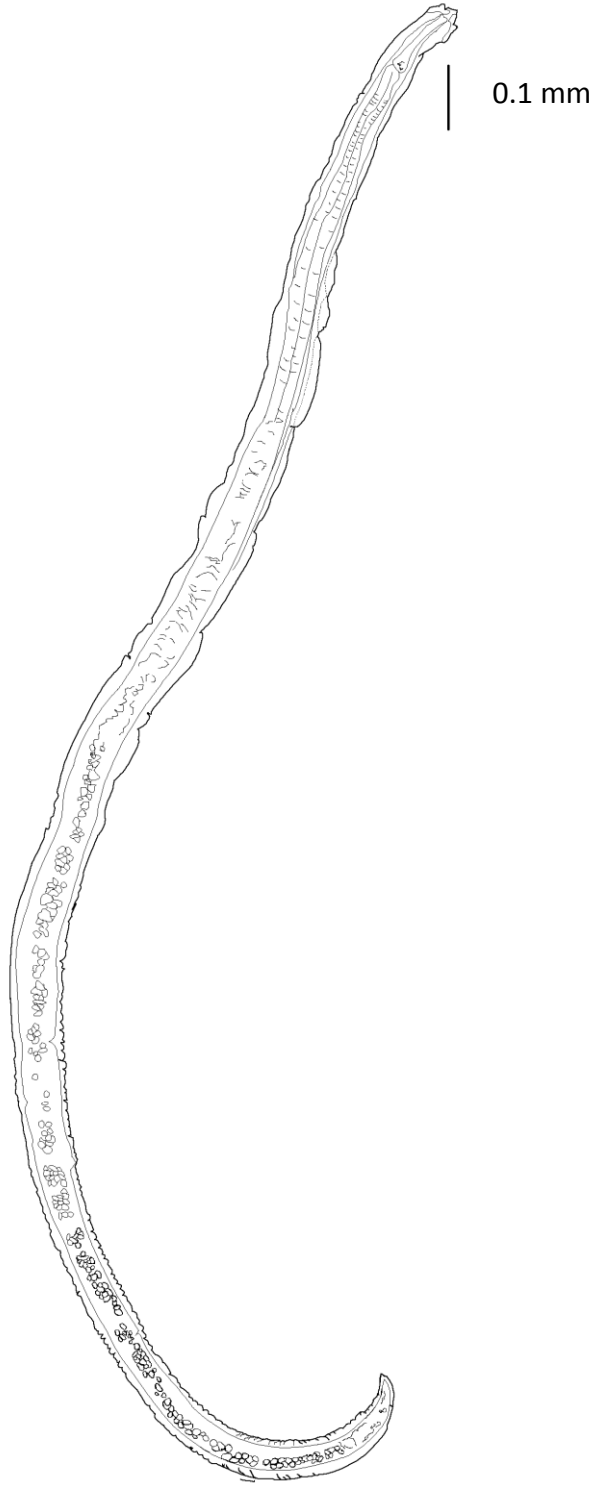


Fig. 34. *Spiroxys* sp. Vista total de la larva.



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborden **Spirurina** Railliet & Henry 1915

Superfamilia **Camallanoidea** (Railliet & Henry 1915) Travassos 1920

Familia **Physalopteridae** (Railliet 1893) Lieper 1908

Physalopteridae gen. sp.

La descripción está basada en un solo ejemplar que corresponde a una larva que se extrajo del estómago del mapache. Nematodo pequeño (<5mm) cuya superficie somática es completamente estriada, cuerpo delgado y una concentración cuticular en la región cefálica que da la apariencia de un collar cefálico (Fig. 35), mide 0.063. La longitud total de éste ejemplar es 4.3 y la anchura máxima la alcanza en la región media posterior. La boca está rodeada por dos pseudolabios triangulares. El anillo nervioso es muy evidente y se encuentra a 0.15 de la región anterior. El poro excretor dista a 0.19 de la región anterior. El esófago está dividido en dos porciones mide 0.22. El intestino es grueso y ligeramente sinuoso recorre casi la totalidad del cuerpo. Presenta un adelgazamiento de la cutícula muy cerca de la base del esófago a 0.25 del extremo anterior. La región posterior esta ligeramente plegada, con una cutícula doble la cual es el fragmento que está por desprenderse resultado de la muda; En dicha zona se observan unas líneas longitudinales parecidas a la zona crenada de la que derivan las papilas en los adultos (Fig.36). El ano es subterminal, se encuentra a 0.11 del extremo posterior.

Comentarios Taxonómicos

El estado de desarrollo del único ejemplar obtenido en el presente estudio no permitió determinar a este nematodo. Sin embargo fue posible diferenciar características diagnosticas de la familia Physalopteridae, tales como: Una boca armada con labios laterales triangulares largos y simples, cutícula fundamentalmente



estriada la cual se concentra en la región cefálica formando un collarín y esófago dividido en dos porciones de acuerdo con Yamaguti (1961).

La familia Physalopteridae, de acuerdo con la clasificación de Hodda (2011), actualmente cuenta con tres subfamilias, 16 géneros, 14 subgeneros y 290 especies las cuales infectan el estomago de un gran número de hospederos los cuales incluyen reptiles, aves, mamíferos y ocasionalmente anfibios y peces. La transmisión de los estadios de estos nematodos ha sido estudiada exhaustivamente en mamíferos como las especies *Physaloptera maxillaris*, *P. rara* y *Turgida turgida*, no así en los demás grupos de vertebrados, siendo fundamental el contenido y la mucosa estomacal de los hospederos para que el nematodo pueda establecerse y perpetuarse (Anderson, 2000). Los hospederos intermediarios suelen ser fundamentalmente insectos de los ordenes Blattodea y Orthoptera y hospederos paraténicos algunas especies de serpientes y ranas, además de aves de la familia Odontophoridae en los cuales los nematodos pueden encapsularse en mesenterio o mucosa intestinal y permanecer latentes hasta que el hospedero definitivo sea infectado mediante ingestión.

La única especie de la familia Physalopteridae registrada en *Procyon lotor* es *Physaloptera rara*, la cual ha sido descrita por diversos autores en mapaches de Estados Unidos (Smith, et al. 1985; Snyder & Fitzgerald 1985; Cole & Shoop. 1987; Richardson, et al. 1992; Birch, et al. 1994; Kresta, et al. 2009). Ocasionalmente *Physaloptera maxillaris* llega a infectar al mapache pues esta utiliza como hospedero definitivo al zorrillo (*Mephitis mephitis*)





Fig. 35. Physalopteridae gen. sp. Microfotografía (10X). de la región anterior de la larva.



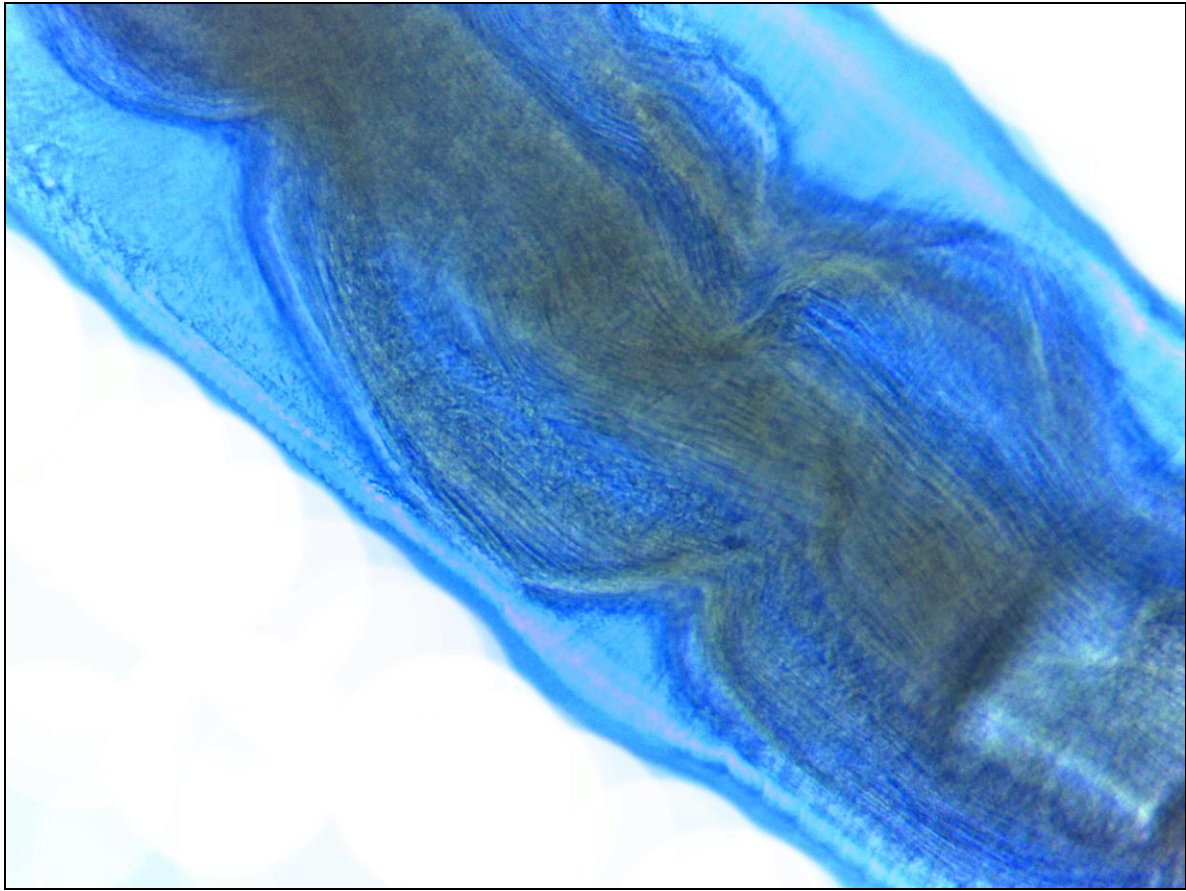


Fig. 36. Physalopteridae gen. sp. Microfotografía (40X). de la región posterior de la larva. Los bordes más claros corresponden a la cutícula que está por desprenderse y los pliegues con color más intenso representan la cutícula nueva. En el centro se ven las líneas longitudinales cuticulares.



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Spirurida** Railliet 1914

Suborden **Gnathostomatina** Skryabin & Ivaschkin 1973

Superfamilia **Oxyuroidea** Cobbold 1864

Familia **Oxyuridae** Cobbold 1864

Oxyuridae gen. sp.

Caracterización basada en 5 hembras. Nematodos pequeños, miden 3.49- 3.68 de largo por 0.24-0.26 de ancho. Poseen una cutícula estriada transversalmente que recorre desde la región anterior hasta el ano, sin dilataciones, ni alas cefálicas o cervicales. El extremo anterior del cuerpo es aguzado y posterior al ano se adelgaza más (Fig. 37). El anillo nervioso se encuentra a 0.29-0.31 del extremo anterior. No tienen labios la abertura oral es circular, seguida de una pequeña capsula bucal, la cual mide 0.013 X 0.015. Tienen un esófago de tipo clavado y un bulbo esofágico que mide 0.58-0.61 y tiene una ligera constricción en anterior al bulbo cuya longitud es 0.91x0.11 (Figs. 38, 39). Le sigue el intestino sin divertículo el cual recorre casi la totalidad del cuerpo y desemboca en el ano. Poseen dos ovarios y son anfidelfas. La vulva está situada en la región media anterior la cual dista 1.03 – 1.17 de dicho extremo. Tienen una cauda relativamente larga y ano subterminal, está situado a 0.54-0.56 del extremo posterior. Los huevos son elípticos 0.071 x 0.047. Tres de los cinco ejemplares caracterizados se encontraban en condiciones autolíticas.



Comentarios Taxonómicos

Ubicamos a nuestro material en la familia Oxyuridae por presentar una capsula bucal y un esófago separado por un bulbo en la parte posterior, intestino sin divertículo, la presencia de una cauda larga y dos ovarios de acuerdo con Yamaguti (1961).

La familia Oxyuridae Cobbold 1864, actualmente cuenta con 54 géneros, 23 subgéneros y 257 especies (Hodda, 2011), las cuales parasitan principalmente especies de mamíferos (marsupiales, roedores y primates), reptiles (lagartijas y tortugas terrestres) y en menor proporción aves.

Por contar solo con ejemplares hembra, desafortunadamente no fue posible ubicarlos a un nivel taxonómico más particular. Para ello era necesario la presencia de machos para describir la presencia o ausencia de ventosas preanales, numero y disposición de las espiculas y la presencia o ausencia de gubernáculo; características diagnosticas entre géneros (Anderson et al. 1974; Gibbons 2010).

Hasta la fecha existen muy pocos registros de oxiuridos en mapaches, pues solamente se tienen documentadas dos especies *Syphacia* sp. y *Enterobius* sp (Richardson, et al. 1992; Kresta et al. 2009). En suma, las condiciones en las que se encontraban los ejemplares y el microhabitat en el hospedero (estomago), nos revelan que los nematodos no estaban infectando al mapache. El hecho de que los ejemplares se encontraran autolíticos y formas adultas muestran que el mapache se alimento de un hospedero definitivo, el cual no es posible determinar con exactitud debido a la gran variedad de hospederos que infecta esta familia y los hábitos omnívoros del mapache; una revisión del numero de hospederos, su nematofauna y zonas de colecta de los hospederos, nos indican que lo más probable es que el mapache se haya alimentado de un reptil parasitado con estos gusanos.



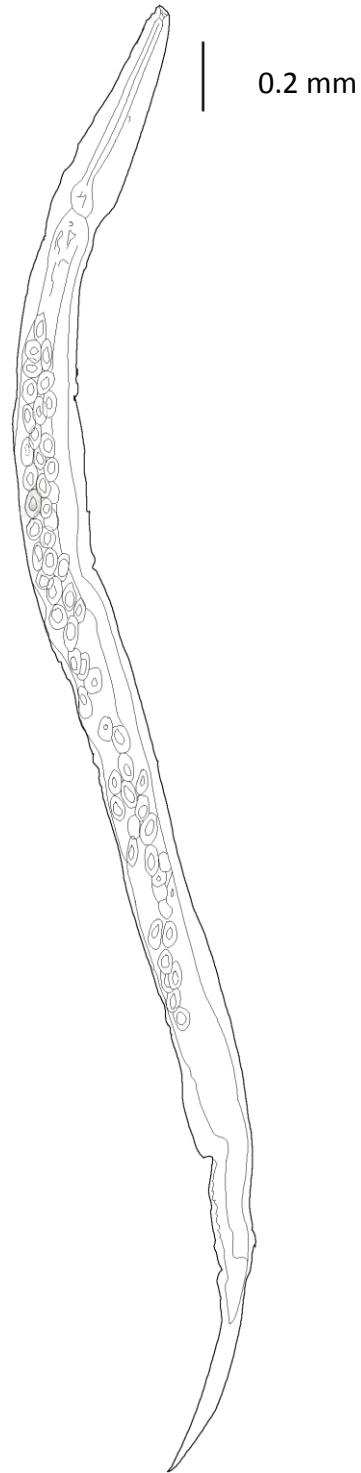


Fig. 37 Oxyuridae gen. sp. Vista completa de la hembra.





