



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

“DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA Y  
PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE *Cruzia  
americana* EN EL TLACUACHE (*Didelphis  
virginiana*) DE LA COMUNIDAD, JILOTEPEC,  
ESTADO DE MÉXICO. CON MAPA DE  
DISTRIBUCIÓN DEL GÉNERO *Cruzia* EN  
TLACUACHES DE MÉXICO”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**B I Ó L O G A**

PRESENTA:

**FLORES-HERNÁNDEZ SANDY ARACELI**

DIRECTOR DE TESIS:

M. en D. DANIEL OCTAVIO RAMOS CARMONA



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2019.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Dedicatoria

Dedico esta tesis principalmente a mi madre, a mi padre, mis sobrinos y a mis hermanos; todos con esa forma tan peculiar de quererme.

También dedico esta tesis a todas aquellas personas que siguieron de cerca mi vida académica, tanto a aquellas que creyeron en mí, como a aquellas que no. Gracias a todos ustedes esto fue posible.

*“Nací siendo un guerrero, la vida fácil no está en mi destino,  
muchas veces he enfrentado y enfrentaré la espada enemiga  
mas no caeré por su peso,  
sólo caeré por el mío propio cuando no tenga brazos, piernas  
y un corazón para pelear.”*

**Pablo Ríos**

## **Agradecimientos**

Le agradezco a mis padres por darme el apoyo más sincero del mundo materializado en abrazos, preocupaciones, trabajo y en tazas de café.

Mi gratitud con la Universidad Nacional Autónoma de México. Estaré siempre en deuda con mi amada institución por la formación académica, profesional y personal que he recibido en las instalaciones de mi querida facultad.

Agradezco también a todos mis amigos que siempre estuvieron conmigo durante estos largos años en la carrera, por tan excepcionales experiencias juntos, por cada risa y por cada palabra de aliento y de cariño de su parte. Nunca lo olvidaré.

A Roberto Herrera Feregrino por su paciencia, amor y apoyo.

A mi asesor Daniel Octavio Ramos Carmona por guiarme durante este proceso, estar siempre dispuesto a resolver cada una de mis dudas y por no ahorcarme cuando erraba en mis respuestas.

A mis sinodales por prestarle la atención requerida a este trabajo, siempre dispuestos a apoyarme y dedicarme tiempo valioso de su vida laboral leyendo cada una de mis ideas y por guiarme en tan importante proceso para mí, infinitas gracias.

IZTACALA

## Índice de contenidos

<b>I Resumen</b>	1
<b>II Introducción</b>	2
Generalidades	2
Nematoda	4
Morfología externa	5
Morfología interna	6
Ciclo de vida	11
Importancia de los nematodos parásitos	12
Clasificación taxonómica y descripción del endoparásito	13
Clasificación taxonómica según y descripción del hospedero	15
<b>III Antecedentes</b>	18
<b>IV Justificación</b>	19
<b>V Objetivos</b>	21
Objetivo general	21
Objetivos particulares	21
<b>VI Área de estudio</b>	22
<b>VII Materiales y métodos</b>	23
Obtención de los hospederos	23
Obtención de los parásitos	23
Determinación taxonómica	26
Elaboración de parámetros ecológicos	26
Mapas de distribución del género <i>Cruzia</i>	27
<b>VIII Resultados</b>	28
Registros de nematodos parásitos en <i>D. virginiana</i>	28
Determinación y descripción taxonómica de <i>C. americana</i>	29
Descripción de la hembra	34
Descripción del macho	36
Datos morfométricos	40
Descripción de las larvas	41
Datos morfométricos de las larvas	41
Parámetros ecológicos	42
Mapas de distribución del género <i>Cruzia</i>	42
<b>IX Discusión</b>	47
<b>X Conclusiones</b>	60
<b>XI Anexos</b>	61
<b>XII Literatura citada</b>	66

## I Resumen

*Cruzia americana* es un nematodo que parasita el tracto digestivo del tlacuache *Didelphis virginiana*. Esta especie solo ha se ha registrado en la zona sur del país, por lo que el presente estudio contribuye a ampliar el conocimiento sobre la distribución de *C. americana* en el municipio de Jilotepec, Estado de México siendo este, el primer registro de la especie en el Estado. En total se obtuvieron siete tlacuaches de los cuales, seis individuos estaban parasitados con *C. americana*. Se obtuvieron un total de 231 parásitos extraídos del ciego, intestino y colon de los hospederos. De los 231 parásitos antes mencionados, 41 se encontraban en etapa larval. La determinación taxonómica de este nematodo a nivel de especie se determina con ejemplares adultos por proyecciones de la faringe que van de 14 a 16 en número, la presencia de papila cervical, una vulva transversal en posición anterior con labios prominentes y dos úteros largos en las hembras y un total de 11 pares de papilas caudales en el macho. En cuanto a la descripción de la interacción parásito-hospederos se utilizaron los parámetros ecológicos de prevalencia (85.0%), abundancia media (33.0), intensidad media (38.5) e intervalo de intensidad (1-122), la cual se ve beneficiada por la dieta omnívora de *D. virginiana*. Mediante mapas se permite conocer los patrones y la distribución de los parásitos del género *Cruzia* asociados a los tlacuaches de México, así como su preferencia o afinidad por tlacuaches del sur del país, siendo la especie *D. virginiana* el único tlacuache con dos especies diferentes de *Cruzia* (*C. americana* y *C. tentaculata*) y de igual manera presenta mayor cantidad de registros a lo largo del país (37) seguido de *D. marsupialis* (5) al igual que *P. opossum* (5).

## II Introducción

### Generalidades

La relación ecológica entre organismos de especies diferentes que están en asociación directa se denomina simbiosis, las relaciones simbióticas se clasifican en comensalismo, mutualismo y parasitismo (Campbell y Reece, 2005). El comensalismo se define como una asociación que carece de obligatoriedad y el beneficio es unilateral recibiendo el comensal, que obtiene ventajas de protección, alojamiento o mixtas, en tanto que para el otro organismo la asociación no es ni ventajosa ni perjudicial sino indiferente; el mutualismo por su parte, se distingue porque ambos asociados resultan beneficiados por su vida en común, beneficio que puede ser tanto ecológico, como trófico o mixto, así mismo el parasitismo se caracteriza porque solo el parásito resulta beneficiado de esta asociación (Gallego, 2006).

El parasitismo entonces es una asociación entre dos organismos de distinta especie, en donde la dependencia del parásito respecto al huésped es metabólica y supone un intercambio mutuo de sustancias, dependen de expresiones génicas de sus hospederos y por el contrario, adquieren información similar a la de sus hospederos para evadir las defensas inmunes de estos (Nel y Maynard, 1990), en algunos casos, hacen a estos hospederos esenciales en el ciclo biológico de agentes zoonóticos que ocasionan enfermedades infecciosas transmisibles en condiciones naturales, entre los animales vertebrados y el hombre, todo a través del parásito.

En la naturaleza ocurren distintos niveles de parasitismo, que van desde organismos que normalmente se alimentan de materia orgánica en descomposición hasta organismos que no pueden completar su ciclo de vida en ausencia del hospedero (Arauz, 1998), por esta razón pueden distinguirse dos tipos diferentes, los parásitos obligados y los facultativos. Los parásitos obligados, tienen dependencia metabólica estricta y selectiva, son incapaces de tener vida libre; mientras que los parásitos facultativos son los que viven libres y ocasionalmente pueden acomodarse al

parasitismo (Martínez y Cordero, 1999), por lo que es claro que este tipo de relaciones son fuertemente gobernadas por los nutrimentos y el ciclo de vida.

Considerando el ciclo vital, hay parásitos de desarrollo directo, sin hospedadores intermediarios denominados monoxenos y los hay de ciclo indirecto denominados heteroxenos en el que intervienen uno o más hospedadores intermediarios (Cordero y Martínez, 2000), reflejando de su tipo de ciclo de vida y otros factores su distribución.

El medio ambiente tiene un papel vital en la distribución de los parásitos debido a las múltiples condiciones y factores que determinan su viabilidad, facilitando o impidiendo el desarrollo de los parásitos. Cada especie de parásito requiere unas determinadas condiciones del medio para desarrollarse, expandirse y propagarse (Gallego, 2006).

La existencia de uno o varios parásitos por especie colocan a estos como grupos de gran diversidad en la naturaleza, uno de estos grupos son los helmintos que actúan como endoparásitos generalmente de vertebrados y es el grupo más diverso entre los metazoos (Poulin y Morand, 2004).

Los helmintos se caracterizan por ser metazoos, macroparásitos y por su aspecto vermiforme (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001). Estos se han utilizado como pruebas contemporáneas de biodiversidad como organismos que permiten monitorear el estado de los ecosistemas al aportar información para el entendimiento de las interacciones ecológicas, patrones de distribución de los hospederos, y la historia de regiones y biotas mediante parámetros ecológicos (Brooks y McLennan, 1991; Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001). Este es un grupo polifilético, pues incluyen representantes de cuatro phyla que no están relacionados filogenéticamente que son:

- Platyhelminthes (gusanos planos), que se caracterizan por ser acelomados, aplanados dorsoventralmente, con simetría bilateral y mayormente hermafroditas, su tamaño varía entre algunas micras hasta 30 metros, tienen



representantes de vida libre (como las planarias) y parásitos pertenecientes a tres grupos: Trematoda, Monogenea y Cestoda (García-Prieto *et al.* 2014).

- Acanthocephala (gusanos de cabeza espinosa) que presentan una probóscide espinosa en el extremo anterior mediante la cual se fijan a los tejidos de su hospedero, son endoparásitos obligados del intestino de los vertebrados, comprenden aproximadamente 1200 especies, de pocos milímetros de longitud, aunque algunas pueden sobrepasar los 60 cm; las clases con organismos parásitos dentro del phylum son Archiacanthocephala, Eoacanthocephala, Palaeacanthocephala y Polyacanthocephala (Núñez y Drago, 2017).
- El phylum Annelida (gusanos anillados) que comprende a gusanos de cuerpo alargado y segmentado de simetría bilateral, dividido ántero-posteriormente en tres partes denominadas: prostomio (anterior), soma (media) y pigidio (posterior), una de las características más distintiva es la segmentación o metamería, que consiste en la división del cuerpo en segmentos (metámeros) similares y dispuestos a todo lo largo del eje del cuerpo; generalmente se reconocen cuatro clases de anélidos de las cuales dos cuentan con organismos parasitarios Hirudinea y Myzostoma (Lazo *et al.* 2008).

En México se tiene información sobre 1632 especies de helmintos alojados por 947 especies de vertebrados silvestres, de las 1632 especies registradas, 490 pertenecen al phylum Nematoda (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001) siendo este grupo de helmintos del que se abundará en el presente trabajo y se describirá a continuación.

## **Nematoda**

Nematoda (del griego, nema: hilo; eides: con aspecto de) forma uno de los grupos de invertebrados más numerosos tanto en especies como en número de individuos, incluye alrededor de 25, 000 especies descritas y ocupa el tercer lugar entre los phylum más ricos en especies dentro del Reino Animal. En su mayoría de vida libre y propios de las aguas dulces o saladas y del suelo, comprende además un gran número de especies fitoparásitas y otras que viven parasitariamente en todo tipo de animales, tanto invertebrados como vertebrados (incluyendo al hombre) y muchas de éstas son de importancia agrícola, sanitaria y veterinaria. Muchos nematodos de vida libre son detritívoros o descomponedores y juegan un rol importante en el reciclado de nutrientes del suelo (Gallego, 2006; Navone *et al.* 2011).

Los nematodos son organismos multicelulares, triploblásticos, pseudocelomados, con simetría bilateral (De Jesús-Navarrete, 2012). Son organismos eutélicos, es decir, presentan un número determinado de células y el crecimiento es por aumento de tamaño (Navone *et al.* 2011).

### **Morfología externa**

Los nematodos son bilateralmente simétricos y cilíndricos, son organismos no segmentados de tamaño pequeño a grande (Yule y Yong, 2012). Este tamaño varía de dentro de muy amplios límites, desde unos pocos milímetros hasta incluso metros; los nematodos no tienen segmentado el cuerpo y no poseen ventosas aunque algunas especies tienen anulaciones en la superficie de la cutícula (Gunn y Pitt, 2012).