Fig. 38. Detalle del bulbo esofágico de Oxyuridae gen. sp. Hembra. Microfotografías (100X).





Fig. 39. Oxyuridae gen. sp. (Hembra). Microfotografías (10X). Izq. Región anterior, en donde se observa la boca (sin labios), el anillo nervioso, el esófago con bulbo y el comienzo del intestino. La imagen de la derecha corresponde a la parte posterior de la hembra pueden observarse el útero lleno de huevos y la parte final del intestino que desemboca en un ano subterminal.



Clase **Chromadorea** Inglis 1983

Orden **Rhabditida** Chitwood 1933

Suborden **Rhabditina** Chitwood 1933

Superfamilia **Strongyloidea** (Baird 1853) Railliet & Henry 1913

Familia **Trichostrongylidae** (Lieper 1908) Leiper 1912

Subfamilia **Molineinae** Skjrabrin and Schulz 1937

Género **Molineus** Cameron, 1923

Especie *Molineus* n. sp.

Molineus n. sp.

Diagnosis

General: Caracterización basada en 4 machos y 7 hembras. Nematodos pequeños (<4mm) de cuerpo delgado y coloración rojiza; poseen una vesícula o dilatación cuticular cefálica. La cutícula tiene finas estriaciones transversales en el extremo anterior, sin alas cervicales, Posterior a la vesícula cefálica; la cutícula está organizada en bordes longitudinales que recorren casi la totalidad del cuerpo. Sínlofe con 19-21 bordes orientados perpendicularmente a la superficie del cuerpo, dichas estructuras son homogéneas y no están ancladas (Fig. 42). Esófago claviforme largo cuya región media puede tener una ligera muesca. Poro excretor localizado en el primer tercio o a la mitad del nivel del esófago. Ano subterminal en ambos sexos.

Los machos miden 1.82 – 2.50 de longitud; anchura máxima 45-60 µm en la mitad del cuerpo. La vesícula cefálica mide de 34-39 X 28-32 µm. El esófago mide 0.27-0.39. Se conecta al intestino el cual es sinuoso y delgado; éste último generalmente se concentra de lado derecho, recorre la totalidad del cuerpo y desemboca en el ano. El anillo nervioso no fue observado, el poro excretor se encuentra a 0.14-0.18 del



extremo anterior (Fig. 41). La bursa copulatrix está constituida por tres lóbulos (dos laterales y uno dorsal). Lobulo dorsal más pequeño que los laterales, sin embargo, éste último es ligeramente más largo, sobresaliendo ligeramente del margen, respecto a los otros dos. La distribución de los radios es 2-1-2. Los radios ventroventral y ventrolateral divergen en la porción distal y alcanzan el margen del lóbulo; el radio externodorsal es pequeño y separado de los dos anteriores; los radios medio lateral y posterolateral son equidistantes y llegan al margen del lóbulo; el radio externodorsal es más delgado que los anteriores y proviene de la misma rama que el dorsal; este último se bifurca dos veces casi desde su base y las ramas centrales vuelven a dividirse distalmente en ramas cortas. No se observó radio prebursal. Las espículas son iguales, robustas y esclerosadas miden de 99-115 μm ; tienen un apéndice en su base y están expandidas tienen una concavidad en su primer tercio y se dividen en dos procesos, uno externo en forma de lanceta y otro interno más pequeño cuyo extremo es oblongo. Presentan gubernáculo en forma de báculo, su base es más ancha y el extremo distal posee dos pequeños procesos oblongos; mide de 41-49 μm .

Las hembras miden de 2.59 – 3.04 de longitud, la anchura máxima se encuentra en la región media posterior, mide 60-69 μm . La vesícula cefálica mide de 39-45 X 39-39 μm . El esófago mide de 0.31-0.32. Se conecta al intestino el cual serpentea a lo largo del cuerpo y desemboca en el ano el cual dista a 41-73 μm del extremo posterior. El anillo nervioso no fue observado, el poro excretor se encuentra a 0.14-0.18 del extremo anterior. Vulva sin ornamentaciones cuticulares en su abertura, ubicada en la región posterior del cuerpo a 0.52-0.54 del extremo anterior. Didelfas y anfidelfas (Fig. 40). El infundíbulo se concentra en la pared dorsal y se continúa con el esfínter anterior. El ovojector posee dos ramas. La anterior mide 0.23-0.25 y tiene de 5 a 16 huevos y la rama posterior mide 0.28-0.44 y tiene de 5 a 10 huevos. Estos últimos son elípticos, de cascara gruesa y no tienen ornamentaciones; miden 17-26 X 34-49 μm de longitud. En el extremo posterior del cuerpo, tienen una espina, la cual mide 10 μm .



Comentarios Taxonómicos

La familia Trichostrongylidae (Lieber 1908) Leiper 1912 actualmente cuenta con 3 subfamilias, 15 tribus y 29 subtribus, las cuales se distribuyen en 224 géneros 6 subgéneros y 1321 especies de acuerdo con Hodda (2011).

Nuestro material pertenece al género *Molineus* Cameron, 1923 porque de acuerdo con Yamaguti (1961) presenta características distintivas tales como: bordes cuticulares longitudinales, vesícula cefálica, papila cervical muy pequeña y papila prebursal ausente. Asimismo, su fórmula bursal es 2-1-2, las espículas son casi iguales, con procesos terminales y presentan de gubernáculo. Las hembras poseen una espina terminal y la vulva está localizada en la región posterior del cuerpo.

El género *Molineus* fue creado por Cameron en 1923 y redescrito por Durette-Desset & Chabaud (1981). Actualmente cuenta con 29 especies (Cuadro 3); sin embargo, desde que se definió el género se han descrito 33 especies, algunas de las cuales se han transferido a otros géneros o bien se han sinonimizado. Todas las especies descritas del género *Molineus* son fundamentalmente parásitas de mamíferos de los órdenes Erinaceomorpha (Erinaceidae); Rodentia (Muridae); Carnivora, (Ailuridae, Canidae, Felidae, Herpestidae, Mustelidae, Procyonidae) y Primates (Cebidae, Callitrichidae) (Dunn 1961; Inglis & Ogden, 1965; Schmidt, 1965; Yin, 1980; Platt & Pence, 1981; Jie, et al. 1984; Durette-Desset & Pesson 1987; Hasegawa, 1989; Durette-Desset & Corvione. 1998; Durette-Desset, et al. 2000b). Adicionalmente, se ha descrito una especie en el reptil *Lachesis muta* (Durette-Desset, et al. 2000b). Las especies de este género, de acuerdo con lo señalado por Durette-Desset & Chabaud (1981) tienen una amplia distribución pues han sido descritas en cuatro continentes. América, África, Asia y Europa. Solo en el continente americano se distribuyen 15 de ellas: *Molineus barbaris*, *M. barbatus*, *M. brachiurus*, *M. elegans*, *M. felineus*, *M. inexpectatus*, *M. major*, *M. midas*, *M. mustelae*, *M. nasuae*, *M. paraensis*, *M. patens*, *M. samueli*, *M. torulosus*, y *M. vexillarius*. De estas especies, cuatro son neárticas y once son neotropicales.

De las 29 especies descritas del género *Molineus*, solo 4 se han registrado en Procionidos: *M. nasuae*, *M. paraensis*, *M. barbatus* y *M. legerae* (Travassos, 1937;



Lent & Freitas; 1938; Chandler 1942; Durette-Desset & Pesson 1987). Específicamente para *Procyon lotor* se han descrito las dos últimas (*M. barbatus*, *M. legerae*), registradas en América y Asia, respectivamente. Comparamos nuestro material con las de especies de *Molineus* registradas en *Procyon lotor*.

Molineus sp. se diferencia de *Molineus barbatus* porque la longitud de esta última duplica a la primera; los machos miden 4.3-4.7 vs 1.82-2.50 y las hembras 5.5-6.6 vs 2.59-3.04. El sínlofe de *Molineus* sp. tiene 19-21 bordes cuticulares, mientras que *M. barbatus* posee 24-28. El ovojector anterior es funcional en *Molineus* sp. y disfuncional en *M. barbatus*. Las hembras de la primera poseen una vulva sin dilatación cuticular y una espina pequeña (10 μm). En contraste, *M. barbatus* posee una dilatación cuticular en la vulva y una espina más grande (18 μm). Ambas especies tienen espículas similares en longitud y con dos procesos distales, siendo ligeramente más grandes las de *Molineus* sp. (99-115 μm) que las de *M. barbatus* (90-100 μm). *Molineus barbatus* fue descrita por Chandler (1942) en mapaches de Texas, USA y se ha reportado en Tennessee, Kentucky, Illinois (Chandler 1942; Smith et al. 1985; Snyder & Fitzgerald, 1985; Cole & Shoop 1987; Richardson et al. 1992; Kresta et al. 2009).

Molineus sp. se diferencia de *Molineus legerae* porque la longitud de esta última es más de tres veces mayor que la primera; los machos alcanzan hasta 6.8 mm y las hembras 9.2. *Molineus legerae* tiene 6 papilas cervicales (4 frontales y dos laterales) y el material mexicano carece de dichas papilas. La longitud de las espículas es similar (99-115 μm en la primera vs 118 μm en la segunda); sin embargo, proporcionalmente las espículas de *M. legerae* más pequeñas con respecto a la longitud total del cuerpo. Además, las espículas de esta última tienen tres procesos distales. Las hembras de *M. legerae* comparten la misma característica que *M. barbatus* al tener el ovojector posterior disfuncional. La especie *M. legerae* fue descrita por Durette-Desset & Pesson (1987) en Francia parasitando a *Vulpes vulpes* y los registros posteriores han sido en Japón en los hospederos *Procyon lotor* y *Nyctereutes procyonoides* (Matoba, et al. 2006; Sato & Suzuki, 2006).



Adicionalmente la forma de la vesícula cefálica de *Molineus* sp. es diferente a las especies antes mencionadas porque es casi cilíndrica y con las longitudes largo-ancho similares. En contraste, las otras 3 especies tienen muy reducida vesícula cefálica longitudinalmente y solo se ensancha hasta el ápice.

Durette-Desset & Chabaud (1981) hacen una reestructuración de la subfamilia Molineinae, dividiendo al género *Molineus* (sensu stricto); parasitando a carnívoros y primates de Sudamérica. Los cuales poseen los radios ventroventral y ventrolateral agrupados juntos y paralelos y el rayo externolateral equidista entre los radios ventrolateral y medio ventral. Además proponen *Brygoonema* *Hugotnema* como nuevos géneros. Y *Nochtia* (*Nochtia*) Travassos & Vogelsang, 1929, y *Nochtia* (*Tenrecola*) como nuevos subgéneros, todos ellos parásitos de Mamíferos insectívoros de las familias Erinacidae, Tenrecidae y lémures de África, con los radios ventroventral y ventrolateral divergentes y la papila del radio externolateral más cercana a la del radio ventrolateral que la del radio mediolateral.

Nuestro material representa el primer registro del género *Molineus* para el país. Cabe mencionar que las características morfológicas de los ejemplares colectados son diferentes a las de las 29 especies descritas hasta la fecha, por lo cual representa el hallazgo de una nueva especie.



Cuadro 3. Especies validas del género *Molineus* Cameron, 1923 .

<i>Molineus amberti</i> Hugot, 1980	<i>Molineus inexpectatus</i> Durette-Desset, Guerrero & Boyer, 2000	<i>Molineus petrovi</i> Durette-Desset & Pesson, 1987
<i>Molineus barbaris</i> Cameron, 1936	<i>Molineus inglisi</i> Durette-Desset & Pesson, 1987	<i>Molineus rhinolophi</i> Yin, 1980
<i>Molineus barbatus</i> Chandler, 1942	<i>Molineus legerae</i> Durette-Desset & Pesson, 1987	<i>Molineus planicipitis</i> Cameron 1928
<i>Molineus brachiurus</i> Costa & Freitas, 1967	<i>Molineus major</i> Cameron, 1936	<i>Molineus samueli</i> Platt & Pence, 1981
<i>Molineus cati</i> Durette-Desset, Boomker & Malan, 2000	<i>Molineus midas</i> Durette-Desset & Corvione, 1998	<i>Molineus sichuanensis</i> Wu, Zhang, Huang, Hu & Zhao, 1984
<i>Molineus congolensis</i> Adam and Wanson, 1954	<i>Molineus mustelae</i> Schmidt, 1965	<i>Molineus springsmithi springsmithi</i> Inglis & Ogden, 1965
<i>Molineus cynictis</i> LeRoux, 1933	<i>Molineus nasuae</i> Lent & Freitas, 1938	<i>Molineus torulosus</i> Molin, 1861
<i>Molineus felineus</i> Cameron, 1923	<i>Molineus paraensis</i> Travassos, 1937	<i>Molineus vexillarius</i> Dunn, 1961
<i>Molineus genettae</i> Cameron, 1927	<i>Molineus patens</i> Dujardin, 1845	<i>Molineus vogelianus</i> DeMuro, 1933
<i>Molineus elegans</i> Travassos, 1921	<i>Molineus neotetraci</i> Yin, 1980	



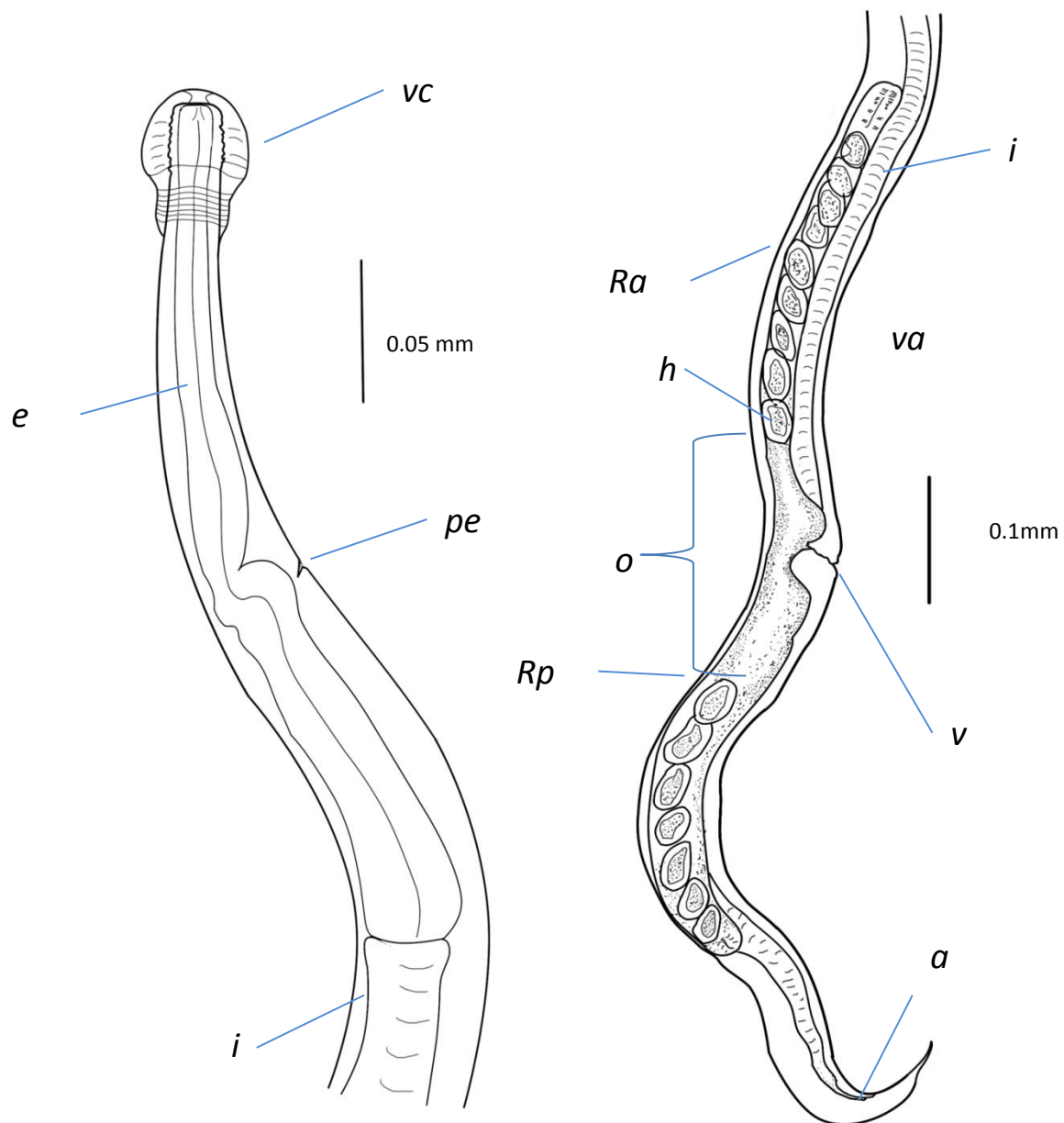


Fig. 40. *Molineus* sp. Detalle de la hembra Vista lateral. (Izq. Región anterior, Der. Región media posterior). Abreviaturas: (a) ano, (e) esófago, (h) huevo, (i) intestino, (O) ovojector , (Ra) Rama uterina anterior, (Rp) Rama uterina posterior, (pe) poro excretor, (v) Vulva, (va) Vagina, (vc) vesicula cefálica.



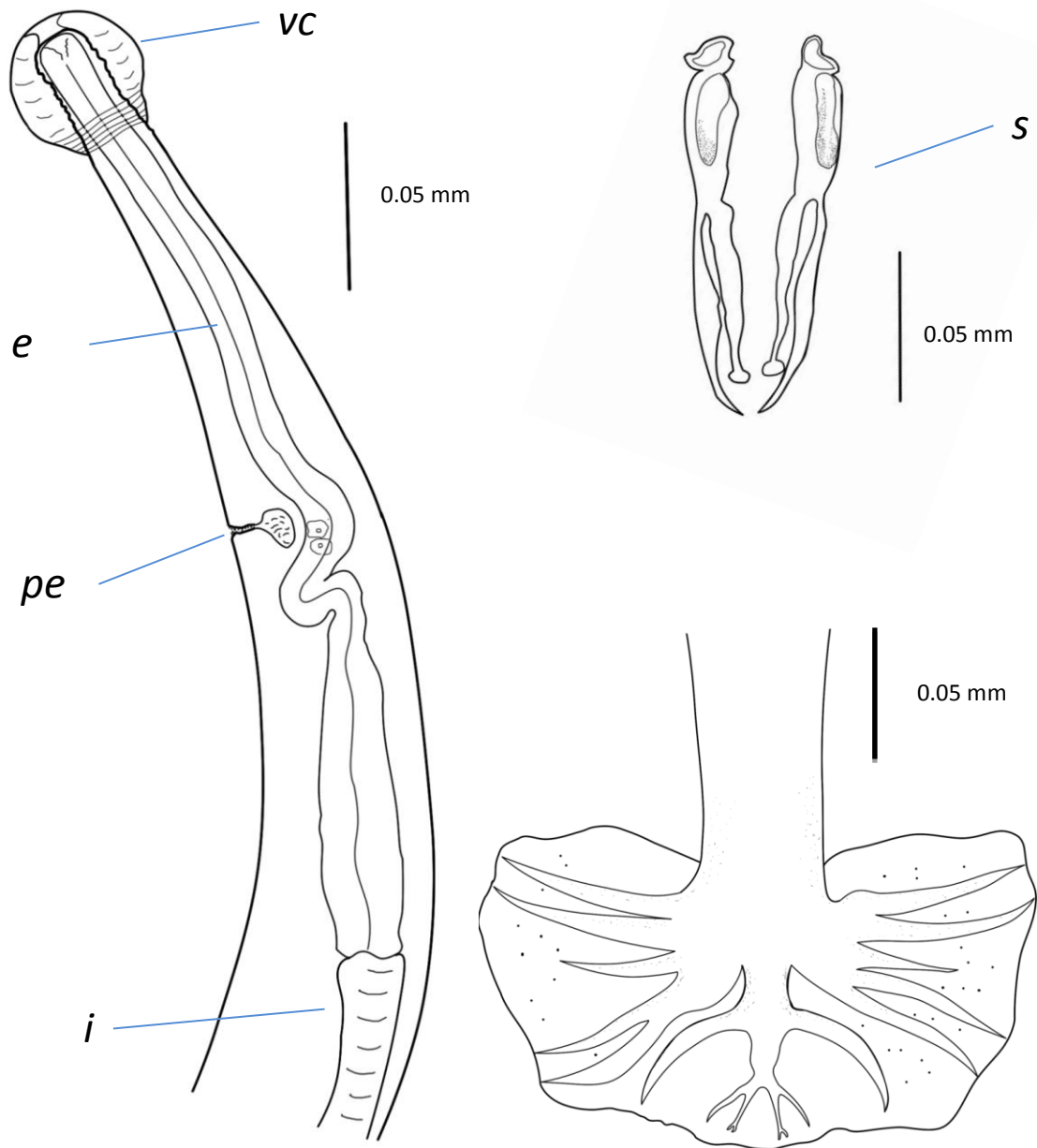


Fig. 41. *Molineus* sp. Detalle del macho (Región anterior, bursa copulatrix y espículas.
 Abreviaturas: (e) esófago, (pe) poro excretor, (s) espículas (vc) vesícula cefálica.



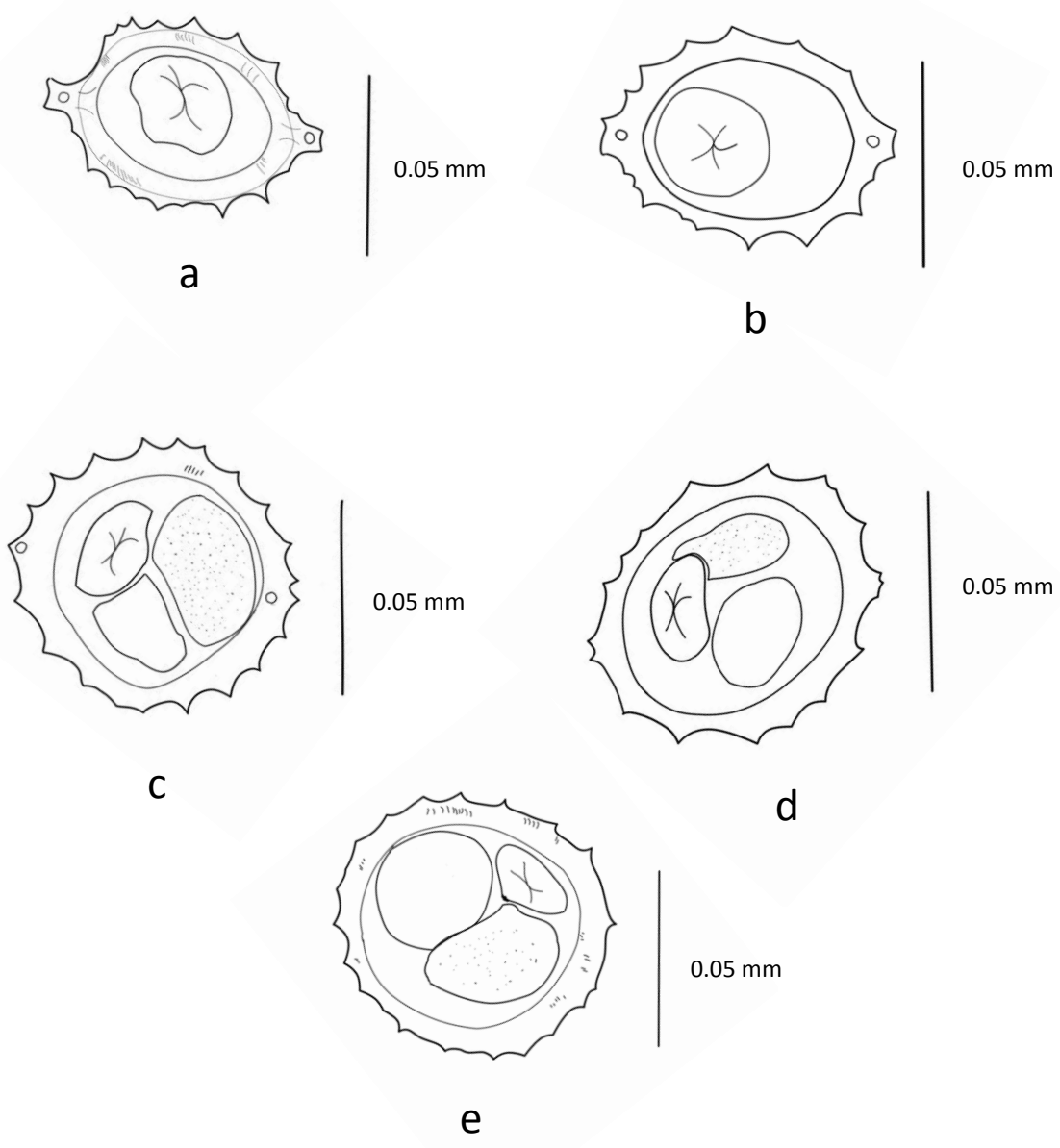


Fig.42. *Molineus* sp. Sínlofe de la hembra, Las letras a y b. corresponden a la región anterior donde solo se observan los cordones laterales y esófago. Las letras c y d corresponde a la región media y la letra e corresponde a la región posterior.



Clase **Enoplea** Inglis, 1983

Orden **Oncholaimida** Siddiqi 1983

Suborden **Oncholaimina** De Coninck 1965

Superfamilia **Oncholaimoidea** Filipjev, 1916

Familia **Oncholaimidae** Filipjev, 1916

Oncholaimidae gen. sp.

Oncholaimidae gen. sp.

Diagnosis

La descripción está basada en 5 hembras y 4 machos. Los cuales fueron extraídos del estómago del hospedero, corresponden a un hallazgo accidental.

Nematodos pequeños (<2 mm). Cuerpo robusto, presentan una cutícula ligeramente estriada la cual tiene tres hileras de cerdas en la porción anterior cercanas a la región oral, una en posición dorsal y dos ventrolaterales, la abertura oral es circular con una ligera hendidura en la porción dorsal, tienen los labios fusionados, además de un vestíbulo grande que abre hacia el esófago en forma cilíndrica (Fig. 44). Los anfidios son muy característicos y se ubican aproximadamente dorsalmente a nivel medio del vestíbulo. El esófago tiene forma sinuosa y tiene un ligero ensanchamiento en la zona posterior (no es un bulbo). La región posterior tiene forma de embudo y el extremo distal es redondeado en ambos sexos. Esta última zona también presenta cerdas poco evidentes.

Los machos miden 1.29 - 1.33 de longitud; anchura máxima 0.062- 0.071 a nivel medio del cuerpo. El vestíbulo oral mide 0.023X 0.010. Los anfidios se localizan a 0.019 del extremo anterior. El anillo nervioso se encuentra a 0.019 de la región anterior. El esófago mide 0.099 y se conecta con el intestino a 0.19 de la región anterior. El ano es subterminal. Diorquidos. Presentan un gubernáculo en forma de báculo. Las espículas son iguales, miden 0.047- 0.050 X 0.0017 (Fig. 45).

Las hembras miden 1.42 - 1.46 de longitud; anchura máxima 0.063- 0.078 a nivel medio posterior del cuerpo. El vestíbulo oral mide 0.17X0.017 .El anillo nervioso se



encuentra a 0.10 de la región anterior. El esófago mide 0.19 y se conecta con el intestino a 0.20 de la región anterior. El ano es subterminal se localiza a 0.11 del extremo posterior. Prodelfas, Vulva con prolongación ornamentada en ejemplares gravidas, ubicada en la región media posterior del cuerpo a 0.26-0.27 de la región posterior (Fig. 43). Huevos ovalados y grandes con cascara gruesa, el útero se extiende en todo lo ancho del cuerpo, miden 0.049- 0.030.

Comentarios taxonómicos

Los nematodos de la familia Oncholaimidae no son parásitos, por ello se describen en la parte final de los resultados. Son organismos de vida libre y acuáticos las especies abarcan hábitats dulceacuícolas, salobres y marinos. Las características diagnosticas de la familia de acuerdo con Smol & Coomans. (2006) son la presencia de labios usualmente fusionados, cavidad bucal grande parecida al vestíbulo de los nematodos de la familia Rhabdochonidae. Tienen tres dientes desiguales, uno de ellos en disposición ventro sublateral, la faringe no se inserta sobre la pared del cuerpo. Los anfidios se encuentran dispuestos dorsalmente formando una bolsa. Tienen finas ornamentaciones en la cutícula (cerdas) dorso-laterales y ventro-laterales. Las hembras tienen un sistema reproductor muy variado, ya que pueden ser didelfas-anfidelfas ó monodelfas-prodelfas y excepcionalmente monodelfas opistodelfas. Los machos son principalmente diorquidos con testículos opuestos, las espiculas son de tamaño variable y pueden o no tener gubernáculo. Las gonadas siempre están localizadas al lado derecho del intestino. Asignamos a nuestro material a esta familia por compartir dichas características.