El cuerpo está cubierto por una cutícula en capas que es secretada por la epidermis subyacente y que es periódicamente mudada durante las etapas juveniles permitiendo el crecimiento, la cutícula es proteica pero a diferencia de los insectos no es quitinosa, la composición es de queratina, también presenta colágeno y alberga una polifenol-oxidasa en la superficie, además hay una fina capa de lípidos; la cutícula puede presentar también engrosamientos laterales o sublaterales denominados alas que pueden encontrarse en la región anterior del cuerpo (alas

cervicales), en el extremo posterior del cuerpo de los machos (alas caudales) o extenderse a lo largo del cuerpo en ambos sexos (alas longitudinales). Otra estructura modificada de la cutícula es el synlophe que se compone de un conjunto de costillas o áreas cuticulares elevadas que corren longitudinalmente e intervienen en la locomoción, la presencia de este synlophe es propia de los tricostrongilidos (Navone *et al.* 2011).

La parte exterior cuenta con porciones que incluyen varios poros como la boca, ano en el caso de las hembras o poro cloacal en los machos, la vagina, los anfidios (órganos de los sentidos laterales) y el poro excretor (Poinar, 2001). La boca se encuentra situada terminalmente y puede o no estar rodeada por 3 o 6 labios, la cavidad bucal toma una gran variedad de formas que concuerdan con los hábitos alimenticios (Maggenti, 1981).

Son dioicos, con marcado dimorfismo sexual. Los machos se distinguen por presentar el extremo posterior curvado ventralmente y por la presencia de bolsas o estructuras accesorias. Los machos son usualmente más pequeños que las hembras. Los poros externos del cuerpo varían en número entre los machos (4) y las hembras (5) (Figura 2) (Navone *et al.* 2011; Gunn y Pitt, 2012).

## **Morfología interna**

### **Pared corporal**

La musculatura somática de los nematodos forma un revestimiento subcuticular o hipodermis que es interrumpida únicamente por acordes hipodérmicos llamados cordones, la musculatura es longitudinal; cuando las fibrillas se encuentran en la base cerca de la cutícula se denominan platimiaria, si se extienden arriba de las células musculares cerca de la cavidad del cuerpo se llaman coelomiaria, los músculos especializados del cuerpo son circomiaria (Figura 1) (Maggenti, 1981).

## **Cavidad corporal**

La cavidad corporal de los nematodos es fluida y se extiende a lo largo del cuerpo entre la capa de musculatura y los órganos internos. El pseudoceloma contiene una variedad de células, membranas y tejido fibroso (Maggenti, 1981).

## **Sistema digestivo**

El sistema digestivo de los nematodos es completo, lo que quiere decir que cuenta con regiones especializadas. La boca de los nematodos es usualmente rodeada por labios bucales que tienen un arreglo simétrico, la cavidad bucal a la que sigue un vestíbulo con gran desarrollo que puede estar dotado de órganos lacerantes en formas de dientes o estiletos o laminas cortantes y cuando está bien diferenciada se denomina cápsula bucal; el esófago es muscular y es utilizado para bombear el alimento hacia el interior del intestino, el lumen del esófago es trirradiado; el intestino está formado por una capa de células limitada externamente por una membrana basal, actúa como la única región absorbente del tubo digestivo y termina en un ano en las hembras o un poro cloacal en machos (Figura 1) (Gallego, 2006; Navone *et al.* 2011; Gunn y Pitt, 2012).

## **Sistema excretor**

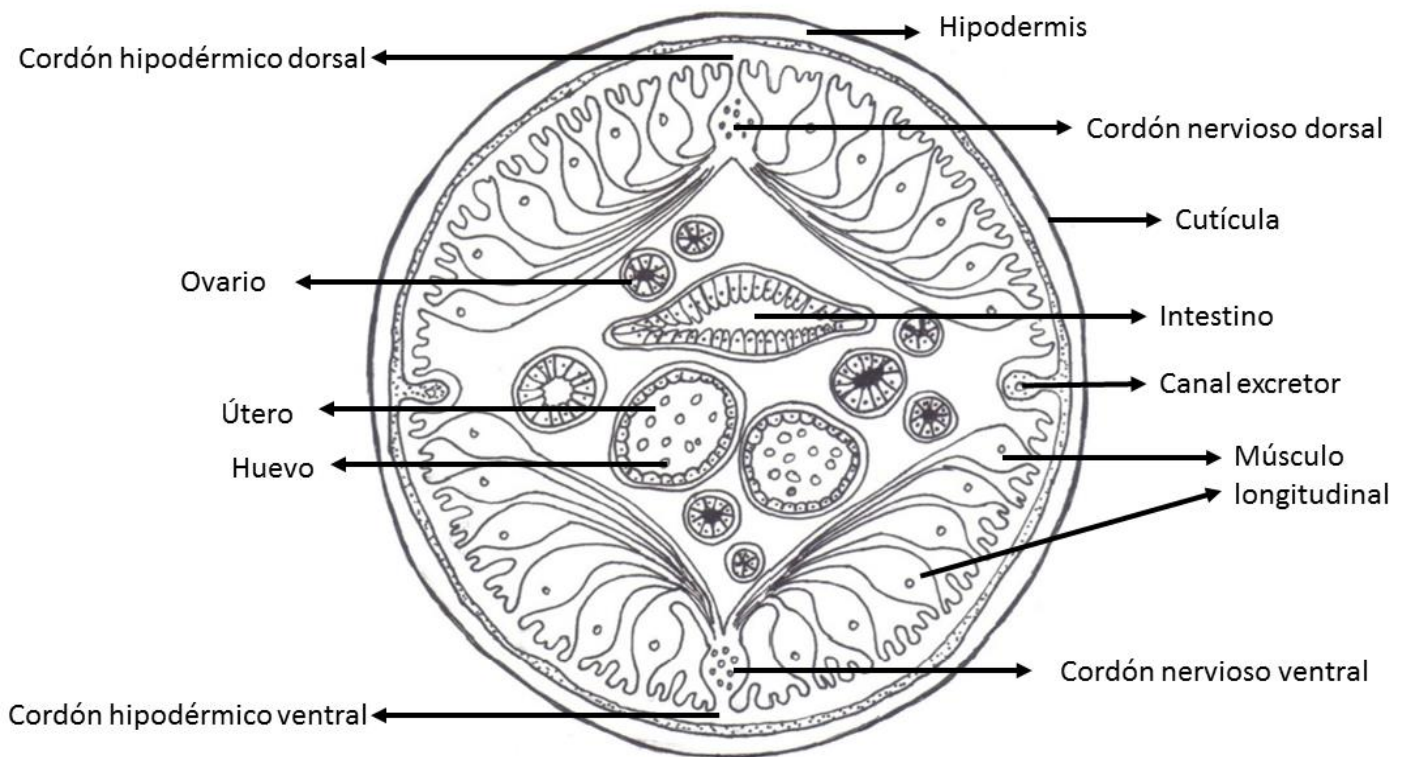
En nematodos marinos está generalmente compuesto por una sola célula ventral, en los nematodos terrestres está usualmente conectado con uno o más túbulos extendidos a lo largo del cuerpo y dirigidos posteriormente o ambos dirigidos posterior y anteriormente, en ambos casos, el sistema excretor se abre a través de un solo poro ventral localizado en la región anterior del cuerpo a la altura del anillo nervioso, los renetes o tubos actúan como superficies absorbentes que recogen los desechos que se encuentran en la cavidad corporal, el principal desecho nitrogenado es el amoníaco que es diluido rápidamente a niveles no tóxicos, también excretan urea, el sistema funciona primariamente como osmorregulador más que como aparato excretor (Maggenti, 1981; Navone *et al.* 2011).

## Intercambio gaseoso

La mayoría de los nematodos son organismos aerobios, al menos durante su periodo de desarrollo, los nematodos carecen de un sistema respiratorio especializado, en su lugar, obtienen y pierden gases por simple difusión (Poinar, 2001).

## Circulación

Al carecer de corazón, arterias, venas y capilares, la circulación se da intercelularmente a través de la cavidad del cuerpo (Poinar, 2001).



**Figura 1.** Corte transversal de un nematodo hembra adulta (Modificado de Schmidt y Roberts, 2005).

## **Sistema nervioso**

El sistema nervioso está compuesto por un anillo nervioso con ganglios adjuntos lateral, dorsal y ventralmente; anterior al anillo nervioso, los nervios corren en las estructuras sensoriales de la región cefálica a través del lago del cuerpo, las comisuras conectan el nervio ventral con los nervios laterales o ventrales o los nervios dorsales con el nervio ventral (Maggenti, 1981).

## **Órganos de los sentidos**

Los principales órganos sensoriales de los nematodos son las papilas labiales y cefálicas que funcionan como quimiorreceptores y mecanorreceptores, las sedas que son alargadas y que se encuentran tanto en la cabeza como en el cuerpo y con función mecanorreceptora, los anfidios y los fasmidios (ambos cumplen una función quimiosensorial); todos ellos llevan una dendrita ciliada englobada en una parte especializada de la pared del cuerpo (Barnes, 1969).

## **Sistema reproductor**

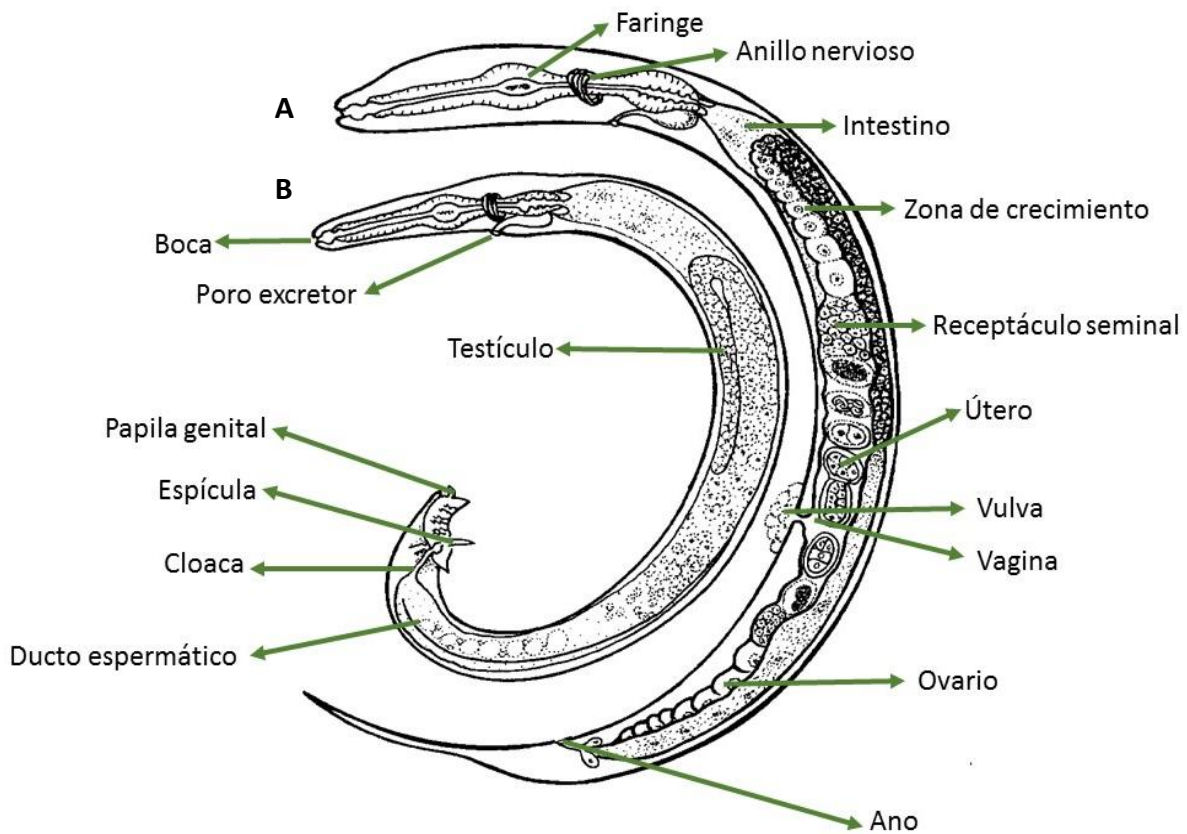
### Hembras

Los órganos reproductores en la hembra consisten en ovarios tubulares, oviducto tubular, útero y vagina que abre al exterior a través de una vulva o gonoporo, el arreglo de los ovarios varía clasificándose en: monovarial con un ovario, diovarial con dos ovarios o polyovarial con tres o más ovarios; otra manera de clasificación es de acuerdo a el número de úteros que presenten se dividen en monodelfas (un útero), didelfas (dos úteros), tetradelfas (cuatro úteros) y polidelfas (más de cuatro úteros) y respecto a la localización de los úteros se dividen en prodelfas (útero dirigido anteriormente), opistodelfas (útero dirigido posteriormente) y anfidelfas (úteros dirigidos tanto anterior como posterior); los úteros están recubiertos por un epitelio cúbico y en su porción terminal aparecen fibras musculares a modo de esfínteres que se denomina oviyector, a este le sigue la vagina que se abre al exterior en la vulva que puede localizarse en el extremo anterior, o en la región ecuatorial o cerca del ano, dependiendo de las especies; los huevos son expulsados al exterior por acción muscular del oviyector y de la vulva (Figura 2A), (Maggenti,

1981; Navone *et al.* 2011). Aunque algunas especies de nemátodos son partenogénicas, la mayoría de ellos tienen reproducción sexual (Gunn y Pitt, 2012).