La Familia Oncholaimidae tiene siete subfamilias: Otonchinae, Pelagonematinae, Krampiinae, Pontonematinae, Oncholaimellinae y Adoncholaiminae. Las cuales están distribuidas en 34 generos y 353 especies. Todas ellas especies de vida libre y acuáticas (marinas, salobres y dulceacuicolas).



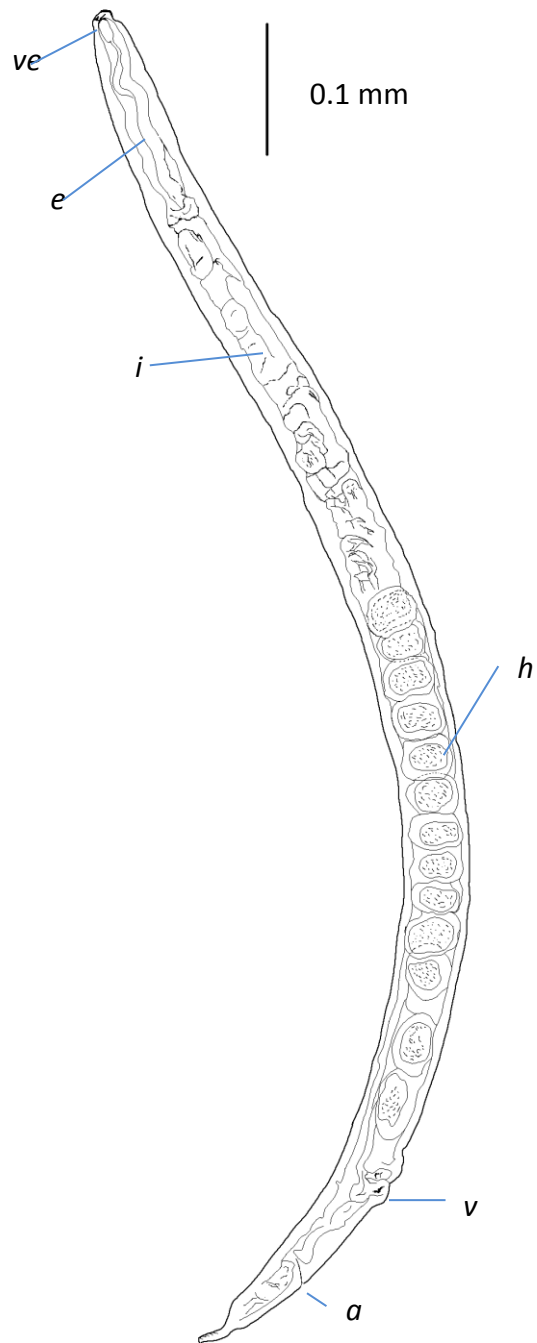


Fig. 43. Oncholaimidae gen. sp. (Hembra) Abreviaturas: (a) ano, (e) esófago, (h) huevos, (i) intestino, (v) vulva, (ve) vestíbulo.



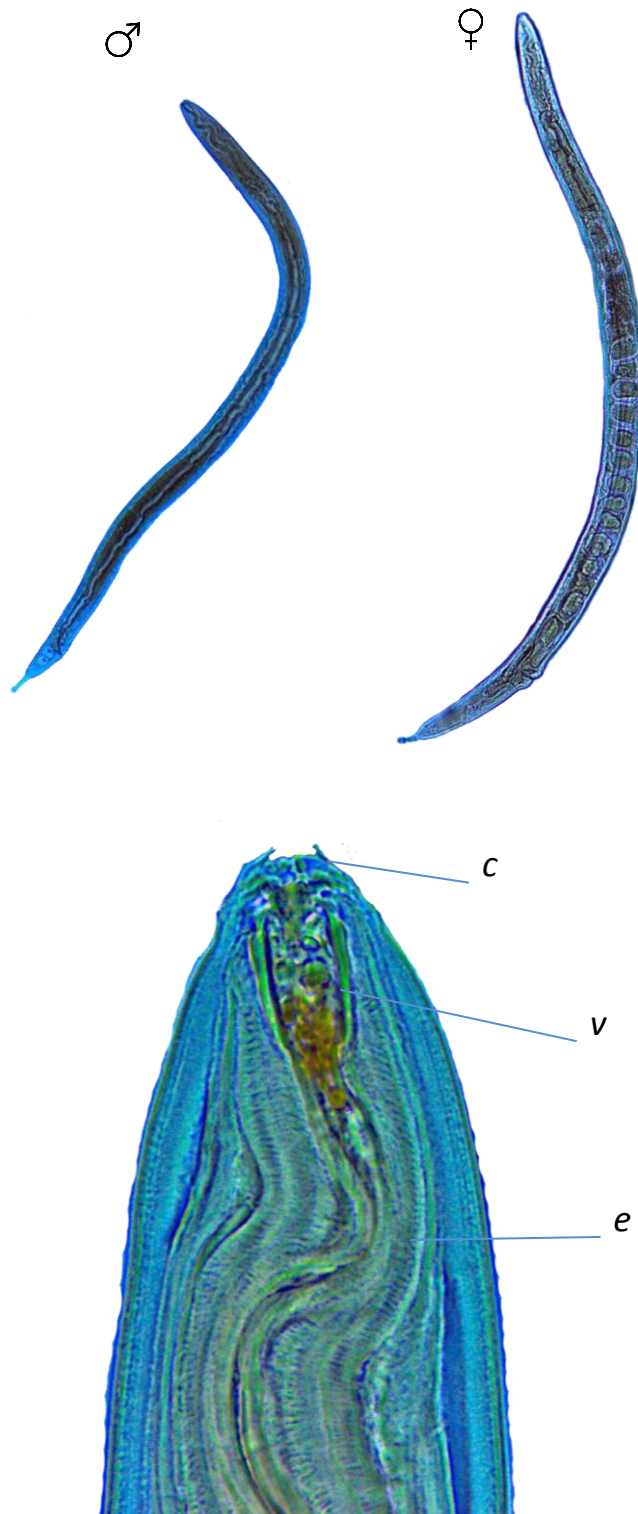


Fig. 44 Oncholaimidae gen. sp. En la parte superior Microfotografías (10X) de los ejemplares macho y hembra. En la parte posterior Microfotografías (100X) de la región anterior de la hembra. Se observan ornamentaciones cuticulares (cerdas), vestíbulo y esófago sinuoso.



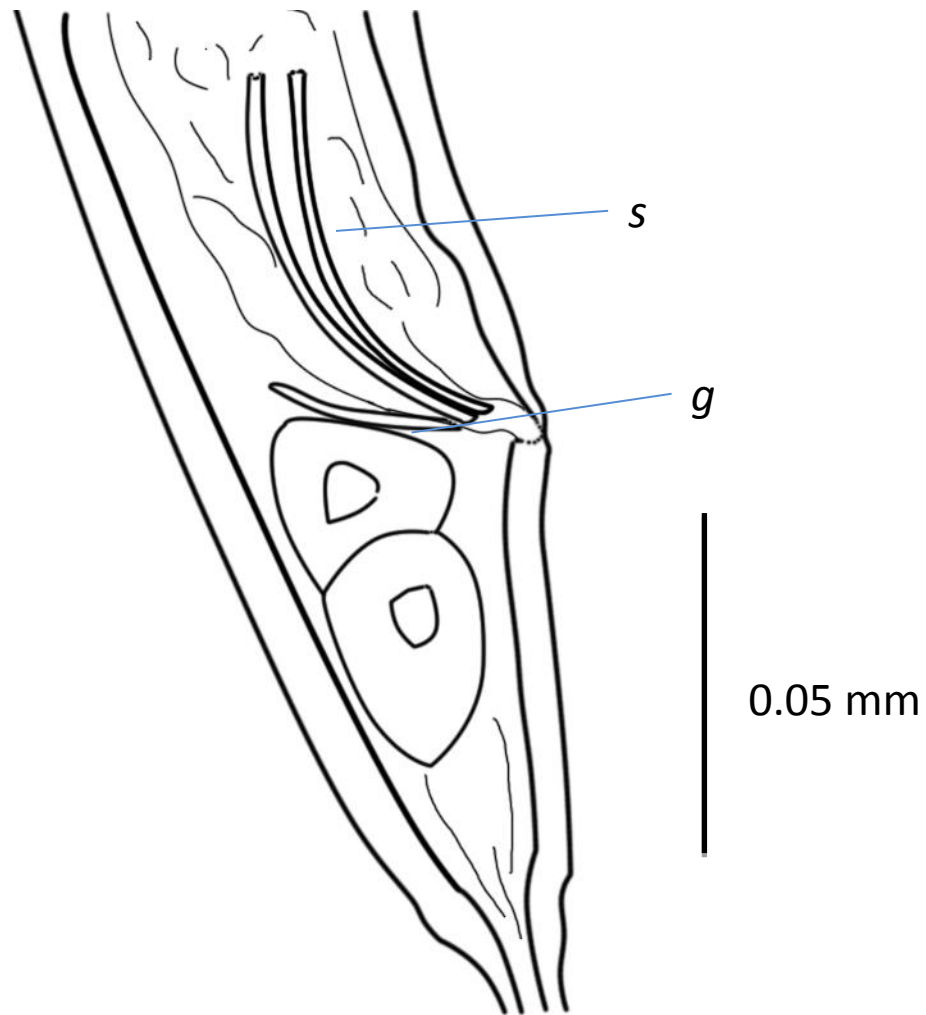


Fig. 45 . Oncholaimidae gen. sp Región posterior del macho. Vista lateral
Abreviaturas: (d) gubernáculo, (s) espículas.



Discusión

El estudio de un grupo de helmintos tan diverso como los nematodos permite ratificar la importancia que juegan en los diferentes niveles tróficos. No solo como formas parasitas sino también como organismos de vida libre. En el primer caso debe de entenderse que los parásitos no son un grupo aislado de la naturaleza sino que constituyen un elemento importante de la diversidad biológica. La interacción parásito-hospedero es tan común, que cualquier organismo puede funcionar como hospedero definitivo de por lo menos una especie de parásito (Pérez- Ponce de León & García-Prieto, 2001b).

Algunos autores caracterizan las interacciones parásito-hospedero asociando la carga neta de parásitos con la mortalidad del hospedero, además por la capacidad del parásito para disminuir el potencial reproductivo de su hospedero, impactando a su población. De esta manera, el parasito puede controlar una población de sus hospederos de forma similar a la que el depredador regula la de su presa (Anderson & May, 1978; Washburn & Mercer, 1991; Marcogliese 2004). Por ello, los parásitos deben sufrir exaptaciones morfológicas e inmunomodulaciones tales como la supresión de células dendríticas, citocininas, células T y células B para evitar respuestas inmunopatológicas y así poder infectar a sus hospederos y completar su ciclo de vida (Maizels et al 2012; McSorley et al. 2013).

Es importante destacar los caracteres morfológicos de los nematodos pues poseen un patrón estructural muy complejo; características que van desde el tamaño corporal, las estriaciones cuticulares, número y disposición de papilas somáticas, modificaciones en el extremo anterior, estructuras esclerotizadas como placas o dientes, cavidad bucal, faringe, esófago (forma, tamaño presencia de ventrículo o apéndices), estructuras cuticulares asociadas a la cópula, aparatos reproductores distintos, forma y estructura de los huevos, entre otras. Muchas de estas estructuras son responsables de que los nematodos puedan infectar cualquier órgano o tejido. Las especies descritas en este trabajo se alojaban en corazón, pulmón, estómago e



intestino de *Procyon lotor*. La riqueza de nematodos en este hospedero en México derivada de este trabajo, está constituida por las especies *Placoconus lotoris*, *Cameronecator cf. urichi*, *Aonchotheca (Aonchotheca) putorii*, *Molineus n. sp.* Onchocercidae gen. sp. y *Dirofilaria immitis* (cuadro 4), debido a la historia de vida de cada una de ellas como parásitos de mamíferos, de acuerdo a lo establecido por diversos autores (Gupta, 1961; Balasingam, 1964; Kotani & Powers, 1982; Moravec, 1982; Anderson, 2000). El resto de los taxa que reportamos, se han registrado en otros hospederos y serán tratados más adelante. Por otra parte, es importante señalar que a nivel mundial se han descrito 78 taxa de helmintos para éste prociónimo: 25 de trematodos, 6 de cestodos, 12 de acantocéfalos y 35 de nematodos (Cuadro 5).

Cuadro 4. Especies de Nematodos de las 5 localidades de los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz.

Taxón	Familia	Localización	Distribución	Ciclo de Vida
<i>Contracaecum rudolphii</i>	Anisakidae	Estómago, pulmón, intestino	Veracruz	indirecto
<i>Cameronecator cf. urichi</i>	Ancylostomatidae	Intestino	Veracruz	directo
<i>Placoconus lotoris</i>	Ancylostomatidae	Intestino	Veracruz	directo
<i>Spiroxys sp.</i>	Gnathostomatidae	Estómago	Tabasco	indirecto
<i>Dirofilaria immitis</i>	Onchocercidae	Corazón	Chiapas	indirecto
Onchocercidae gen. sp.	Onchocercidae	Pulmón	Veracruz	indirecto
Oncholaimidae gen. Sp.	Oncholaimidae	Estómago	Veracruz	NO APLICA
Oxyuridae gen. sp.	Oxyuridae	Estómago	Veracruz	indirecto
Physalopteridae gen. sp.	Physalopteridae	Estómago	Veracruz	indirecto
<i>Molineus n. sp.</i>	Trichostrongylidae	Estómago	Chiapas	directo
<i>Aonchotheca (Aonchotheca) putorii</i>	Trichuridae	Estómago	Tabasco	directo o indirecto



Tabla 5. Registro Helmintológico establecido para *Procyon lotor* a nivel mundial hasta 2011.

Taxón	Distribución	Autor (es)	Taxón	Distribución	Autor (es)
TREMATODA			CESTODA		
<i>Pharyngostomoides procyonis</i>	USA	1,9	<i>Mesocestoides variabilis</i>	USA	1,9,12
<i>Fibricola texensis</i>	USA	1	<i>Mesocestoides</i> sp.	Japón	17
<i>Eurytrema procyonis</i>	USA	1,8,13	<i>Atriotenia procyonis</i>	USA	1,8,9,13,17
<i>Isthmiophora hortensis</i>	Japón	17	<i>Mesocestoides lineatus</i>	USA	18
<i>Metagonimus takahashii</i>	Japón	17	<i>Taenia taeniaeformis</i>	Japón	16
<i>Metagonimus yokogawai</i>	Japón	17	<i>Taenia hydatigena</i>	Japón	16
<i>Plagiorchis muris</i>	Japón	16,17	ACANTHOCEPHALA		
<i>Macroorchis spinulosus</i>	Japón	17	<i>Macracanthorhynchus ingens</i>	USA	1,8,9,12,13
<i>Concinium ten</i>	Japón	17			
<i>Brachylaima virginiana</i>	USA,	9, 13	<i>Centrorhynchus bazaleticus</i>	Japón	17
<i>Fibricola cratera</i>	México, USA	8,9,13	<i>Centrorhynchus teres</i>	Japón	17
<i>Euryhelmis squamula</i>	USA	9,7	<i>Sphaerirostris lanceoides</i>	Japón	17
<i>Gyrosoma singularae</i>	USA	9,7	<i>Plagiorhynchus agatai</i>	Japón	16,17
<i>Mesostephanus appendiculatoides</i>	USA	9,7	<i>Porrorchis iti</i>	Japón	16,17
<i>Maritreminoides nettae</i>	USA	9,7	<i>Southwelina hispida</i>	Japón	17
<i>Metagonimoides oregonensis</i>	USA	9,7	<i>Centrorhynchus wardae</i>	USA	13
<i>Paragonimus kellicotti</i>	USA	9,7	<i>Oligacanthorhynchus tortuosa</i>	USA	13
<i>Pharyngostomoides</i> sp.	USA	18	<i>Moniliformis</i> sp.	USA	18
<i>Heterobilharzia</i> sp.	USA	18	<i>Hemiechinosoma</i> sp.	Japón	16
<i>Gyrosoma singularis</i>	USA	8,18			
<i>Euparyphium beaveri</i>	USA	8			
<i>Metagonimus</i> sp.	Japón	16			
<i>Euparyphium</i> sp.	Japón	16			
<i>Brachylaima</i> sp.	Japón	16			
<i>Echinostoma</i> sp.	Polonia	19			



Taxón	Distribución	Autor (es)	Taxón	Distribución	Autor (es)
NEMATODA					
<i>Placoconus lotoris</i>	USA	1,2,3,8,9,12,18,19	<i>Cruzia americana</i>	USA	13,18
<i>Pharyngostomoides procyonis</i>	USA	1	<i>Enterobius sp</i>	USA	13
<i>Molineus barbatus</i>	USA	1,6	<i>Physaloptera rara</i>	USA	8,9,12,13,18
<i>Chandleronema longigutturata</i>	USA	1,6	<i>Trichinella spiralis</i>	USA	9,13
<i>Gnathostoma procyonis</i>	USA	1, 9, 12, 13,18	<i>Baylisascaris procyonis</i>	USA	7,8,9,12,19
<i>Dirofilaria tenuis</i>	USA	1,13	<i>Gongylonema sp.</i>	USA	18
<i>Dracunculus insignis</i>	USA	1,8, 9, 13	<i>Toxascaris leonina</i>	USA	18
<i>Eucoleus procyonis</i>	USA	4,5,8,13	<i>Lagochilascaris sp</i>	USA	18
<i>Pearsonema plica</i>	Canadá	5, 9,13	<i>Synhimanthus sp.</i>	USA	18
<i>Aonchotheca putorii</i>	Canadá	5,8,9,13, 16,18	<i>Pharyngodon sp</i>	USA	18
<i>Eucoleus aerophila</i>	Canadá	5,13	<i>Syphacia sp.</i>	USA	18
<i>Physaloptera sp.</i>	Japón	17,19	<i>Toxocara sp.</i>	Japón	16
<i>Strongyloides procyonis</i>	Polonia, Japón	17,19	<i>Porrocaecum sp</i>	Japón	16
<i>Contraecum rudolphii</i>	Japón,	17	<i>Spirocercia lupi</i>	Polonia	19
<i>Ancylostoma kusimaense</i>	Japón	17	<i>Capillaria sp.</i>	México	10
<i>Ancylostoma miyazakiense</i>	Japón	17	<i>Gnathostoma binucleatum</i>	México	11,14
<i>Molineus legerae</i>	Japón	16,17	<i>Gnathostoma lamothei</i>	México	14,15
<i>Crenosoma globei</i>	USA	8,9,13			

1.Chandler, 1942
2.Webster, 1956
3.Balasingam, 1964
4.Pence, 1975

5.Butterworth & Beverly-Burton, 1980

6. Little & Ali, 1980
7. Smith, et al. 1985
8. Snyder & Fitzgerald, 1985
9. Cole & Shoop 1987
10.Han 1988

11. Almeyda-Artigas et al. 1994
12. Birch, et al. 1994
13. Richardson, et al. 1992
14. Mosqueda, 2003

15. Bertoni-Ruiz et al., 2005
16. Matoba, et al. 2006
17. Sato & Suzuki, 2006
18. Kresta, et al. 2009
19. Popiołek et al. 2011



Para destacar la importancia de los nematodos documentados aquí, contrastaremos nuestros resultados con las especies de nematodos descritas en otras latitudes. Los estudios helmintológicos para *Procyon lotor* se han realizado principalmente en Canadá, Estados Unidos, Japón, Polonia y México. La estructura de las 35 especies de nematodos está dominada por 13 familias: Trichuridae, Ascarididae, Ancylostomatidae, Gnathostomatidae, Physalopteridae, Acuariidae, Oxyuridae, Trichostrongylidae, Anisakidae, Crenosomatidae, Dracunculidae, Gongylonematidae, Kathlaniidae, Onchocercidae y Pharyngodonidae (Fig. 44). Siendo la familia Trichuridae la que posee un mayor número de taxa parasitando a este mamífero: *Aonchotheca putorii*, *Capillaria* sp., *Eucoleus aerophila*, *E. procyonis*, *Pearsonema plica* y *Trichinella spiralis* (Butterworth & Beverly-Burton, 1980). Nuestros resultados son correspondientes con los datos anteriores, puesto que las especies parasitas descritas pertenecen a las familias Trichuridae, Ancylostomatidae, Trichostrongylidae y Onchocercidae. Sin embargo, difieren de las anteriores porque se observó un mayor número de especies de la familia Ancylostomatidae (*Cameronecator* cf. *urichi* y *Placoconus lotoris*) respecto a la Trichuridae con la especie *Aonchotheca A. putorii*.

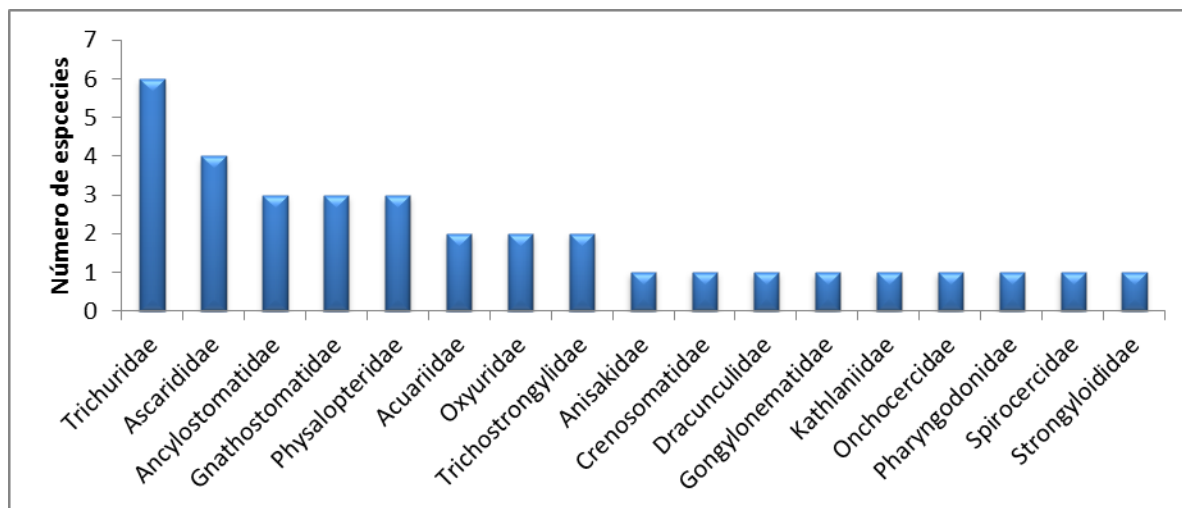
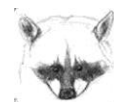


Fig. 44 Representatividad de especies de nematodos por familia, que infectan a *Procyon lotor* a nivel mundial.



Placoconus lotoris posee una alta especificidad hospedatoria pues infecta casi exclusivamente a mapaches y ocasionalmente a zorrillos. Puede corroborarse porque todos los trabajos realizados para *P. lotor* en América la reportan, incluso algunos realizados en Europa y ahora en México. (Chandler 1942; Webster 1956; Balasingam 1964; Snyder & Fitzgerald 1985; Cole & Shoop. 1987; Richardson, et al. 1992; Birch, et al. 1994; Kresta, et al. 2009; Popiołek et al. 2011). Las dos especies de Ancylostomatidae registradas en éste trabajo (*Placoconus lotoris* y *Cameronecator* cf. *urichi*) utilizan como vía de infección la ingestión. Los huevos de los nematodos se encuentran en las heces y las larvas 1 y 2 se desarrollan fuera del hospedero, posteriormente la larva 3 es ingerida por el mapache, la cual se dirige hacia el estómago de su hospedero e invade glándulas gástricas y duodenales. La larva muda dos veces y se transforma en adulto estableciéndose en el intestino delgado, una vez que se reproducen la hembras comienzan a liberar los huevos los cuales se encuentran en las heces (Balasingam, E. 1964; Anderson, 2000). La infección del mapache por *P. lotoris* y *C. cf. urichi* refleja uno de los hábitos conductuales del mapache en relación a su alimentación. Algunos autores han realizado estudios etológicos, reportando la habilidad de los mapaches para “lavar” sus alimentos (Lyll-Watson, 1963). Más allá de este comportamiento, la presencia de estas dos especies de nematodos indica que se trata de un prociónimo que se alimenta en el mismo lugar donde defeca.

Hasta la fecha, el género *Molineus* es el único representante de la familia Trichostrongylidae infectando al mapache, siendo las especies *Molineus barbatus* en el continente Americano (Chandler 1942; Snyder & Fitzgerald 1985; Cole & Shoop. 1987; Richardson, et al. 1992; Kresta, et al. 2009) y *Molineus legerae* en el continente Asiático (Matoba, et al. 2006; Sato & Suzuki 2006) las únicas que estaban documentadas. Ahora, una nueva especie de este género se reporta en México. De manera natural, la infección por *Molineus* sp. puede explicarse por la ingestión de larvas infectivas de una forma similar a la ingestión de *Placoconus lotoris* y *Cameronecator* cf. *urichi* pues de acuerdo con Anderson (2000), los huevos de *Molineus* se encuentran en las heces y los primeros estadios larvarios se desarrollan



en el suelo, en donde la temperatura juega un papel crucial para el desarrollo de las larvas. Posteriormente la larva infectiva es ingerida por el procionido para continuar con el ciclo de vida del nematodo. Sin embargo, ya se ha reportado que, en el caso particular de *Molineus barbatus*, la infección se puede llevar a cabo si las larvas se inoculan tanto oral como subcutáneamente y no tienen especificidad hospedatoria pues de manera experimental se han infectado las especies *Putorius putorius*, *Felis catus* y *Canis lupus familiaris* (Gupta, 1961; Balasingam, 1963).

Las infecciones por *Aonchotheca (Aonchotheca) putorii* ya han sido documentadas en Canadá, Estados Unidos y Japón (Butterworth & Beverly-Burton, 1980; Snyder & Fitzgerald 1985; Cole & Shoop. 1987; Richardson, et al. 1992; Kresta, et al. 2009; Matoba, et al. 2006). Se trata de un nematodo que posee un ciclo de vida indirecto, característica que nos proporcionó información acerca de los hábitos alimenticios de éste procionido. La vía de infección es la ingestión de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) que funcionan como hospederos intermediarios (Skarbilovich, 1945); De acuerdo Anderson (2000), los huevos provienen de las heces del hospedero definitivo infectado (generalmente un mustélido o un procionido), los cuales son ingeridos por el hospedero intermediario. Dentro de la cavidad del cuerpo del anélido se desarrollan los estadios larvarios posteriores y, aproximadamente después de 30-38 días de la eclosión, la larva tres está completamente desarrollada en el cuerpo del hospedero intermediario. Las lombrices de tierra infectadas son ingeridas por el hospedero definitivo para continuar el ciclo de vida.

Dirofilaria immitis tiene bien caracterizado su ciclo de vida, el cual es indirecto y la vía de infección se realiza mediante vectores principalmente dípteros de los géneros *Anopheles* y *Aedes* (Bradley, 1952; Manrique-Saide et al. 2010); cabe mencionar que no habían sido registradas anteriormente en el mapache a nivel mundial. De acuerdo con Kotani & Powers, (1982) los mosquitos se infectan con microfilarias cuando se alimentan de la sangre del hospedero definitivo infectado. Dentro del cuerpo del mosquito, se desarrollan los siguientes estadios larvarios principalmente en los túbulos de malpigio del insecto; una vez alcanzado el estadio de larva tres,



migran hacia las glándulas salivales del díptero. Cuando éste último se alimenta de la sangre de otro hospedero, las larvas infectivas son inoculadas, mudan de nuevo a larva cuatro y pueden establecerse en músculos torácicos y abdominales; posteriormente viajan vía sanguínea o linfática y llegan a las arterias pulmonares y corazón, pueden pasar varios meses hasta alcanzar su desarrollo completo tras la infección. Después de la fecundación, las hembras liberan las microfilarias en la sangre del hospedero definitivo hasta que un díptero las ingiere para comenzar el ciclo de nuevo.

Se sabe que los géneros de dípteros que participan en el ciclo de vida de *D. immitis* están distribuidos en México (Arredondo-Jiménez & Valdez-Delgado 2006; Manrique-Saide et al. 2010; Ortega-Morales et al. 2010). El hecho de que se hayan encontrado estadios adultos de ésta especie de nematodo en el mapache, sitúa a este último no solo como un reservorio de la infección, sino como un nuevo hospedero definitivo de éste parasito cuya distribución es cosmopolita.

De las 35 especies de nematodos que parasitan al mapache, se ha observado que a pesar de que Trichuridae es la que posee mayor diversidad, la prevalencia mas alta de las infecciones es alcanzada por especies de otras familias. De acuerdo con Richardson et al. (1992) *Physaloptera rara* y *Placoconus latoris* tienen una prevalencia de hasta el 97%, seguidos de *Aonchotheca putorii* con 70% y *Pearsonema plica* con 43%. Debido al número de localidades muestreadas respecto a la cantidad de hospederos analizados y la calidad del material helmintológico obtenida, no fue posible estimar datos ecológicos puntuales al respecto en nuestro estudio. Sin embargo, con un número reducido de hospederos analizados se observó que al menos dos de las tres especies más comunes del mapache en Estados Unidos y Canadá están presentes también en México.