## Machos

El macho tiene un testículo conectado al conducto deferente que antes de terminar se ensancha y forma la vesícula seminal que se comunica con el recto mediante el conducto eyaculador muscular, en algunas especies existen glándulas prostáticas unicelulares que desembocan en el conducto eyaculador que abre en una cloaca (Gallego, 2006; Navone *et al.* 2011). Generalmente hay un solo testículo y se denominan organismos monórquicos, sin embargo en algunas especies se pueden encontrar dos y se denominan diórquicos; los machos poseen generalmente dos espículas (Figura 2B), que se encuentran insertadas en las vainas espiculares, estas son estructuras quitinizadas, localizadas en la pared cloacal y cada espícula consta de un capítulo o porción proximal, un calamus o parte media y una lámina distal comprimida, puede existir un gobernáculo (pieza impar cuticularizada, situada entre las espículas y esta a su vez puede tener una porción central llamada corpus y piezas laterales denominadas cruras), poseen papilas caudales con funciones sensoriales y de apoyo que varían en número dependiendo de la especie, por lo que son importantes caracteres taxonómicos, algunos poseen una bursa copulatriz que sirve para sujetar a la hembra durante la copulación (Navone *et al.* 2011).



**Figura 2. A)** Vista lateral de un nematodo hembra generalizado. **B)** Vista lateral de un nematodo macho generalizado (Modificado de Biodidac, 1994).

### Ciclo de vida

Los ciclos de vida pueden ser directos o pueden requerir animales acuáticos o terrestres como hospedadores intermedios, los ciclos de vida de los nematodos parásitos de vertebrados se pueden clasificar según los hospedadores involucrados: los monoxenos cuyos ciclos utilizan un único hospedero, heteroxenos cuyos ciclos presentan uno o más hospederos intermedios y autoheteroxenos donde el hospedero definitivo también actúa como hospedero intermedio, algunas especies pueden presentar una fase larvaria libre y otras deben migrar por diferentes órganos en el hospedero definitivo hasta alcanzar su localización final;



las etapas del ciclo de vida de los nematodos incluyen el huevo, las larvas, que sufren múltiples mudas, y la etapa adulta, pueden estar presentes estados infecciosos en muchos nematodos parásitos; generalmente los helmintos que necesitan hospederos intermedios tienen distribuciones más restringidas mientras que los que no, es probable que sean ampliamente dispersos, esta distribución está fuertemente influenciada por factores geográficos, climáticos y económicos, lugares que cumplen con la mayoría de las condiciones demandadas para el crecimiento y la transmisión son áreas tropicales con constante alta temperatura, humedad, precipitaciones y saneamiento ambiental deficiente. Sus huevos y larvas no perecen fácilmente después de ser ingeridos fuera de los huéspedes, por lo que pueden convertirse en una fuente infecciosa para otros animales y humanos (Yule y Yong, 2012; Navone *et al.* 2011).

### **Importancia de los nematodos parásitos**

Los nematodos son uno de los más abundantes, importantes y sin embargo poco estudiado grupo de metazoos (Meldal *et al.* 2007). Muchos nematodos de vida libre son detritívoros o descomponedores y juegan un rol importante en el reciclado de nutrientes del suelo. Las formas parásitas pueden encontrarse en plantas y animales (invertebrados y vertebrados, incluyendo el hombre) y muchas de éstas son de importancia agrícola, sanitaria y veterinaria; entre los nematodos parásitos de invertebrados, los entomopatógenos son ampliamente utilizados para el control biológico; en tanto los fitoparásitos ocasionan, dependiendo del tipo de asociación parásita, daños en cultivos e importantes pérdidas económicas (por ejemplo, los nematodos agalladores de la raíz) (Navone *et al.* 2011).

## **Clasificación taxonómica según Hodda, 2011 y descripción del endoparásito**

Filo Nematoda (Cobb, 1932)

Clase Chromadorea (Inglis 1983)

Orden Spirurida (Railliet 1914)

Superfamilia Cosmocercoidea (Skryabin y Shikhobalova, 1951)

Familia Kathlaniidae (Lane, 1914)

*Cruzia americana* (Maplestone, 1930)

### **Familia Kathlaniidae**

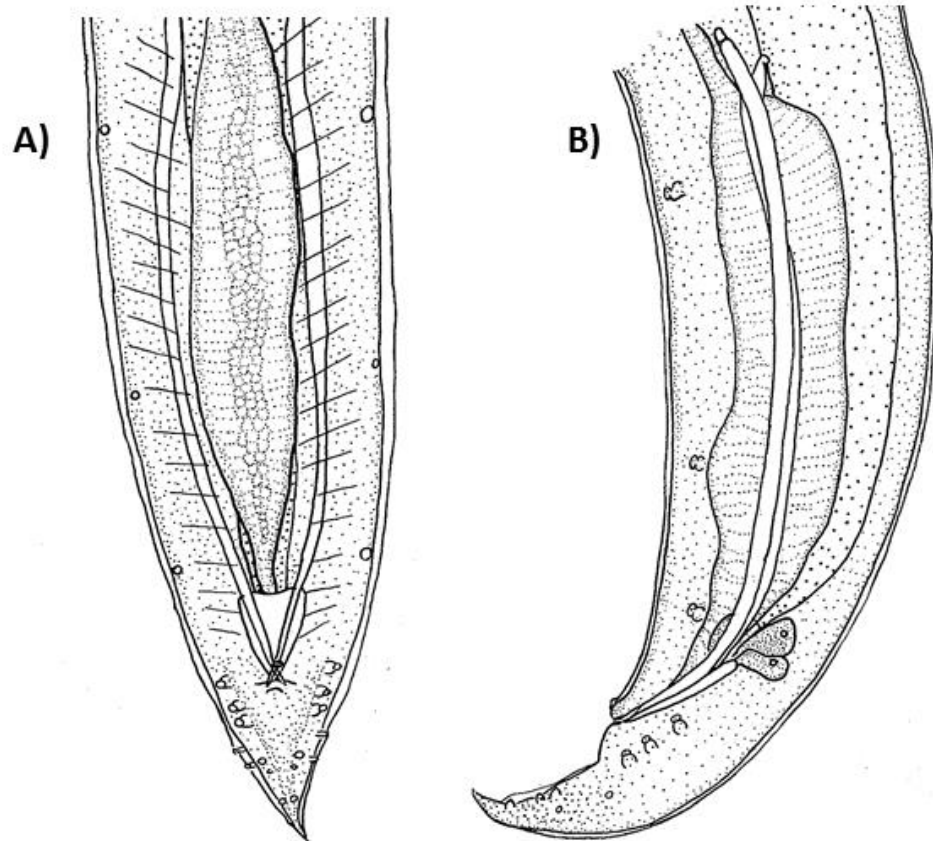
Los organismos pertenecientes a esta familia presentan la boca con tres labios bien desarrollados (cada uno dividido generalmente en lóbulos) que a veces llevan dientes y placas, labios accesorios o intermediarios presentes o ausentes, las cápsulas bucales con o sin dientes en la base; el ístmo esofágico expandido en el bulbo, cuenta con bulbos esofágicos con intestino simple y con papilas caudales en la región ventral (Anderson, 2009; Gibbons, 2010).

### ***Cruzia americana*. Características generales y descripción de la especie**

Son endoparásitos de cuerpo cilíndrico, adelgazados en su parte terminal, con cutícula delgada y ligeramente estriada, son organismos con ciclo de vida directo (Monet-Mendoza, 2002). Esta especie parece no causarle patología al tlacuache cuando se encuentra en menor abundancia, sin embargo, con una alta abundancia, la especie puede causar desnutrición (Nettles *et al.* 1975).

Según Crites en su descripción de 1956a, la especie se caracteriza por ser gusanos rectos con cutícula lisa y gruesa con la boca rodeada por tres labios triangulares, las hembras miden 16.4 a 18.3mm de largo y 0.63 a 0.67mm de ancho mientras que los machos miden de 11.1 a 12.3mm de largo por 0.49 a 0.64mm de ancho, la parte final del macho es puntiaguda y curvada ligeramente en la región ventral, cuenta con 11 pares de papilas en el siguiente arreglo: tres pares pre-cloacales, a cierta distancia; tres pares cloacales, cinco pares post-cloacales, dispuestos en tres pares

ventrales y dos pares laterales que sirven como características propias para la identificación de la especie (Figura 3).



**Figura 3. A)** Cauda del macho, vista ventral **B)** Cauda del macho, vista lateral (Modificado de Crites, 1956a).

## Clasificación taxonómica según Ramírez-Pulido *et al.* 2014 y descripción del hospedero

Clase Mammalia (Linnaeus, 1758)

Cohorte Marsupialia (Illiger, 1811)

Magnorden Ameridelphia (Archer, 1982)

Orden Didelphimorphia (Gill, 1872)

Familia Didelphidae (Gray, 1821)

*Didelphis virginiana* (Kerr, 1972)

### ***Didelphis virginiana***

*D. virginiana* es un tlacuache perteneciente a la clase Mammalia, orden Didelphimorpha, familia Didelphidae, subfamilia Didelphinae. Se distribuye desde el sureste de Canadá hasta Costa Rica. En México se encuentra en la mayor parte del país excepto en la península de Baja California y parte del Desierto Chihuahuense (Aranda, 2012).



**Figura 4.** Mapa de distribución de *D. virginiana* (Tomado de Ceballos *et al.* 2006a).

El tlacuache *D. virginiana* es un marsupial de talla mediana, de cuerpo robusto con patas cortas, hocico largo y puntiagudo, orejas redondas, desnudas y negruzcas; su cola es igual o más corta que el cuerpo, desnuda y prensil, de color negro en la base (abarcando menos de la mitad de la longitud total de la cola) y blanco en la punta; las hembras presentan un marsupio bien desarrollado. Su pelaje es muy denso, presenta son dos tipos de pelaje de cobertura: la región ventral blanca, amarillo o crema y la región dorsal grisácea o blancuzca. Sus patas son negras; y su cara es blanca con mejillas blancas, bigotes negros y blancos, anillos oculares y una línea media en la frente de color negro (Zarza y Medellín, 2005; Krause y Krause, 2006; Aranda, 2012; Álvarez-Castañeda *et al.* 2015).

Las patas anteriores tienen cinco dedos con garras cortas y delgadas. Las patas posteriores también excepto en el dedo pulgar, que es oponible y carece de garra. Los individuos adultos pesan entre 1 y 6 kg. (Aranda, 2012).



**Figura 5.** Tlacuache *D. virginiana* (Tomado de Aranda, 2012).

Los machos de *D. virginiana* cuentan con los testículos en una posición anterior al pene y las hembras con un marsupio bien desarrollado. La reproducción se da en cualquier época y puede tener dos camadas al año (Aranda, 2012). El periodo de gestación de este tlacuache es muy corto (11 a 13 días); pasado este tiempo llegan a nacer hasta 21 crías que migran hacia el marsupio donde continúan su desarrollo fijándose a un pezón por 90 días más, dado que la hembra solo tiene 13 pezones, este es el número máximo de crías que puede sobrevivir, estas son destetadas entre los 90 y 108 días después del nacimiento (Arcangeli, 2014).

Esta especie se considera oportunista y exitosa, capaz de habitar distintos ambientes, incluso busca y come desperdicios entre la basura (Sunquist *et al.* 1987; Adler *et al.* 1997). Es un animal solitario, nocturno y activo tanto en el suelo como en los árboles, puede hacer su madriguera entre las rocas, en cuevas naturales o en huecos en los árboles. Su alimentación es omnívora e incluye frutos, invertebrados y pequeños vertebrados (Aranda, 2012).

Estos tlacuaches son portadores de una gran diversidad de bacterias patógenas y reservorios de agentes zoonóticos transmitidos por vector en muchos países del continente americano siendo reservorio de *Trypanosoma cruzi* en México (Noireau *et al.* 2009).