Durante este trabajo se describió a la especie *Contraecum rudolphii* la cual infecta aves de las familias Anhingidae, Ardeidae, Pelecanidae y Phalacrocoracidae (Barson & Marshall 2004; Mattiucci et al. 2008), así como a Oxyuridae gen. sp.,



Physalopteridae gen. sp. y *Spiroxys* sp. registradas previamente en reptiles y anfibios (Pearce & Tanner 2010; Morgan 2014; Velarde-Aguilar et al. 2014). La cantidad y condiciones autolíticas de algunos de los nematodos observados en los hospederos estudiados, nos ratifica que dichas especies no se encontraban infectando al mapache, sino que formaron parte de su alimento, al ser ingeridos a través de hospederos definitivos los cuales formaban parte de otros grupos de vertebrados.

Contraecum rudolphii posee un ciclo de vida indirecto con uno o dos hospederos intermediarios y la vía de infección es siempre la ingestión. El ciclo de vida de *C. rudolphii* ha sido descrito por varios autores (Huizinga, 1966; D'amelio et al. 2007). El primer estadio larvario se encuentra en copépodos de los géneros *Cyclops* y *Macrocyclops*. El segundo hospedero intermediario generalmente son larvas de libélulas de los géneros *Agrion* y *Coenagrion* además de varias especies de peces que también pueden funcionar como hospederos paraténicos, estos últimos son ingeridos por el hospedero definitivo para continuar el ciclo de vida. Moravec (2009) señala que experimentalmente pueden infectarse aves, directamente con copépodos infectados, *i.e.*, *Contraecum rudolphii* tiene la capacidad de cerrar su ciclo de vida aún sin la presencia de peces. Podemos explicar su presencia en el mapache porque este último pudo haberse alimentado del hospedero definitivo poco tiempo después de ser infectado; esto se explica por la presencia de larvas y un adulto inmaduro en estómago del mismo hospedero. Se sabe que los mapaches pueden funcionar como consumidores de cadáveres al igual que algunas especies de aves como *Caracara plancus*, *Cathartes aura* y *Coragyps atratus*.

El ciclo de vida de *Spiroxys* sp. es similar al de *Contraecum rudolphii*. El hospedero definitivo siempre es una tortuga la cual libera los huevos a través de las heces en agua, los cuales son consumidos por copépodos y posteriormente por peces. El hallazgo de larvas de *Spiroxys* sp. en el estómago del mapache, puede explicarse como un elemento que evidencia la dieta de éste hospedero, el cual pudo alimentarse de alguno de los hospederos intermediarios o paraténicos que intervienen en su ciclo de vida, como son peces de las familias Atherinidae, Cichlidae, Ciprinidae, Goodeidae y Poecilidae, entre otras (Vidal-Martínez, et al.



2002; Salgado-Maldonado G. 2005; Aguilar-Aguilar & Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado 2006; Marcos, 2008).

Otros dos taxa de nematodos reportadas en éste trabajo podrían ser parásitos de reptiles: Physalopteridae gen. sp. y Oxyuridae gen. sp. De la primera, por las características morfológicas del ejemplar estudiado, podemos deducir que se trata de la larva en estadio cuatro, por la presencia de una zona crenada de la cutícula. Por ello es poco probable que se encontrara en un insecto, funcionando este último como hospedero intermediario. Puede explicarse la presencia de la larva de Physalopteridae en el mapache por alimentarse del hospedero paraténico, dados los hábitos omnívoros de éste hospedero. En el caso de Oxyuridae gen. sp. se contaba con ejemplares adultos, sin embargo las condiciones autolíticas y el órgano donde fue hallado (estómago), nos indican que el mapache se alimentó de un hospedero definitivo.

Sobre el hallazgo de ejemplares de la familia Oncholaimidae, los cuales son organismos de vida libre, podemos especular que el prociónimo se alimentó de peces, los cuales utilizan como alimento este grupo de nematodos. Se ha observado que la dieta de varios peces incluye sedimentos inorgánicos, detritus orgánico, varias especies de algas, amibas testadas (*Diffugia*, *Euglypha*, *Centropyxis*), larvas de insectos principalmente de dípteros (Chironomidae) y de Ephemeroptera, microcrustaceos, ácaros, moluscos y nematodos, estos últimos constituyen cerca del 50% de la meiofauna (Fugi et al. 1996). Muchas especies de peces se alimentan de nematodos, no porque tengan cierta predilección hacia ellos, sino porque la mayoría de las veces, los nematodos son ingeridos accidentalmente cuando los peces se alimentan en el sedimento buscando copépodos, lo que indica que estos gusanos se concentran lejos de la columna de agua. Asimismo, el proceso de digestión de los nematodos se lleva a cabo rápidamente puesto que pasa aproximadamente una hora para que se observen trazas de nematodos en el contenido estomacal después de la ingestión, pasado ese tiempo sólo son visibles algunas estructuras como capsulas bucales y espículas. Para contrastar este proceso, en el caso de los copépodos, en el lapso de una hora el exoesqueleto de los mismos aún permanece intacto. De



modo similar, puede observarse este proceso de forma indirecta, detectando las proteínas de los nematodos inmunohistoquímicamente después de 6 horas de la ingestión (Hofsten et al. 1983; Gee 1989; Coull, 1990). De acuerdo con lo anterior, al haber obtenido ejemplares adultos (hembras y machos) de la familia Oncholaimidae es muy probable que el mapache se haya alimentado de los peces poco tiempo después de que estos últimos los hayan ingerido.

Existen pocos trabajos relacionados con nematodos de vida libre en México y se enfocan principalmente a organismos marinos (Chitwood & Timm 1954; Hopper 1961; Jensen 1986). Aún falta por conocer muchas de las especies que se distribuyen en el país. La metodología para la obtención y procesamiento de estos organismos es diferente a la utilizada para los nematodos parásitos.

Nuestros resultados corresponden con los de Guerrero et al. (2000), quien estudió los hábitos alimenticios de *P. lotor* en Chamela, Jalisco, pues los hospederos fueron colectados durante la misma temporada (húmeda) observando un predominio de materia animal en la alimentación del mapache a través de la caracterización de su nematofauna. Del mismo modo, se trata de un prociónido que funciona como hospedero definitivo de varias especies de nematodos con ciclo de vida tanto directo como indirecto.

Desde el punto de vista del hospedero es fundamental destacar la importancia de este prociónido, cuya presencia en los diferentes hábitats donde se desarrolla coadyuva al equilibrio ecológico, desempeñando diversos papeles, tales como depredador, consumidor de cadáveres, dispersor de semillas, entre otros. El estudio de un mamífero como el mapache, cuyos patrones de distribución geográfica son muy amplios, pero las zonas en donde habita cada vez están más perturbadas, sirven como un vehículo para discernir el estatus de sus poblaciones, ya que por sí solos, son capaces de consumir recursos de más de una cadena trófica, al ser de hábitos omnívoros. Además tienen particular importancia porque pueden ser



reservorios de enfermedades zoonóticas bacterianas y hospederos definitivos de varias especies de helmintos, fundamentalmente nematodos.

La riqueza de nematodos reportada en éste trabajo sitúa a los mapaches, como prociónidos cuyo hábitat es principalmente terrestre, a pesar de que la literatura lo vincula estrechamente con cuerpos de agua. Aún faltan estudios que nos permitan conocer la estructura y composición de helmintos que parasitan a este prociónido en México, que, comparado con el estado de conocimiento de otros mamíferos, está lejos de completarse. Sin embargo, este trabajo sin duda contribuye al conocimiento tanto de la diversidad de nematodos como a la biología de *Procyon lotor* y sirve de base para estudios posteriores principalmente en las áreas de sistemática biogeografía y evolución del hospedero y sus parásitos.



Conclusiones.

- El presente estudio, representa el primer registro helmintológico de *Procyon lotor* en las localidades de Chiapas (Motozintla), Tabasco (Parque La Venta, Villahermosa, Canduacán) y Veracruz (Alvarado) el cual está constituido por 10 taxa de nematodos de las familias Ancylostomatidae, Anisakidae, Gnathostomatidae, Onchocercidae, Physalopteridae Trichostrongylidae y Trichuridae.
- Se registran nematodos de vida libre (acuáticos) pertenecientes a la Familia Oncholaimidae.
- Las once taxa de nematodos descritas, no habían sido documentadas para *Procyon lotor* en México desde el punto de vista parasitológico o para evidenciar biología de éste hospedero.
- Los taxones *Cameronecator* cf. *urichi*, Oncholaimidae gen. sp. Onchocercidae gen. sp., *Aonchotheca* (*Aonchotheca*) *putorii* y *Molineus* sp. consituyen 5 registros nuevos para el país.
- Se incrementa el registro de la nematofauna de *Procyon lotor* en México, sumándose 5 taxa a los 3 previamente documentados (*Capillaria* sp., *Gnathostoma binucleatum*, *G. lamothei*), estableciéndose un total de 8 registros para el país.
- Se registra por primera vez la especie *Cameronecator urichi*, para *Procyon lotor* puesto que solo se había documentado para *Procyon cancrivorus* en Trinidad y Tobago y Brasil.



- Se describe una nueva especie del género *Molineus* incrementando a 30 la composición de este género.
- La dieta del mapache determinada a través de los nematodos caracterizados en relación a la materia animal, está constituida por organismos invertebrados (oligoquetos) y vertebrados (peces, reptiles y aves).



Literatura citada

- Aguilar-Aguilar R., & G. Salgado-Maldonado. 2006. Diversidad de Helmintos Parásitos de Peces Dulceacuícolas en dos Cuencas Hidrológicas de México: Los Helmintos y la Hipótesis del México betadiverso. *Interciencia* **31**:(7) 484-490.
- Almeyda-Artiagas, R. J., V. A., Acosta-Hernández, L. Alonzo-Díaz, M. Castañeda-Sánchez & V. R. Zarate-Ramírez. 1994. First Record of *Gnathostoma procyonis* Chandler, 1942 in Mexico, and a note on larval *G. binucleatum* Almeyda-Artiagas, 1991 (Nematoda: Spirurida). *Research and Reviews in Parasitology*, **54**: 93-98.
- Anderson R. C., A. G. Chabaud & S. Willmott. 1974. CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates. Commonwealth Agricultural Boreaux. U. K. 86 p.
- Anderson, R. M., & May, R. M. (1978). Regulation and stability of host-parasite population interactions: I. Regulatory processes. *The Journal of Animal Ecology*, **47** :(1) 219-247.
- Anderson, R. C. 2000. Nematode Parasites of vertebrates: their development and transmission. 2nd edition. CAB Publishing. UK. 650 p.
- Arredondo-Jiménez, J. I., & K. M. Valdez-Delgado. 2006. Effect of Novaluron (Rimon® 10 EC) on the mosquitoes *Anopheles albimanus*, *Anopheles pseudopunctipennis*, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* from Chiapas, Mexico. *Medical and veterinary entomology*, **20**(4), 377-387.
- Balasingam, E. 1963. Experimental infection of dogs and cats with *Molineus barbatus* Chandler, 1942, with a discussion on the distribution of *Molineus* spp. *Canadian Journal of Zoology*. **41**: 599-602.



- Balasingam, E. 1964. Studies on the life cycle and developmental morphology of *Placoconus lotoris* (Schwartz,1925) Webster, 1956 (Ancylostomidae: Nematoda). Canadian Journal of Zoology. **42**: 869-902.
- Barson, M., & B. E. Marshall. 2004. First record of *Contracaecum* spp.(Nematoda: Anisakidae) in fish-eating birds from Zimbabwe. Journal of the South African Veterinary Association, **75** :(2), p-74.
- Bautista G .C .R., R. M. Arroyo, C. O Velasco & O. L. Canto. Pineda-López. 2001. Comparación de las pruebas quantitative buffy coat frotis grueso de sangre y observación directa para el diagnostico de la infección por *Dirofilaria immitis* en perros de tres zonas geográficas de México.Vet. Méx. **32**: (2) 153-156.
- Bautista, H.C.E. 2008. Helmintofauna de un Goodeidae del lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.México. 68 p.
- Baylis H. A. &C. Lane. 1920. A revision of the nematode family Gnathostomatidae. Proc Zool Soc London 18–21:245–310.
- Bertoni-Ruiz F., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia & León Regagnon.2005. A new wpecies of Gnathostoma (Nematoda: Gnathostomatidae) in *Procyon lotor hernandezii* from Mexico. Journal of Parasitology, **91**: 1143 – 1149.
- Birch, G. L., G. A. Feldhamer & W. G. Dyer. 1994. Helminths of the Gastrointestinal Tract of Raccoons in Southern Illinois with Management Implications of *Baylisascaris procyonis* Occurrence. Transactions of the Illinois State Academy of Science, **87**:(3,4) 165-170.
- Bradley, R.E. 1952. Observations on the development of *Dirofilaria immitis* in certain insects. Journal of the Tennessee Academy of Science **27**, 206.



- Butterworth E. W. & M. Beverly-Burton. 1980. The taxonomy of *Capillaria* spp. (Nematoda: Trichuroidea) in Carnivorous Mammals from Ontario, Canada. *Systematic Parasitology* 1:(3/4) 211-236.
- Caballero y C. E. 1957. Hirudineos de México XXI. Descripción de una nueva especie de sanguijuela procedente de las selvas del estado de Chiapas. *Sobretiro del Instituto de Biología T.* 28: (1,2) 241-245.
- Cameron, T. W. M. 1936. Studies on the endoparasitic fauna of Trinidad. III. Some parasites of Trinidad Carnivores. *Canadian Journal of Research, Sec. D.* 14: 25-38.
- Canaris, A. G. & S. L. Gardner. 2002. A Guide to Helminth Species Described from African Vertebrates. West Virginia University Library, Morgantown at:<http://lamarck.unl.edu/speciespages/geography/af-parasites1.pdf>. 8 de mayo de 2014.
- Caro-Gonzalez J. A., M. E. Bolio-Gonzalez, F. J. Escobedo-Ortegón, P. Manrique-Saide, R. I. Rodriguez-Vivas, J. C. Rodriguez-Buenfil & C. H. Sauri-Arceo. 2011. Prevalence of *Dirofilaria immitis* Infection in Dogs from Celestun, Mexico, Using Polymerase Chain Reaction Test. *Vector- Borne and Zoonotic Diseases.* 11: (2) 193-196.
- Ceballos, G., J. Arroyo- Cabrales, R. A. Medellín, L. M. González & G. Oliva. 2005. Diversidad y Conservación de los Mamíferos de México. *in* Los Mamíferos Silvestres de México en Ceballos G. & G. Oliva (Eds.). FCE, CONABIO. Hong Kong. p. 21 – 66.
- Ceballos, G., S. Blanco, C. González & E. Martínez. 2006. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. at http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/pro_lotogw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no. 8 de julio de 2014.



- Chandler, A. C. 1942. The helminthes of racoons in East Texas. The Journal of Parasitology. **28**:(4) 255-268.
- Cheng, T. C. 1973. General Parasitology. Academia Press. N. Y., USA. 965 p.
- Chitwood, B. G. & R. W. Timm. 1954. Free-Living Nematodes of The Gulf of Mexico. Gulf of Mexico, its origin, waters and Marine life. Fishery Bull. Fish. Wild Serv. U. S. **55** : 313-323
- Cole, R. A. & W. L. Shoop. 1987. Helminths of the Raccoon (*Procyon lotor*) in Western Kentucky. **73** :(4) 762-768.
- Coull, B. C. 1990. Are members of the meiofauna food for higher trophic levels?. Transactions of the American Microscopical Society, **109**: (3) 233-246.
- D'amelio, S., N. B. Barros, S. Ingrosso, D. A., Fauquier, R. Russo, & L. Paggi. 2007. Genetic characterization of members of the genus *Contracaecum* (Nematoda: Anisakidae) from fish-eating birds from west-central Florida, USA, with evidence of new species. Parasitology, **134**: (7), 1041-1051.
- D'Amelio, S., S. Cavallero, N. O Dronen, N. B. Barros, & L. Paggi. 2012. Two new species of *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda: Anisakidae), *C. fagerholmi* n. sp. and *C. rudolphii* F from the brown pelican *Pelecanus occidentalis* in the northern Gulf of Mexico. Systematic parasitology, **81** :(1), 1-16.
- Dantas-Torres F., D. Otranto. 2013. Dirofilariosis in the Americas: a more virulent *Dirofilaria immitis*?. Parasites and Vectors. **6**: 288. At. <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1756-3305-6-288.pdf>. 6 de julio de 2013.



- De Lara A. R., T. B. Castro, G. M. Castro, J. M. Castro & A. S. Malpica. 2003. La importancia de los nematodos de vida libre. *Contacto S.* **48**: 43-46.
- Dunn, F. L. 1961. *Molineus vexillarius* sp. n. (Nematoda: Trichostrongylidae) from a Peruvian Primate, *Tamarinus nigricollis* (Spix, 1823). *The Journal of Parasitology.* **47**:(6) 953-956.
- Durette-Desset, M. C., J. D. F. Boomker & F. S. Malan. 2000a. *Molineus cati* n. sp.(Nematoda, Trichostrongylina, Molineoidea), a parasite of feral cats, *Felis catus* Linnaeus, 1758 in South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research,* **67**: 173-177.
- Durette-Desset M.C. & A.G. Chabaud. 1981. Molineinae parasites of mammals. *Annales de parasitologie humaine et compare.* **56**:(5) 489-502.
- Durette-Desset, M. C., & M. Corvione. 1998. Une nouvelle espèce de *Molineus* (Nematoda, Trichostrongylina, Molineoidea), parasite d'un Primate sud-américain. *Zoosystema,* **20**:(3), 445-450.
- Durette-Desset M. C., R. A. Guerrero & J. Boyer. 2000b. Two Trichostrongylina (Nematoda) from Venezuela: a new species of *Ornithostrongylus* (Heligmosomoidea), parasitic in birds (Columbiformes) and a new species of *Molineus* (Molineoidea), parasitic in snakes (Squamata). *Zoosystema,* **22**:(1), 5-14.
- Durette-Desset, M. C. & B. Pesson. 1987. *Molineus patens* (Dujardin, 1845) (Nematoda, Trychostrongyloidea) et autres especes descrites sous ce nom. *Annales de parasitologie humaine et comparée.* **62**: 326-344.
- Flisser, A. & R. P. Tamayo. 2006. Aprendizaje de la Parasitología basado en problemas. ETM. México, 599 p.



- Fuehrer, H. P., M. Treibor, K. Silbermayr, T. A. Baumann, P. Swoboda, A. Joachim & H. Noedl. 2013. Indigenous *Dirofilaria immitis* in Bangladesh. Parasitol. Res. **112**: (6) 2393-2395.
- Fugi, R., N. S., Hahn, & A. A Agostinho. 1996. Feeding styles of five species of bottom-feeding fishes of the high Paraná River. Environmental Biology of Fishes, **46**: (3) 297-307.
- Furtado, A. P., F. T. Melo, E. G. Giese & J. N dos Santos,. 2010. Morphological redescription of *Dirofilaria immitis*. Journal of Parasitology, **96**:(3), 499-504.
- Galton, M. M. 1959. The epidemiology of leptospirosis in the United States. Public Health Reports. **74**:(2) 141–148
- García- Prieto L., J. Falcón-Ordaz & C. Guzmán-Cornejo. 2012. Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, hosts and geographical distribution. Zootaxa **3290**: 1–92.
- Gee, J. M. 1989. An ecological and economic review of meiofauna as food for fish*. Zoological Journal of the Linnean Society, **96**: (3), 243-261.
- Gibbons, L. M. 2010. Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates (Supplementary Volume). CABI. Cambridge University Press, UK. 416 p.
- Guerrero, S., M. R. Sandoval & S. S. Zalapa. 2000. Determinación de la dieta del mapache (*Procyon lotor hernandezii* Wagler, 1831) en la costa sur de Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana, **80**: 211 – 221.
- Gupta, S. P. 1961. The life History of *Molineus barbatus* Chandler, 1942. Canadian Journal of Zoology. **39**: 579-587.



- Hallan, J. 2008. Biology Catalogo Accessed at: <https://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/index.html> 19 de marzo de 2014.
- Han, G. L. J. 1988. Determinación de nematodos gastroentéricos en carnívoros del zoológico regional de Tuxtla Gutiérrez Chiapas “ZOOMAT”. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., 13 p.
- Hasegawa H. 1989. Two New Nematodes from the Iriomote Cat, *Prionailurus iriomotensis*, from Okinawa: *Uncinaria (Uncinaria) maya* n. sp. (Ancylostomatoidea) and *Molineus springsmithi yayeyamanus* n. subsp.(Trichostrongyloidea). The Journal of Parasitology. **75** :(6) 863-869.
- Hasegawa H, A Miyata & T. Doi. 1998. *Spiroxys hanzaki* n. sp. (Nematoda: Gnathostomatidae) collected from the giant salamander, *Andrias japonicus* (Caudata: Cryptobranchidae), in Japan. The Journal of Parasitology **84**(4):831-4
- Hernández-Camacho, N. & R. F. Pineda-López. 2012. Primer Registro de *Dirofilaria immitis* (Spirurida: Onchocercidae) en coyotes de México. Acta Zoológica Mexicana **28**:(3) 659-662.
- Hofsten, A. V., D Kahan, R Katznelson & T. Bar-El, 1983. Digestion of free-living nematodes fed to fish. Journal of fish biology, **23**:(4), 419-428.
- Hopper, B. E. 1961. Marine nematodes from the coast line of the Gulf of Mexico. Canadian Journal of Zoology, **39** :(2), 183-199.
- Huizinga, H. W. 1966. Studies on the life cycle and development of *Contraecaecum rudolphii* (Rudolphi, 1809) (Ascaroidea: Heterocheilidae) from marine piscivorous birds. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. **82**:181-195.



- INAFED. 2000a. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Chiapas. At: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07057a.html> 14 de octubre de 2013.

- INAFED. 2000b. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Tabasco. At: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/municipios/27001a.html>. 14 de octubre de 2013.

- INAFED. 2000c. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Tabasco. At: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/index.html>. 17 de noviembre de 2013.

- INEGI. 2005. Cuaderno Estadístico Municipal de Cunduacán, Tabasco. At: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem05/info/tab/m006/mapas.pdf>

- Inglis, W. G., & C. G. Ogden. 1965. Descriptions of some strongyles (Nematoda) from mammals in East Nepal: with records of other parasitic nematodes. *Bulletin of The British Museum (Natural History) Zoology* 13:231-245.

- Jensen, P. 1986. Nematode fauna in the sulphide-rich brine seep and adjacent bottoms of the East Flower Garden, NW Gulf of Mexico. *Marine Biology*, **92**:(4), 489-503.

- Jie, W., Dehong, Z., Hua, H., Hongguang, H., & Guanlu, Z. 1984. A new species of genus *Molineus* from Sichuan. *Sichuan Journal of Zoology*, (3) 4-7.



- Joerg-Henner L. & S. Anderson. 1979. *Procyon lotor*. Mammalian Species. (119):1-8.
- Kotani, T. & K.G. Powers. 1982. Developmental stages of *Dirofilaria immitis* in the dog. American Journal of Veterinary Research **43**: 2199–2206.
- Kresta, A. E., S. E. Henke, & D. B. Pence. 2009. Gastrointestinal Helminths in Raccoons in Texas. Journal of Wildlife Diseases. **45**: (1) 1 – 13.
- Lamothe-Argumedo R. 1983. Introducción a la Biología de los Platelmintos. A. G. T. Editor, S. A. México. 143 p.
- Lee, D. L. 2002. The Biology of nematodes. CRC Press. USA. 635 p.
- Lent, H., & J. F. Freitas. 1938. Pesquisas helminthologicas realizadas no Estado do Pará: IV. Trichostrongylideos de mammiferos. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, **33**: (3) 363-380.
- Li, L., H. Hasegawa, V. Roca, Z. Xu, Y. Guo, A. Sato & L. Zhang. 2014. Morphology, ultrastructure and molecular characterization of *Spiroxys japonica* Morishita, 1926 (Spirurida: Gnathostomatidae) from *Pelophylax nigromaculatus* (Hallowell) (Amphibia: Ranidae). Parasitol Res. **113**: 893–901.
- Little, M. D., & M. M. Ali. 1980. *Chandleronema longigutturata* (Chandler 1942) gen. et comb. n.(Nematoda: Acuariidae) from Raccoons, *Procyon lotor*, in Louisiana. The Journal of parasitology, 555-558.
- Lyall-Watson M. 1963. A critical Re-examination of Food “Washing” Behavior in the Raccoon (*Procyon lotor* linn). Proceedings of the Zoological Society of London. **141**: (2) 371–393.
- Maizels, R. M., Hewitson, J. P., & Smith, K. A. (2012). Susceptibility and immunity to helminth parasites. *Current opinion in immunology*, **24**: (4), 459-466.



- Manrique-Saide P., J. Escobedo-Ortegón, M. Bolio-González, C. Sauri-Arceo, S. Dzib-Florez, G. Guillermo-May, E. Ceh-Pavia & A. Lenhart. 2010. Incrimination of the mosquito, *Aedes taeniorhynchus*, as the primary vector of heartworm, *Dirofilaria immitis*, in coastal Yucatan, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology* **24** : 456–460
- Marcogliese, D. J. 2004. Parasites: small players with crucial roles in the ecological theater. *EcoHealth*, **1**:(2) 151-164.
- Marcos A.R. 2008. Estudio Espacial de la Incidencia de Paracitos Helmintos en Peces Tiro (*Goodea atripinnis*) del lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. México. 53 p.
- Mattiucci, S., M. Paoletti, J. Olivero-Verbel, R. Baldiris, B. Arroyo-Salgado, L. Garbin, G. Navone & G. Nascetti. 2008. *Contracecum bioccai* n. sp. from the brown pelican *Pelecanus occidentalis* (L.) in Colombia (Nematoda: Anisakidae): morphology, molecular evidence and its genetic relationship with congeners from fish-eating birds. *Systematic Parasitology*, **69**:(2), 101-121.
- Matoba, Y., D. Yamada, M. Asano, Y. Oku, K. Kitaura, K. Yagi, F. Tenora & M. Asakawa. 2006. Parasitic helminths from feral raccoons (*Procyon lotor*) in Japan. *Helminthologia*, **43**:(3), 139-146.
- Mcfadden, K. W., S. E. Wade, E. J. Dubovi & M. E. Gompper. 2005. A Serological and Fecal Parasitologic Survey of the Critically Endangered Pygmy Raccoon (*Procyon pygmaeus*). *Journal of Wildlife Diseases*, **41**: 615-617.
- McSorley, H. J., Hewitson, J. P., & Maizels, R. M. (2013). Immunomodulation by helminth parasites: defining mechanisms and mediators. *International Journal for Parasitology*, **43**:(3), 301-310.



- Mena, R. G. 1981. Trematodos de algunos mamíferos de los estados de Nuevo León y Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Nuevo León. Monterrey, N. L. 50 p.
- Menzies, P. 2010. Handbook for the control of internal parasites of sheep. At: http://www.oacc.info/DOCs/Extension/Handbook_Control_of_Parasites_of_Sheep_Dec2010.pdf 12 de junio de 2014.
- Moravec, F. 1982. Proposal of a new systematic arrangement of nematodes of the family Capillariidae. Folia Parasitologica. (PRAHA) **29**: 119-132.
- Moravec, F. 2009. Experimental studies on the development of *Contracaecum rudolphii* (Nematoda: Anisakidae) in copepod and fish paratenic hosts. Folia parasitologica, **56**:(3), 185-193.
- Morgan, B. B. 2014. *Physaloptera buteonis* n. sp. Nematode from de Eastern Red Tailed Hawk. American Microscopical Society **67** :(2) 183-186.
- Mosqueda, C. M. A. 2003. Caracterización y diferenciación sistemática de especies mexicanas del género *Gnathostoma* (Nematoda:Spirurida, Gnatostomatoidea) parásitas de mamíferos carnívoros de la parte baja de la Cuenca del río Papaloapan, Oaxaca-Veracruz. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., 91 p.
- Núñez, G. A. 2005. Los Mamíferos Silvestres de Michoacán, Diversidad, Biología e Importancia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. México. 429 p.
- Ortega-Morales Al., P. Mis-Avila, A. Elizondo-Quiroga, R. E. Harbach, Q. K Siller-Rodríguez & I. Fernández-Salas. 2010. Los mosquitos del estado de Quintana Roo, México (Diptera: Culicidae). Acta zoológica mexicana, **26**:(1), 33-46.