El tlacuache *D. virginiana* no es una especie que se encuentre amenazada según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Pérez-Hernández *et al.* 2016) y no se encuentra en ninguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

### III Antecedentes

El nematodo *C. americana* asociada a *D. virginiana* se ha reportado mayormente el sur del país, la especie se ha registrado en cuatro estados de la república distribuidos en 11 localidades, obteniendo datos de prevalencia, intensidad media e intervalo de intensidad por primera vez en el año 2002, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Registros previos de *C. americana* asociada a *D. virginiana* y parámetros ecológicos obtenidos en los estudios donde **n**= número de tlacuaches, **P**= prevalencia, **IM**= intensidad media, **II**=intervalo de intensidad y **—**= no se calculó.

REGISTRO DE <i>C. americana</i> en <i>D. virginiana</i>	ESTADO	LOCALIDADES	PARÁMETROS ECOLÓGICOS
Monet-Mendoza (2002) n=11	Guerrero	San Pedro las Playas Taxco el Viejo	—
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) n=20	Veracruz	Las cabañas	P 79.0 % IM 168.0 II 3-315
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) n=14	Guerrero	Laguna de Tres Palos Taxco el Viejo La estancia	P 21.0 % IM 13.3 II 1-23
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) n=16	Colima	Colima Comala Madrid La Esperanza	P 79.0 % IM 168.0 II 3-315
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) n=22	Oaxaca	Carretera Temazcal Nizanda, Mixtequilla	P 68.1 % IM 22.0 II 6-94

Los nematodos parásitos del género *Cruzia* parasitan a las especies de tlacuaches *D. virginiana*, *D. marsupialis* y *P. opossum* en México. Los registros de nematodos del género *Cruzia* datan del año 1937 siendo este el primer reporte de dicho parásito en tlacuache de México, estos registros continúan hasta el año de 2014. Este parásito se distribuye en la zona sur del país en 12 estado diferentes con mayor cantidad de reportes en Veracruz, Colima, Campeche, Guerrero y Chiapas (Ver Anexo 1).

## IV Justificación

Existen numerosas especies de parásitos de vertebrados que han resultado de gran interés por su importancia veterinaria y agropecuaria (Acosta, 2014). Los nematodos parásitos representan el 4.8% de la diversidad de grupo de parásitos a nivel mundial (Hugot *et al.* 2001). Las enfermedades causadas por nematodos parásitos han constituido una problemática multifactorial en la que intervienen cuestiones ecológicas, inmunológicas, genéticas, fisiológicas, nutricionales, económicas e incluso, culturales (Botero y Zuluaga, 2000). Estos grupos de parásitos afectan a un gran número de vertebrados siendo los tlacuaches algunos de sus representantes.

La especie *D. virginiana* es un tlacuache ampliamente distribuido en el país y la alteración de su hábitat ha ocasionado que forme parte de la fauna común no solo en sitios rurales, si no en lugares con alto índice de urbanización (Ruíz, 2010), por lo que el hombre le ha dado diversos usos como son: mascota (Potkay, 1977), además de que se utiliza su carne para el consumo humano, se le atribuyen propiedades curativas su cola (Ceballos y Galindo, 1984) y se producen jarabes naturales con su grasa.

Sin embargo, su papel como reservorio de patógenos zoonóticos ha sido muy poco estudiado en México, (Ruíz *et al.* 2000; Alden, 1995; Cañeda-Guzmán, 1997; Samuel *et al.* 2001). Se ha comprobado que *D. virginiana*, portador de bacterias patógenas para los de humanos y como reservorio *T. cruzi* entre otras (Noireau *et al.* 2009).

La riqueza y distribución de nematodos parásitos asociada con este anfitrión sigue incompleta debido a la amplia distribución de este hospedero en el país. Conocer la biología, ecología y diversidad de los nematodos parásitos permite inferir los mecanismos de infección, patrones de ciclos de vida y las asociaciones que establecen con sus hospederos, lo cual es clave para estudios posteriores o establecer antecedentes de aspectos ecológicos (Acosta, 2014). La información de distribución de los parásitos en los tlacuaches del país no se ha integrado en un único trabajo debido al desfase de tiempo y lugar entre un estudio helmintológico y



otro, por lo que el presente estudio contribuirá a organizar e integrar la distribución del género *Cruzia* en los tlacuaches de México; por otra parte, el presente estudio aportará descripciones actualizadas de los nematodos parásitos presentes en *D. virginiana*, así como nuevos registros para el Estado de México.

## V Objetivos

### General:

- Determinar los nematodos parásitos asociados al tracto digestivo del tlacuache *Didelphis virginiana* así como conocer su interacción a través de parámetros ecológicos, en La Comunidad, Jilotepec, Estado de México.

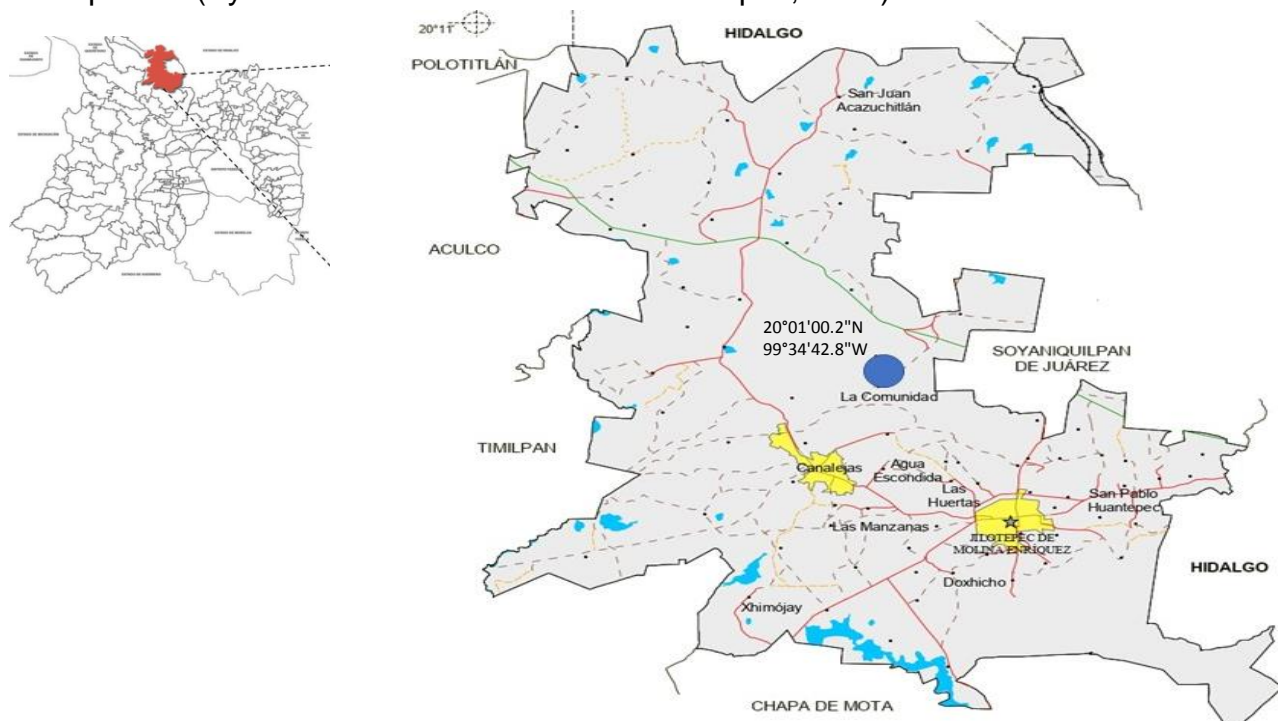
### Particulares:

- Determinar taxonómicamente a nivel de especie a los grupos de nematodos parásitos asociados al tlacuache *D. virginiana*.
- Describir taxonómicamente las poblaciones encontradas de nematodos parásitos asociados al tlacuache *D. virginiana*.
- Conocer la interacción hospedero-parásito mediante el calculo de los parámetros ecológicos de prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio y el intervalo de intensidad de los nematodos parásitos asociados al tlacuache *D. virginiana*.
- Elaborar mapas de distribución mediante una revisión bibliográfica de la distribución del género *Cruzia* asociado a los tlacuaches con distribución en México.

## VI Área de estudio

El municipio de Jilotepec tiene límite al norte con el estado de Hidalgo, al sur con los municipios de Chapa de Mota y Timilpan, al sudeste con Villa del Carbón, al este con Soyaniquilpan de Juárez y el estado de Hidalgo, al oeste con Polotitlán, Aculco y Timilpan. La localidad LA COMUNIDAD se encuentra situada en el centro del municipio. Sus coordenadas son: 20°01'00.2"N de latitud, 99°34'42.8"W de longitud (INEGI, 2009).

El relieve de la comunidad está dominado por planicies, y predomina el clima C(w1) templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C con poca variación térmica; la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de verano y alcanza los 23 °C. La vegetación dominante es el pastizal natural semiárido. La fauna silvestre que habita cerca de la localidad es: águila, ardilla, armadillo, codorniz, conejo, coyote, gato montés, liebre, onza, tejón, tuza, pato, tlacuache, zorro y zorrillo. También podemos encontrar reptiles y anfibios como: lagartija, rana, salamandra, sapo camaleón, escorpión, víboras de cascabel, coralillo, y la trompa de puerco (Ayuntamiento Constitucional de Jilotepec, 2013).



**Figura 6.** “La comunidad” en Jilotepec, Estado de México (Modificado de INEGI, 2009 y SEDESOL 2014).

## VII Materiales y métodos

### Obtención de los hospederos

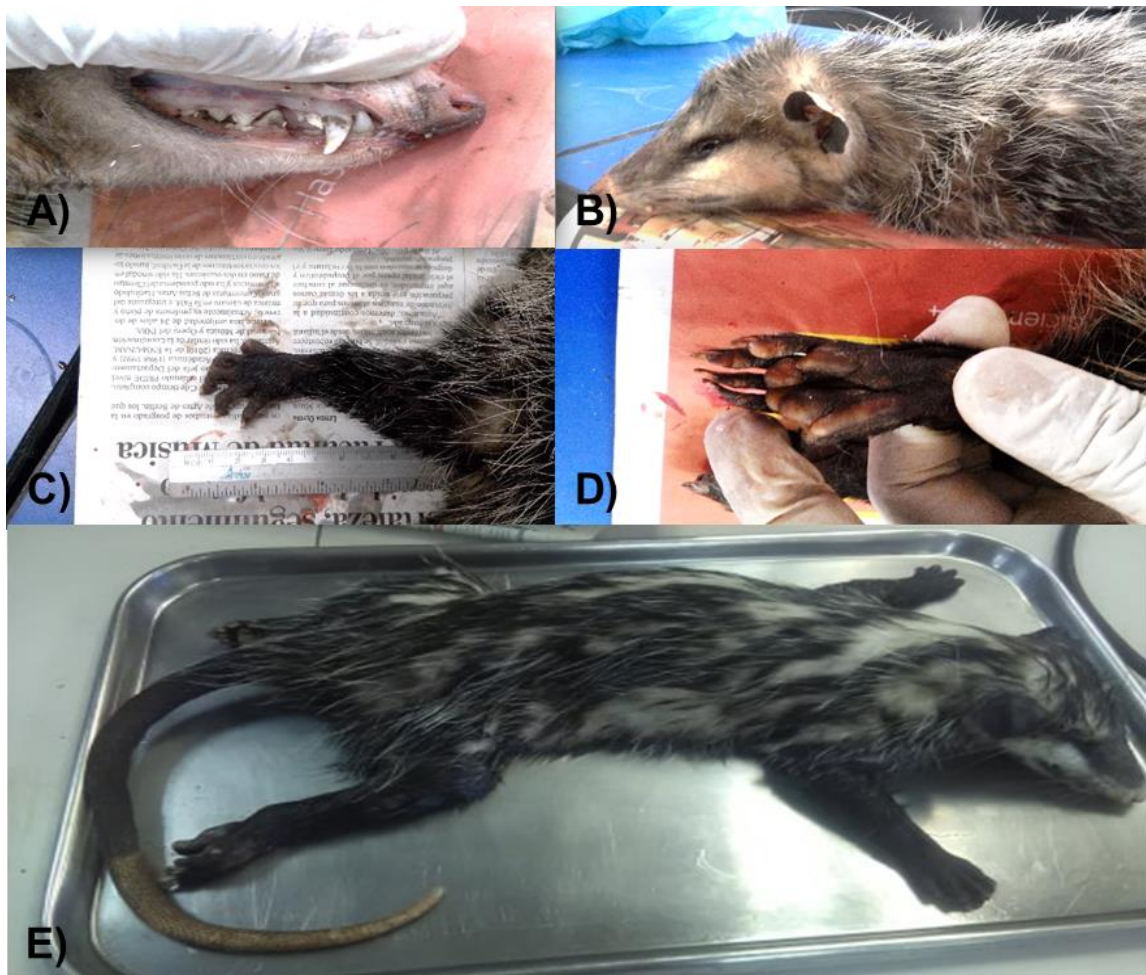
Los siete hospederos tlacuaches (cinco machos y dos hembras no preñadas, sin crías) pertenecientes a la especie *D. virginiana*, fueron otorgados vivos los días 20 de enero, 30 de enero, 10 de octubre, 20 de octubre y 27 de noviembre del año 2017, por habitantes de la localidad de La comunidad, municipio de Jilotepec en el Estado de México.

### Obtención de los parásitos

Los ejemplares obtenidos fueron transportados en costales al laboratorio de zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Ya en laboratorio, los tlacuaches se sacrificaron por asfixia según lo descrito por Falcon *et al.* (2013), posteriormente mediante observación directa y fotografías, se verificó la determinación de la especie con la guía de identificación de Álvarez-Castañeda *et al.* (2015) (Figura 7 y 8). El estudio parasitológico consistió en hacer un corte longitudinal del tlacuache al que se le extrajo el tubo digestivo, este se colocó en una caja Petri para ser examinado mediante microscopio estereoscópico.



**Figura 7. A)** Ejemplares de *D. virginiana* **B)** Guía para identificar mamíferos de México de Álvarez-Castañeda *et al.* (2017) utilizada para la determinación taxonómica del tlacuache.



**Figura 8.** Características morfológicas observadas en la determinación taxonómica del tlacuache: **A)** Dentición **B)** Cabeza **C)** Pata anterior **D)** Pata posterior **E)** Cola y coloración del pelaje del tlacuache.

Los nematodos se obtuvieron mediante pinceles finos y se colocaron en cajas Petri con solución fisiológica (0.85%). Se fijaron según lo descrito por Redonda (2014) con alcohol etílico al 70% hirviendo, después se colocaron en frascos viales con alcohol al 70% en frío y posteriormente fueron etiquetados con: nombre del hospedero, sexo del hospedero, órgano y cantidad de parásitos; para la observación de los nematodos se aclararon los ejemplares con Glicerina y alcohol al 70% en

concentración 30:70 y 50:50 respectivamente, posteriormente se montaron en preparación semi-permanente con el mismo aclarante (Figura 9).

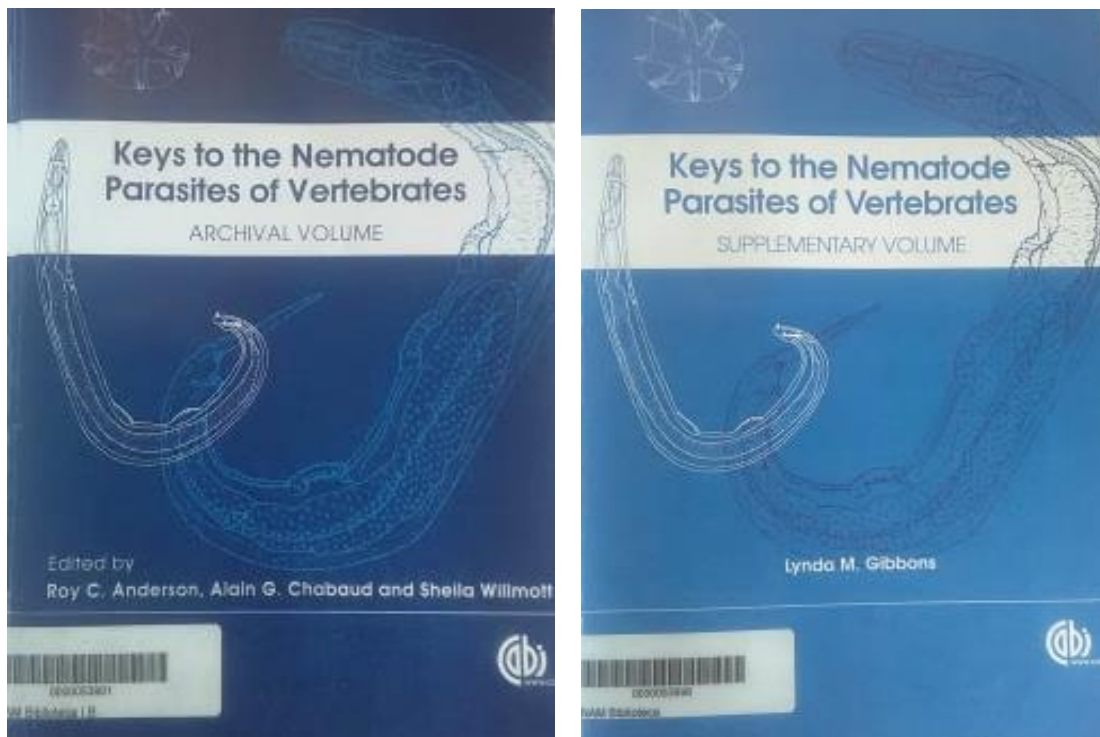


**Figura 9. A)** Pinceles finos utilizados para la extracción de los nematodos. **B)** Caja petri con solución fisiológica al 0.85%. **C)** Método de conservación. **D)** Método de aclaramiento.

Se sexaron a los nematodos obtenidos y se tomaron las medidas morfométricas de longitud máxima, anchura máxima, longitud del esófago, diámetro del bulbo esofágico anterior y posterior, longitud del divertículo intestinal, distancia del poro excretor hacia la parte anterior, distancia del anillo nervioso hacia la parte anterior y largo y ancho de la cauda; todo para ambos sexos. De igual manera para las hembras se tomaron medidas de la distancia de la vulva hacia la región anterior y el ancho y largo de los huevos, para los machos se midió la longitud de las espículas y la longitud del gobernáculo. Todas las medidas son expresadas en milímetros.

## Determinación taxonómica

La determinación a nivel de género se realizó con las claves taxonómicas de Anderson (2009), Gibbons (2010) (Figura 10), mientras que para el nivel de especie se utilizaron artículos especializados como: Cañeda-Guzmán (1997), Monet-Mendoza (2002), Monet-Mendoza *et al.* (2005), Acosta (2014), entre otros.



**Figura 10.** Claves especializadas para la determinación de nematodos parásitos de vertebrados.

## Parámetros ecológicos

Los parámetros ecológicos se realizaron a nivel de población según lo descrito por Bush *et al.* (1997), incluyen prevalencia, abundancia promedio, intensidad promedio e intervalo de intensidad, los cuales se definen a continuación:

- a) Prevalencia. La prevalencia es la cantidad de hospederos infectados con 1 o más individuos de una especie de parásito en particular dividido entre el número de hospederos examinados para esa especie de parásito y es expresado en porcentaje.

- b) Abundancia promedio. La abundancia promedio es el número total de individuos de una especie de parásito en particular en una muestra de hospederos dividido por el número total de hospederos de esa especie examinada (incluidos tanto los infectados como los no infectados).
- c) Intensidad media. Es el número total de parásitos de una especie particular encontrados en una muestra, dividida por la cantidad de hospederos infectados con ese parásito.
- d) Intervalo de intensidad. Es el número mínimo y máximo de parásitos de una especie particular encontrados en los hospederos parasitados.

### **Mapas de distribución del género *Cruzia***

En artículos especializados como Cañeda-Guzmán (1997), Monet-Mendoza (2002), Monet-Mendoza *et al.* (2005), Acosta (2014) entre otros, se buscaron y se organizaron cronológicamente en una base de datos, las coordenadas geográficas de los sitios donde se han reportado especies parásitas pertenecientes al género *Cruzia* con un tlacuache de México como hospedero definitivo.

Posteriormente se utilizó el programa QGIS 2.4.0 donde se mapearon mediante puntos, las coordenadas de los sitios de presencia del género *Cruzia* en cada uno de los cuatro hospederos que presentaron registros. Una vez obtenidas las coordenadas de dichos registros, para elaborar las cuatro fichas, se mapearon, marcaron y enumeraron las coordenadas para después sobreponer el mapa de México con división política obtenido de la CONABIO (2014) con los mapas de distribución de los tlacuaches hospederos.

Para las cuatro fichas se utilizaron los mapas de:

- Distribución de *D. virginiana* (Ceballos *et al.* 2006a)
- Distribución de *D. marsupialis* (Ceballos *et al.* 2006b)
- Distribución de *Philander opossum* (Ceballos *et al.* 2006c)
- Distribución de *D. virginiana* y *D. marsupialis* (Ceballos *et al.* 2006a) y (Ceballos *et al.* 2006b).



## VIII Resultados

### Registros de nematodos parásitos en *D. virginiana*

Se obtuvieron un total de siete ejemplares en etapa adulta de la especie *D. virginiana*, cinco machos y dos hembras no preñadas y sin crías, entre los meses de enero a noviembre del año 2017. Los nematodos parásitos se encontraron en seis de los siete tlacuaches obteniendo un total de 231 parásitos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Nematodos parásitos obtenidos en cada uno de los siete hospederos *D. virginiana* diseccionados.

Hospedero/sexo	Fecha de colecta	Fecha de disección	Número de parásitos
H01 ♂	20/01/17	27/01/17	0
H02 ♀	30/01/17	03/02/17	89
H03 ♂	30/01/17	10/02/17	9
H04 ♂	10/10/17	11/10/17	122
H05 ♀	20/11/17	22/11/17	1
H06 ♂	27/11/17	28/11/17	4
H07 ♂	27/11/17	28/11/17	6
<b>TOTAL</b>			<b>231</b>

La mayor carga parasitaria se encontró en el ciego, con un total de 225 parásitos en de los cuales 70 son machos, 103 hembras y 52 larvas. En el colon únicamente se obtuvieron cinco parásitos adultos donde dos son machos y tres son hembras. La menor carga parasitaria la presentó el intestino con únicamente un organismo adulto macho. De los 231 organismos 73 (31.6%) corresponde a machos, 106 (45.8%) a hembras y 52 (22.5%) a larvas en su tercer y cuarta etapa larval de su ciclo de vida (Tabla 3). Se confirmaron las etapas larvarias mediante los criterios propuestos por Crites (1956b).

**Tabla 3.** Número de parásitos encontrados en cada uno de los sitios de infección y porcentaje de machos, hembras y larvas totales obtenidos en el estudio parasitológico.

Órgano	Número de parásitos	Total de machos	Total de hembras	Total de larvas
Ciego	225	70	103	52
Colon	5	2	3	-
Intestino	1	1	-	-
<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>73</b>	<b>106</b>	<b>52</b>
<b>% total</b>	<b>100%</b>	<b>73%</b>	<b>45.8%</b>	<b>22.5%</b>