- Pacheco-Coronel, N. 2010. Estudio piloto de la frecuencia de parásitos en mamíferos ferales y silvestres en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de la UNAM. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 116 p.
- Pearce, R. C., & W. W Tanner. 2010. Helminths of *Sceloporus* lizards in the Great Basin and upper Colorado Plateau of Utah. *Western North American Naturalist*, 33(1), 1-18.
- Pence, D. B. 1975. *Capillaria procyonis* sp. n. (Nematoda:Trichuridae) from the esophagus of the raccoon, *Procyon lotor*. *The Journal of Parasitology*. **61**:(5) 815-818
- Pérez- Ponce de León, G., L. García-Prieto & B. Mendoza-Garfias. 2011. Describing Parasite Biodiversity: The Case of the Helminth Fauna of Wildlife Vertebrates in Mexico, Changing Diversity in Changing Environment, PhD. Oscar Grillo (Ed.) InTech. at:<http://www.intechopen.com/books/changing-diversity-in-changing-environment/describing-parasite-biodiversity-the-case-of-the-helminth-fauna-of-wildlife-vertebrates-in-mexico> 15 febrero de 2014.
- Pérez- Ponce de León, G. & L. García-Prieto. 2001a. Diversidad de Helminthos parásitos de vertebrados silvestres de México. CONABIO. *Biodiversitas* **37**: 7 – 11.
- Pérez- Ponce de León, G. & L. García-Prieto. 2001b. Los parásitos en el contexto de la Biodiversidad y la Conservación. CONABIO. *Biodiversitas* **34**: 11 – 15.
- Phillips, A. J., R. Arauco-Brown, A. Ocegüera-Figueroa, G. P. Gómez, M. Beltrán, L. Yi-Te & M. E. Siddall. 2010. *Tyrannobdella rex* n. gen. n. sp. and the Evolutionary Origins of Mucosal Leech Infestations. *PLoS ONE* 5(4):e10057. doi:10.1371/journal.pone.0010057.



- Platt T. R. & D. B. Pence. 1981. *Molineus samueli* n. sp. (Nematoda: Trichostrongyloidea: Molineidae) from the badger, *Taxidea taxus*. Proceedings of the Helminthological Society of Washington, **48**: 148-153.
- Popiołek, M., J. Szczesna-Staskiewicz, M. Bartoszewicz, H. Okarma, B. Smalec, & A. Zalewski, 2011. Helminth parasites of an introduced invasive carnivore species, the raccoon (*Procyon lotor* L.), from the Warta Mouth National Park (Poland). The Journal of parasitology, **97**: (2), 357-360.
- Prociv, P. 1989. Observations on the post-mortem migration of nematode larvae and its role in tissue digestion techniques. Journal of Helminthology. **63**: (4) 281-286.
- Prudhoe, O.B. E. & R. A. Bray. 1982. Platyhelminth Parasites of the ammphibia. British Museum (Natural History) Oxford University Press, London U. K. 217 p.
- Rhee J. K., S. S. Yang, H. C. Kim. 1998. Periodicity exhibited by *Diriofilaria immitis* microfilariae identified in dogs of Korea. Korean Journal of Parasitology. **36**: (4) 235-239.
- Richardson, D. J., W. B. Owen & D. E. Snyder. 1992. Helminth parasites of the Raccoon (*Procyon lotor*) from North-Central Arkansas. The Journal of Parasitology **78**: (1) 163-166.
- Rosas-Valdez R. & G. Pérez-Ponce de León. 2008. Composición Taxonómica de los Helmintos Parásitos de Ictalúridos y Heptaptéridos (Osteichthyes: Siluriformes) de México, Una Hipótesis de Homología Biogeográfica Primaria. Revista mexicana de Biodiversidad. **79**:473-499.
- Salgado-Maldonado G. 2005. Catálogo de Autoridades Taxonómicas de los Helmintos Parásitos de Peces de México. Instituto de Biología, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, Proyectos K028 y U005. México. 1-26.



- Salgado-Maldonado G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa* **1324**: 1–357.
- Sánchez-Moreno, S., M. Talavera. 2013. Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. *Ecosistemas* **22**(1): 50-55.
- Sano, Y., M. Aoki, H. Takahashi, M. Miura, M. Komatsu, Y. Abe, J. Kakino & T. Itagaki. 2005. The first record of *Dirofilaria immitis* Infection in a Humboldt Penguin, *Spheniscus humboldti*. *Journal of Parasitology*. **91**:(5) 1235-1237.
- Sato, H., & K. Suzuki. 2006. Gastrointestinal helminths of feral raccoons (*Procyon lotor*) in Wakayama Prefecture, Japan. *The Journal of veterinary medical science/the Japanese Society of Veterinary Science*, **68**:(4), 311-318.
- Schmidt, G. D. 1965. *Molineus mustelae* sp. n. (Nematoda: Trichostrongylidae) from the Long-Tailed Weasel in Montana and *M. chabaudi* nom. n., with a Key to the Species of *Molineus*. *The Journal of parasitology*, **51**: (2)164-168.
- SEFIPLAN. 2013a. Cuadernillos Municipales, Gobierno del Estado de Veracruz, Alvarado.
At:http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/GobVerSFP/sfpPortlet/sfpPPortletsDifusion/CuadernillosMunicipales/2011_2013/alvarado.pdf. 11 de septiembre de 2013.
- SEFIPLAN. 2013b. Cuadernillos Municipales, Gobierno del Estado de Veracruz Tlacotalpan.
At:http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/GobVerSFP/sfpPortlet/sfpPPortletsDifusion/CuadernillosMunicipales/2011_2013/tlacotalpan.pdf. 11 de septiembre de 2013.
- Skarbilovich, T.S. 1945. Determination of two different types of developmental cycles in *Capillaria putorii* (Rud. 1819). *Doklady AN SSR* **50**: 553–554.



- Skrjabin, K. I. 1968. Key to parasitic nematodes Vol. 1. Spirurata and Filariata. Akademiya Nauk SSSR. Israel Program for Scientific Translations Ltd. 497 p.
- Smith, R. A., M. L. Kennedy & W. L. Wilhem. 1985. Helminth parasites of the Raccoon. (*Procyon lotor*) from Tennessee and Kentucky. The Journal of Parasitology, **71**: (5) 599-603.
- Smol, N. & A. Coomans. 2006. Order Enoplida. in Freshwater nematodes: Ecology and Taxonomy en Abebe E., I. Andrásy & W. Transpurger. (Eds.) CABI Publishing. USA. 225-292.
- Snyder, D. E. & P. E. Fitzgerald. 1985. Helminth Parasites from Illinois Raccoons (*Procyon lotor*). The Journal of Parasitology, **7**: (3) 274-278.
- Sung-Shik S., C.Dae-Jung, C. Kyoung-Oh, C. Ho-Sung, C. Jeong-Ok & C. Shin-Hyeong. 2007. The Journal of Parasitology. **45**: (2) 121-128
- Teixeira de Freitas, J. F. 1951. Alguns “Strongyloidea” Parasitos de *Procyon Cancrivorus* (CUV.)(Nematoda). Rev. Brasil. Biol.**11**: (2) 189-202.
- Thurston, J. P. 1968. The frequency distribution of *Oculotrema hippopotami* (Monogenea: Polystomatidae) on *Hippopotamus amphibious*. Journal of Zoology **154**: (4) 481-485.
- Travasos, L. Revisao da Familia Trichostrongylidae Leiper, 1912. 1937. Monographias do Instituto Oswaldo Cruz. (1) 71-86.
- Valenzuela, G. D.2005. Mapache: *Procyon lotor*. in Los Mamíferos Silvestres de México en Ceballos G. & G. Oliva (Eds.). FCE, CONABIO. Hong Kong. P 415 – 417.
- Velarde-Aguilar, M. G., Romero-Mayén, Á. R., & León-Règagnon, V. 2014. First report of the genus Physaloptera (Nematoda: Physalopteridae) in *Lithobates montezumae* (Anura: Ranidae) from Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad, **85**:(1) 304-307.



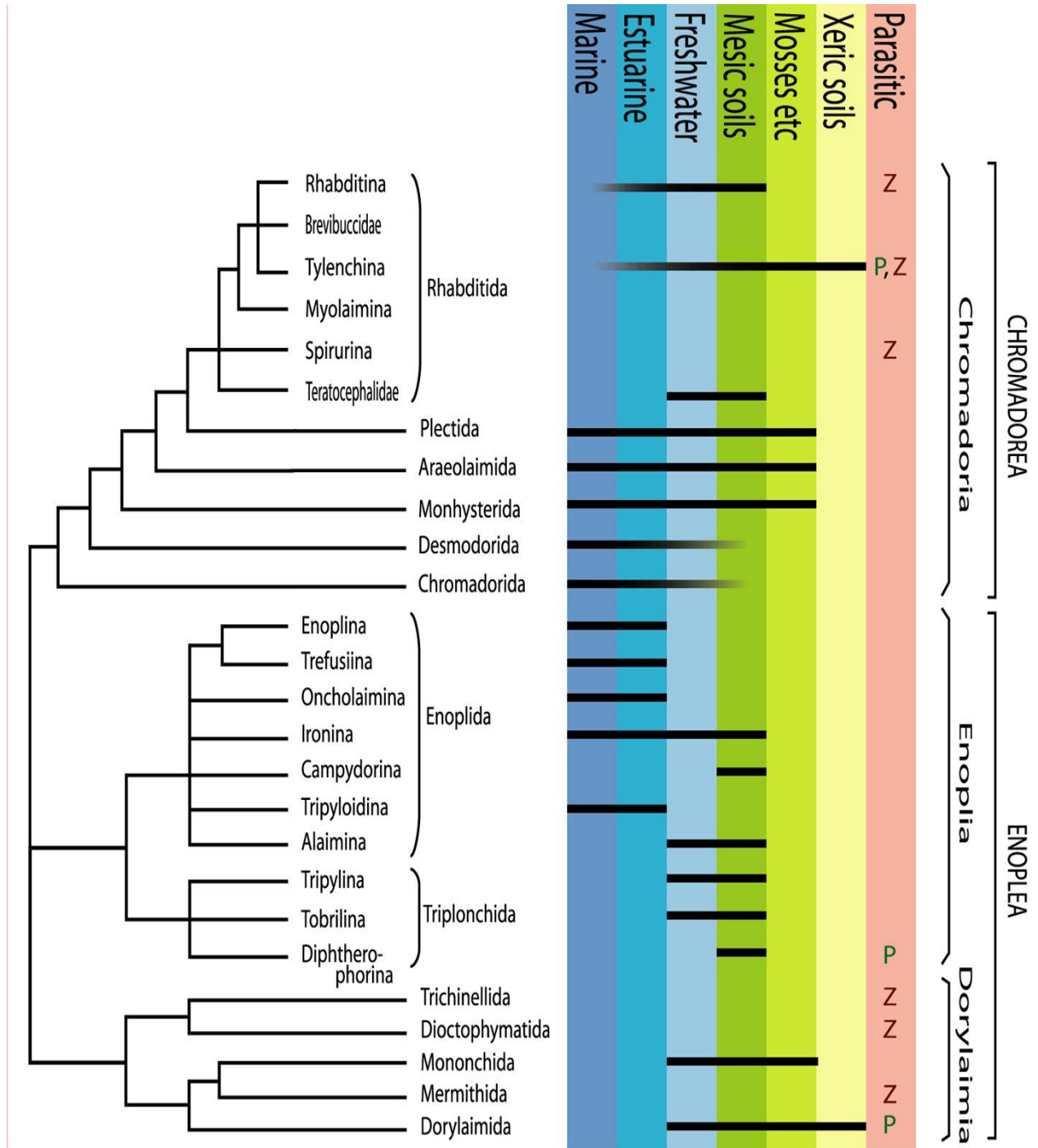
- Vezzani, D., D.F. Eiras, C. Wisnivesky. 2005. Dirofilariasis in Argentina: Historical review and first report of *Dirofilaria immitis* in a natural mosquito population. *Veterinary Parasitology*. **136**: (3-4) 259-273.
- Vidal-Martínez, V. M., M. L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís & E. Mendoza-Franco. 2002. Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México. Instituto Politécnico Nacional. Dirección de Publicaciones. México. 183 p.
- Washburn, J. O., & D. R. Mercer, 1991. Regulatory role of parasites: impact on host population shifts with resource availability. *Science*, **253**: (5016), 185-188.
- Webster, G. A. 1956. *Placoconus*: A new genus for *Arthrocephalus lotoris*,(Swchartz, 1925) Chandler, 1942. *Canadian Journal of Zoology* **34**: 99-103.
- Wilson, D. E. & D. M Reeder. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Tercera Ed. The Johns Hopkins University Press. USA. 1832 p.
- Yamaguti, S. 1961. *Systema Helminthum* Volume III. Nematodes. Interscience Publishers. N. Y., USA. 1261 p.
- Yamaguti, S. 1963. *Systema Helminthum* Volume V: Acanthocephala. Interscience Publishers. N. Y., USA. 423 p.
- Yin, W. Z. 1980. On the nematodes of mammals from the Dehong area, Yunnan, China. *Acta Zootaxonomica Sinica* **5**: (1) 22-29.



Anexos

Anexo 1

Clasificación del phylum Nematoda según De Ley y Blaxter (2004)



Tomado de Abebe et al. 2006



Anexo 2

Procyon lotor (Linnaeus, 1758)

Subspecies

1	<i>Procyon lotor auspicatus</i> Nelson, 1930
2	<i>Procyon lotor crassidens</i> Hollister, 1914
3	<i>Procyon lotor elucus</i> Bangs, 1898
4	<i>Procyon lotor excelsus</i> Nelson y Goldman, 1930
5	<i>Procyon lotor fuscipes</i> Mearns, 1914
6	<i>Procyon lotor gloveralleni</i> Nelson y Goldman, 1930
7	<i>Procyon lotor grinnelli</i> Nelson y Goldman, 1930
8	<i>Procyon lotor hernandezii</i> Wagler, 1831
9	<i>Procyon lotor hirtus</i> Nelson y Goldman, 1930
10	<i>Procyon lotor incautus</i> Nelson 1930
11	<i>Procyon lotor inesperatus</i> Nelson, 1930
12	<i>Procyon lotor insularis</i> Merriam, 1898
13	<i>Procyon lotor litoreus</i> Nelson y Goldman, 1930
14	<i>Procyon lotor lotor</i> (Linnaeus 1758)
15	<i>Procyon lotor marinus</i> Nelson, 1930
16	<i>Procyon lotor Maynardi</i> Bangs, 1898
17	<i>Procyon lotor megalodus</i> Lowery, 1943
18	<i>Procyon lotor mexicanus</i> Baird, 1857
19	<i>Procyon lotor pacificus</i> Merriam, 1899
20	<i>Procyon lotor pallidus</i> Merriam, 1900
21	<i>Procyon lotor psora</i> Gray, 1842
22	<i>Procyon lotor pumilus</i> Miller, 1911
23	<i>Procyon lotor shufeldti</i> Nelson y Goldman, 1931
24	<i>Procyon lotor simus</i> Gidley, 1906
25	<i>Procyon lotor vancouverensis</i> Nelson y Goldman, 1930

Tomado de: Joerg-Henner & Anderson. 1979