### **Determinación y descripción taxonómica de *Cruzia americana***

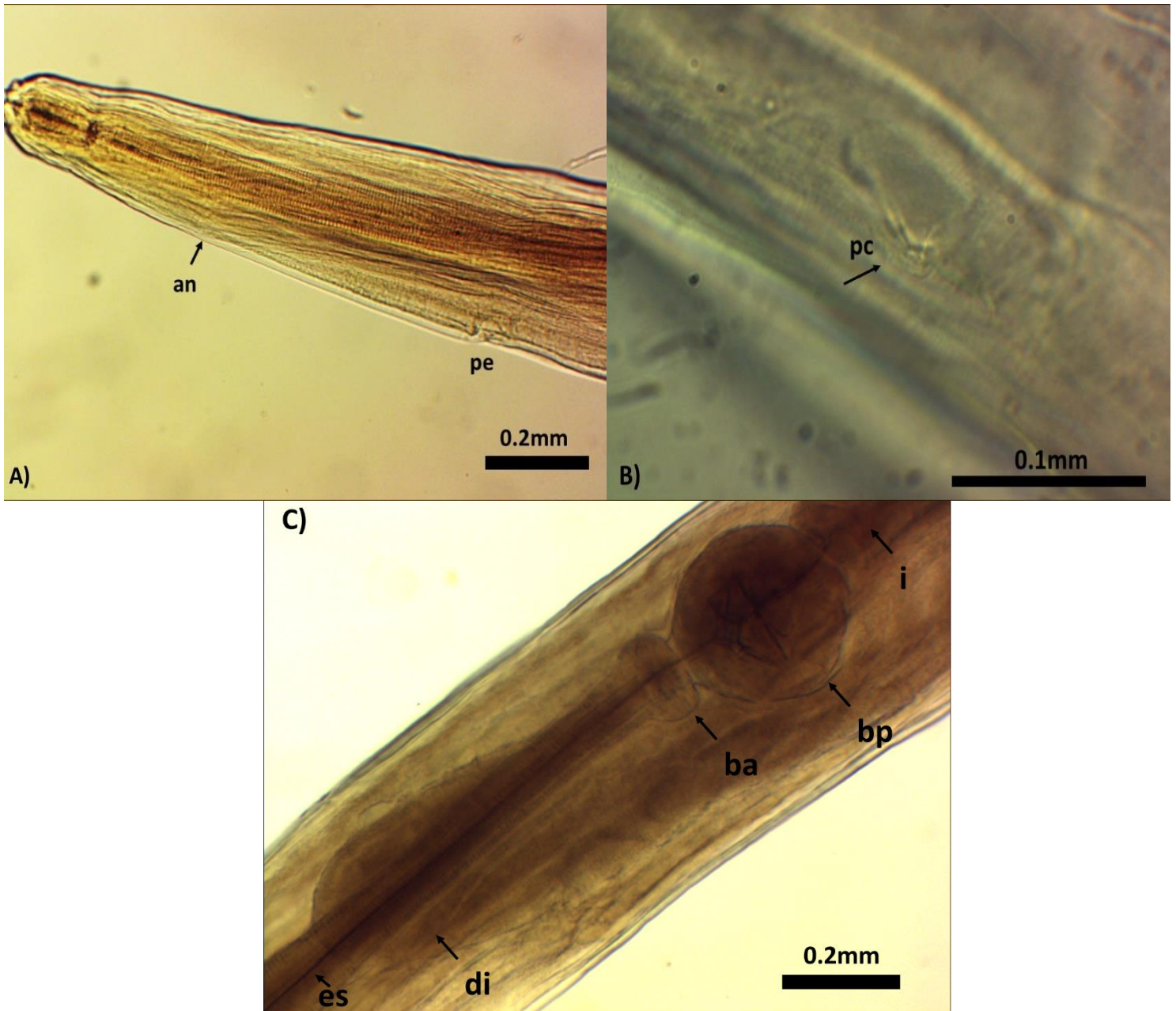
Se determinó que los 231 individuos (adultos y larvas) pertenecen a la especie *Cruzia americana*.

*C. americana* es un gusano de color blanco, el ancho máximo del nematodo se encuentra en la parte media disminuyendo gradualmente hacia la parte caudal. Presentan una cutícula transparente y delgada con estriaciones (Figura 11). En la región anterior del organismo está la parte bucal compuesta de tres labios triangulares con el siguiente arreglo de papilas: el labio dorsal cuenta con un par de papilas en el margen interno y un par de papilas dobles en el margen externo, los labios subventrales cuentan con una papila doble en el margen interno de dicho labio y una paila doble en el margen exterior, así como un anfidio prominente (Figura 14). Posteriormente se encuentra una faringe muscular con proyecciones que varían de 14-18 en número (Figura 13), esta faringe se une al esófago que en su parte anterior se rodea del anillo nervioso, este esófago a su vez da lugar a dos bulbos esofágicos: el bulbo anterior y el bulbo posterior, este último se une con el intestino. Cuenta con un par de papilas cervicales con función sensorial y un poro excretor en la parte superior del divertículo intestinal o ciego, este último se

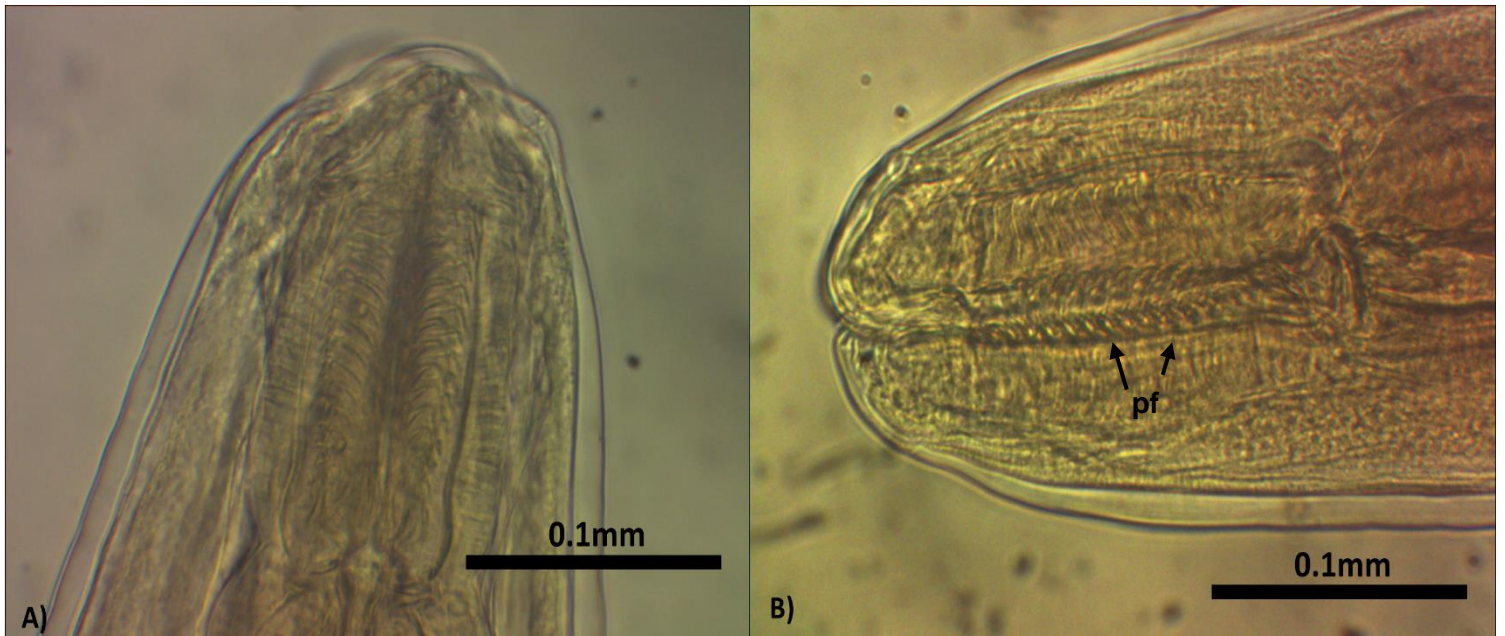
encuentra dirigido a la parte anterior del cuerpo (Figura 12). La parte final del cuerpo desemboca en ano en las hembras y poro cloacal en los machos (Figura 15B y 16A).



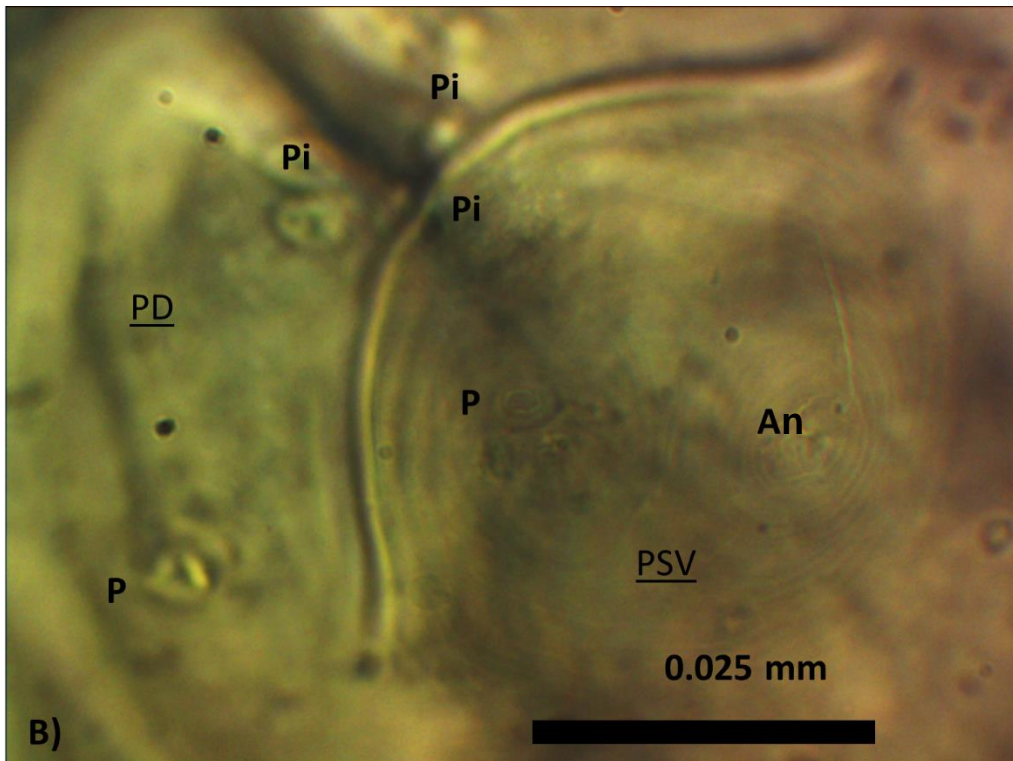
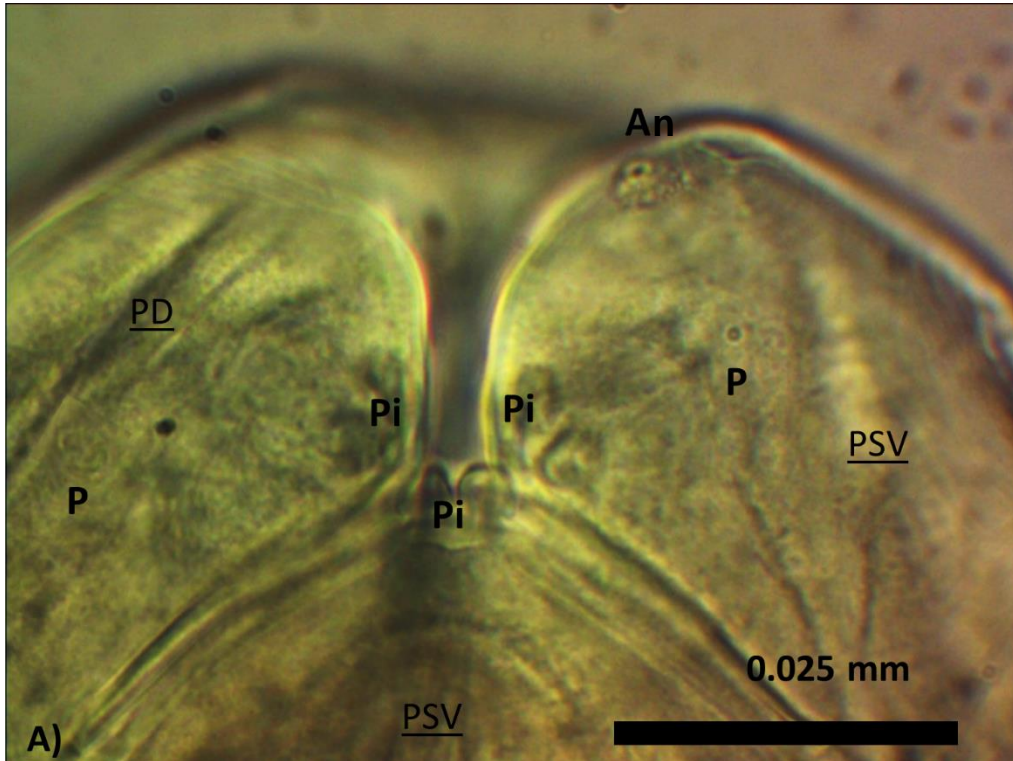
**Figura 11.** Hembra y macho de *C. americana* observadas en microscopio estereoscópico.



**Figura 12. A)** Poro excretor **pe** y anillo nervioso **an**. **B)** Papila cervical **pc**, **C)** Esófago **es**, divertículo intestinal **di**, bulbo anterior **ba**, bulbo posterior **bp** e intestino **i**.



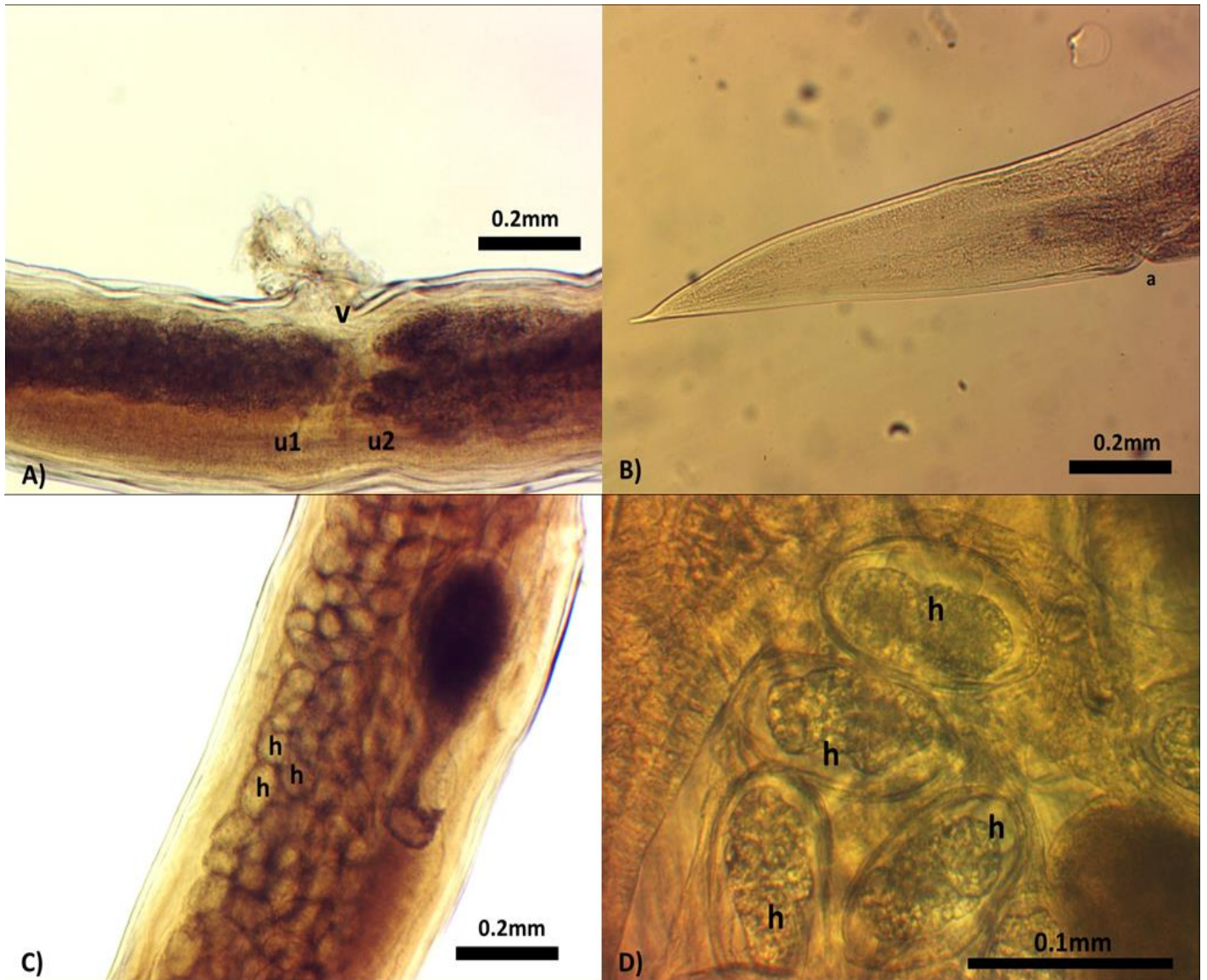
**Figura 13. A)** Región cefálica de *C. americana*, **B)** Proyecciones faríngeas **pf** de *C. americana*.



**Figura 14. A) y B)** Papilas de los labios donde **PD**= Papila dorsal, **PSV**= Papila subventral, **P**=Papila, **Pi**= Papila interior y **An**= Anfidio.

### **Descripción de la hembra:**

Las hembras midieron  $10.83 \pm 1.03$ mm de longitud máxima y  $0.57 \pm 0.09$ mm de anchura máxima. El esófago tiene una longitud de  $2.02 \pm 0.39$ mm y el divertículo intestinal de  $0.97 \pm 0.13$ mm. El bulbo posterior tiene un diámetro de  $0.22 \pm 0.03$ mm y el bulbo anterior un diámetro de  $0.153 \pm 0.012$ mm. El anillo nervioso se encuentra a una distancia de  $0.38 \pm 0.12$ mm del extremo anterior del cuerpo mientras que el poro excretor a una distancia de  $1.10 \pm 0.31$ mm. La vulva está localizada transversalmente y a una distancia de  $4.85 \pm 1.12$ mm del extremo anterior del cuerpo y cuenta con dos úteros visiblemente alargados. Cuenta con una vagina muscular y dos ovarios. El largo de la cauda de la hembra mide  $0.89 \pm 0.12$ mm de largo y  $0.10 \pm 0.03$ mm de ancho, sin presencia de papilas caudales. Los huevos de la hembra son numerosos y de forma elíptica midiendo  $0.097 \pm 0.01$ mm de largo y  $0.066 \pm 0.04$ mm de ancho (Figura 15).

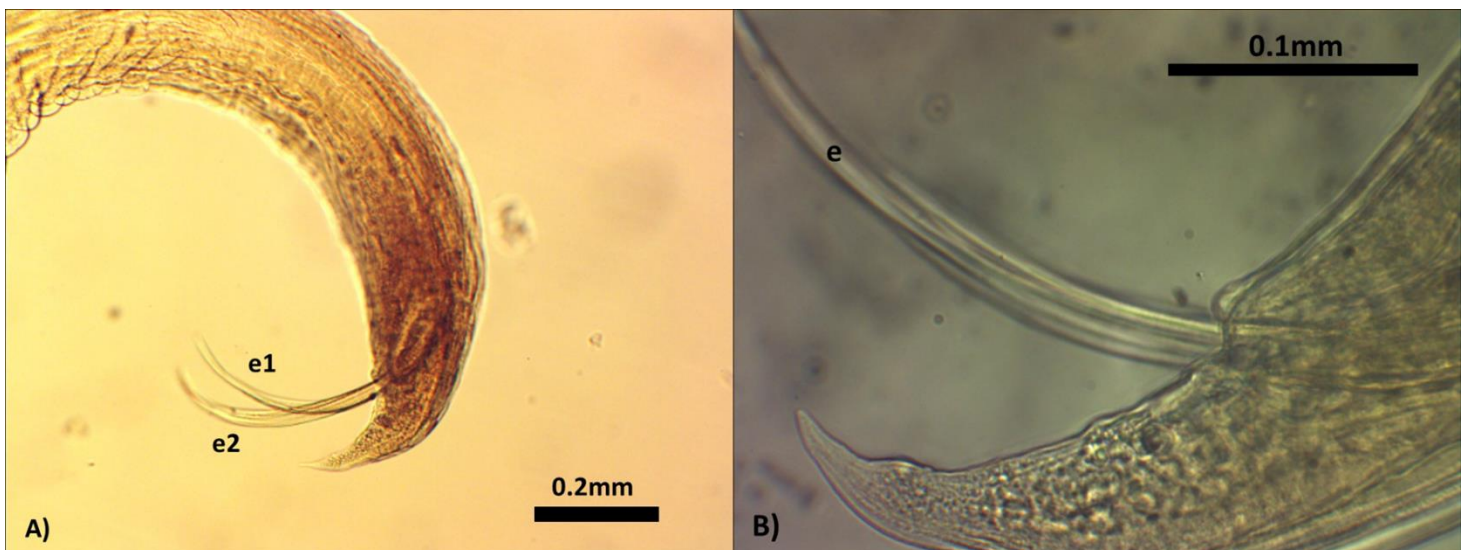


**Figura 15. A)** Hembra de *C. americana*, vulva **v** y sus dos úteros **u1/u2**, **B)** Abertura anal de la hembra **C)** Huevos en el útero de la hembra, **D)** Huevos elípticos de *C. americana*.

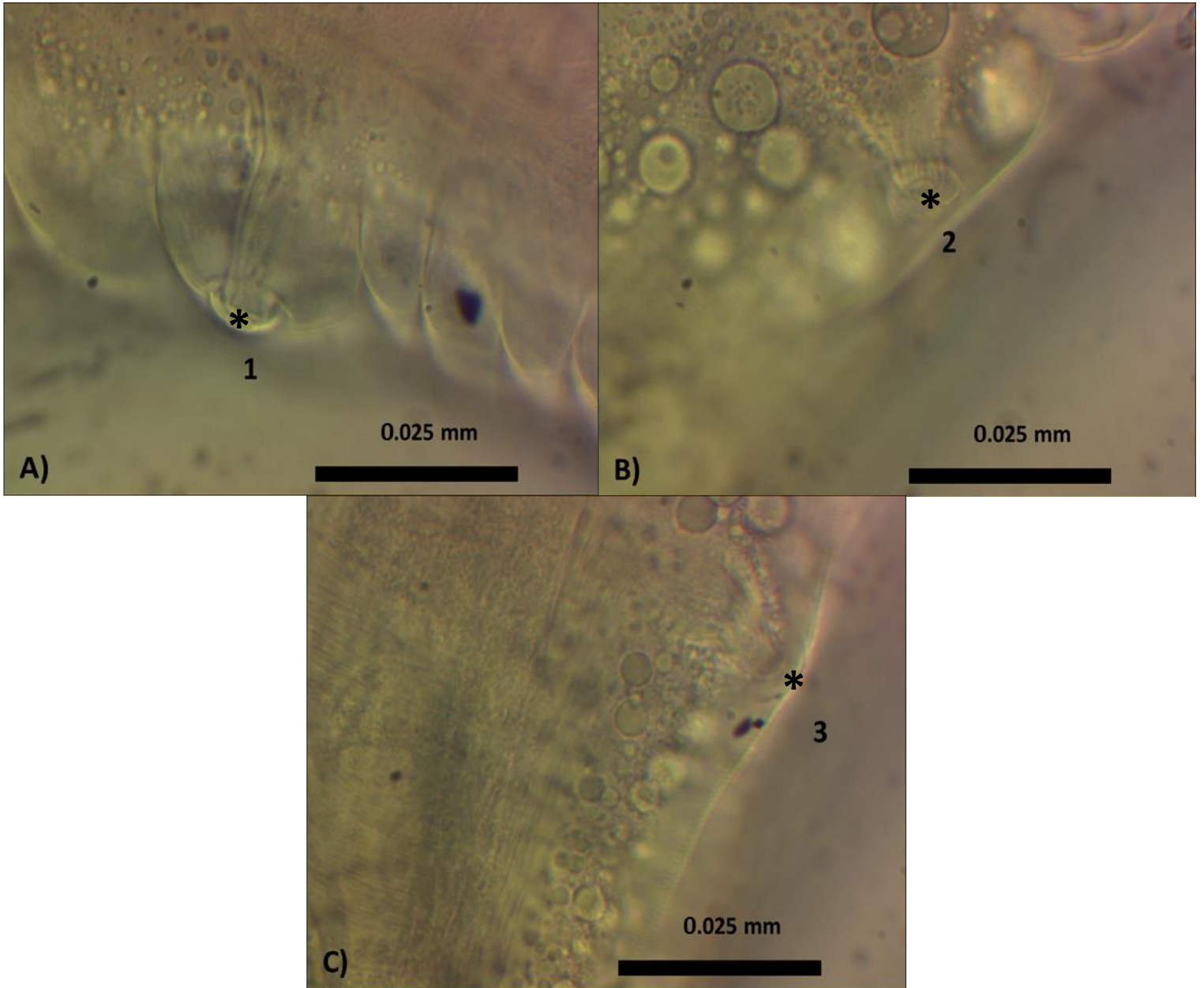


### Descripción del macho:

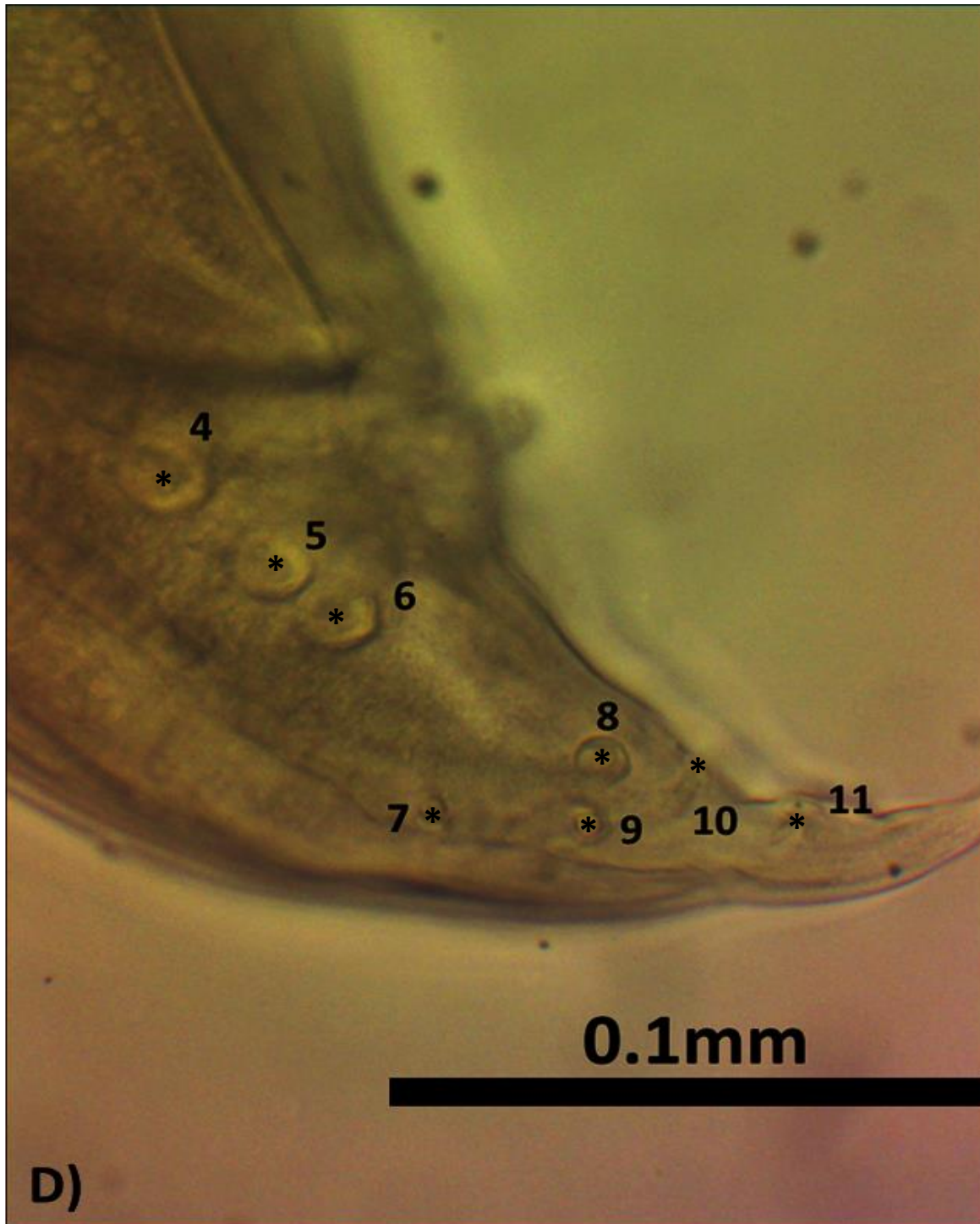
Los machos son generalmente más pequeños que las hembras por dos o tres milímetros, los machos midieron de longitud máxima  $9.94 \pm 1.23\text{mm}$  de largo y  $0.53 \pm 0.06\text{mm}$  de anchura máxima. La longitud total del esófago es de  $1.68 \pm 0.43\text{mm}$  y la longitud del divertículo intestinal es de  $0.89 \pm 0.22\text{mm}$ . El diámetro del bulbo anterior y posterior es de  $0.124 \pm 0.007\text{mm}$  y  $0.21 \pm 0.02\text{mm}$  respectivamente. La distancia del anillo nervioso respecto al extremo anterior es de  $0.40 \pm 0.05\text{mm}$  y la distancia del poro excretor hacia la parte anterior es de  $0.98 \pm 0.13\text{mm}$ . Los machos cuentan con dos espículas para mantener la vulva abierta y permitir el paso del esperma, tienen forma curva y son ensanchadas en la parte de la base haciéndose más delgadas hacia la punta midiendo  $0.74 \pm 0.20\text{mm}$ . Cuenta con un gobernáculo como estructura accesoria de las espículas y que es más o menos cónico terminando sin punta con una longitud total de  $0.165 \pm 0.03\text{mm}$ . La región caudal se encuentra notoriamente curvada hacia la región ventral del cuerpo, con estriaciones diagonales visibles (Figura 16). Cuenta con un total de 11 pares de papilas caudales con la siguiente disposición: tres pares pre-cloacales, tres pares cloacales y cinco pares post-cloacales de las cuales dos pares son laterales y tres pares ventrales (Figuras 17, 18 y 19). El largo de la cauda es de  $0.17 \pm 0.02\text{mm}$  y  $0.06 \pm 0.01\text{mm}$  de ancho.



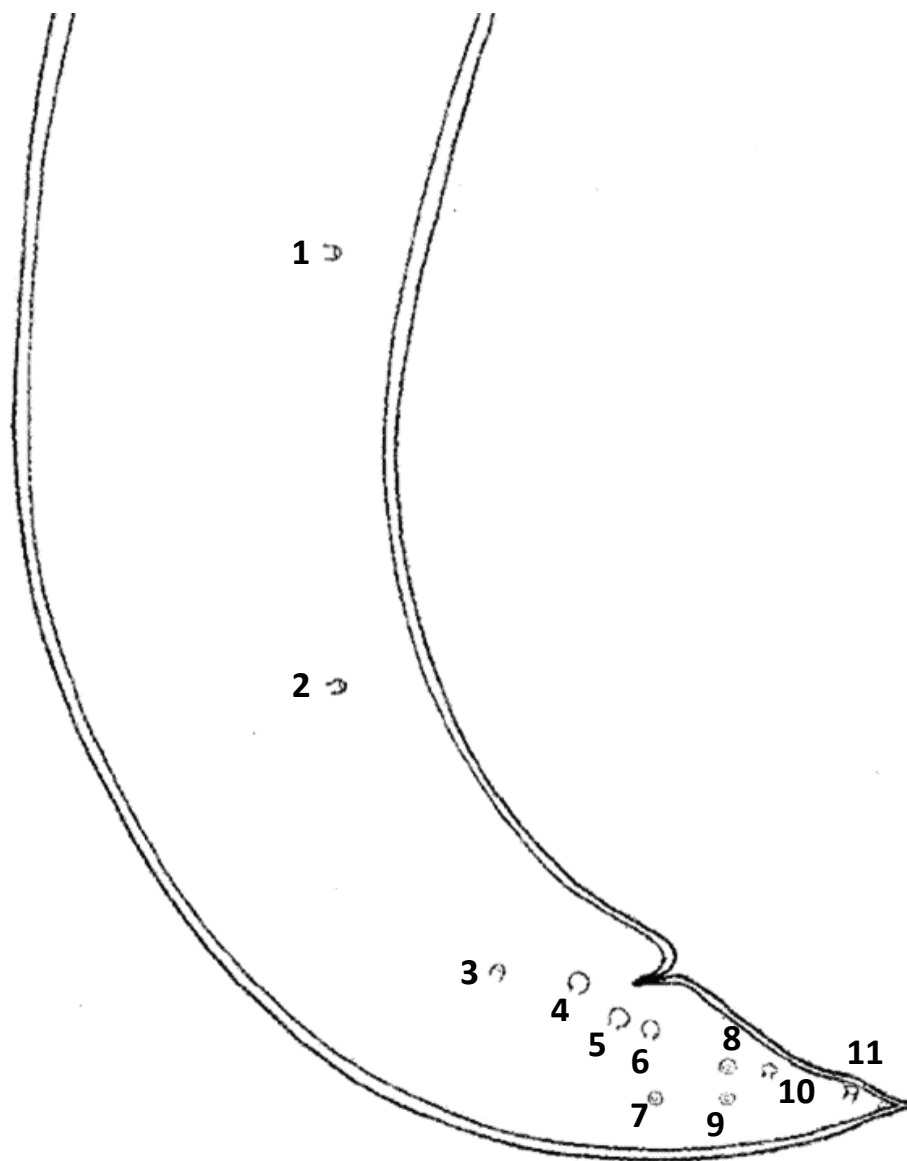
**Figura 16. A)** Cloaca y dimensiones de las espículas del macho de *C. americana* e1/e2, **B)** Cauda curvada ventralmente y espícula e.



**Figura 17. A)** Vista lateral de la papila pre-cloacal **1** del macho de *C. americana*, **B)** Vista lateral de la segunda papila pre-cloacal **2**, **C)** Vista lateral de la tercer papila pre-cloacal **3**. (Fotos: Flores-Hernández, 2017).



**Figura 18.** Vista lateral de las tres papilas cloacales (4, 5 y 6) y cinco post-cloacales (7, 8, 9, 10 y 11). (Fotos: Flores-Hernández, 2017)



**Figura 19.** Vista lateral de las tres papilas pre-cloacales (1, 2 y 3), tres papilas cloacales (4, 5 y 6) y cinco post-cloacales (7, 8, 9, 10 y 11). (Esquema: Flores-Hernández, 2017).

## Datos morfométricos

Se obtuvieron las medidas de los nematodos parásitos mediante la observación de 25 machos y 37 hembras en estado adulto, las hembras fueron de mayor tamaño que los machos (Tabla 4).

**Tabla 4.** Datos morfométricos de los nematodos parásitos obtenidos expresados en mm.

Machos		Hembras	
Longitud máxima	9.94 ± 1.23	Longitud máxima	10.83 ± 1.03
Ancho máximo	0.53 ± 0.06	Ancho máximo	0.57 ± 0.09
# de proyecciones faríngeas	14-16	# de proyecciones faríngeas	14-16
Long. esófago	1.68 ± 0.43	Long. esófago	2.02 ± 0.39
Long. divertículo intestinal	0.89 ± 0.22	Long. divertículo intestinal	0.97 ± 0.13
Diámetro bulbo anterior	0.124 ± 0.007	Diámetro bulbo anterior	0.153 ± 0.012
Diámetro bulbo posterior	0.21 ± 0.02	Diámetro bulbo posterior	0.22 ± 0.03
Distancia del anillo nervioso al extremo anterior	0.40 ± 0.05	Distancia del anillo nervioso al extremo anterior	0.38 ± 0.12
Distancia del poro excretor al extremo anterior	0.98 ± 0.13	Distancia del poro excretor al extremo anterior	1.10 ± 0.31
Largo de la cauda	0.17 ± 0.02	Largo de la cauda	0.89 ± 0.12
Ancho de la cauda	0.06 ± 0.01	Ancho de la cauda	0.10 ± 0.03
# de espículas	2	Largo de huevos	0.097 ± 0.01
Tamaño de las espículas	0.74 ± 0.20	Ancho de huevos	0.066 ± 0.04
Long. del gobernáculo	0.165 ± 0.03	Distancia de la región anterior a la vulva	4.85 ± 1.12

### Descripción de las larvas:

Las larvas de *C. americana* asociadas a *D. virginiana* se encuentran en su etapa larval número tres y cuatro, de aproximadamente 11 a 18 días de infección (Crites, 1956b) con una longitud total de  $6.03 \pm 0.07$ mm y ancho de  $0.299 \pm 0.09$ mm.

En la región de la boca los tres labios son visibles aunque no bien desarrollados; las proyecciones de la faringe son distinguibles en la mayoría de los organismos variando en números de 14 a 16 y perdurarán a lo largo de la vida del organismo. El esófago tiene una longitud de  $1.07 \pm 0.01$ mm, el bulbo posterior adquiere su forma definitiva (aunque en menor tamaño que la de un adulto) con un diámetro de  $0.138 \pm 0.01$ mm y la distancia del anillo posterior hacia el extremo anterior es de  $0.415 \pm 0.03$ mm. La parte de la cauda es pequeña y no cuenta con estructuras como papilas caudales distinguibles (Figura 20).

### Datos morfométricos

Se obtuvieron las medidas mediante la observación de las estructuras ya diferenciadas de 30 larvas tomándose a machos y hembras por igual (Tabla 5).

**Tabla 5.** Datos morfométricos de las larvas de nematodos parásitos obtenidos expresados en mm.

Larvas	
Longitud máxima	$6.03 \pm 0.07$
Ancho máximo	$0.299 \pm 0.09$
# de proyecciones faríngeas	14-16
Long. esófago	$1.07 \pm 0.01$
Long. divertículo intestinal	$0.415 \pm 0.03$
Diámetro bulbo posterior	$0.138 \pm 0.01$
Distancia del poro excretor al extremo anterior	$0.415 \pm 0.03$



**Figura 20.** Larvas de *C. americana* observadas en microscopio estereoscópico. (Fotos: Flores-Hernández, 2017).

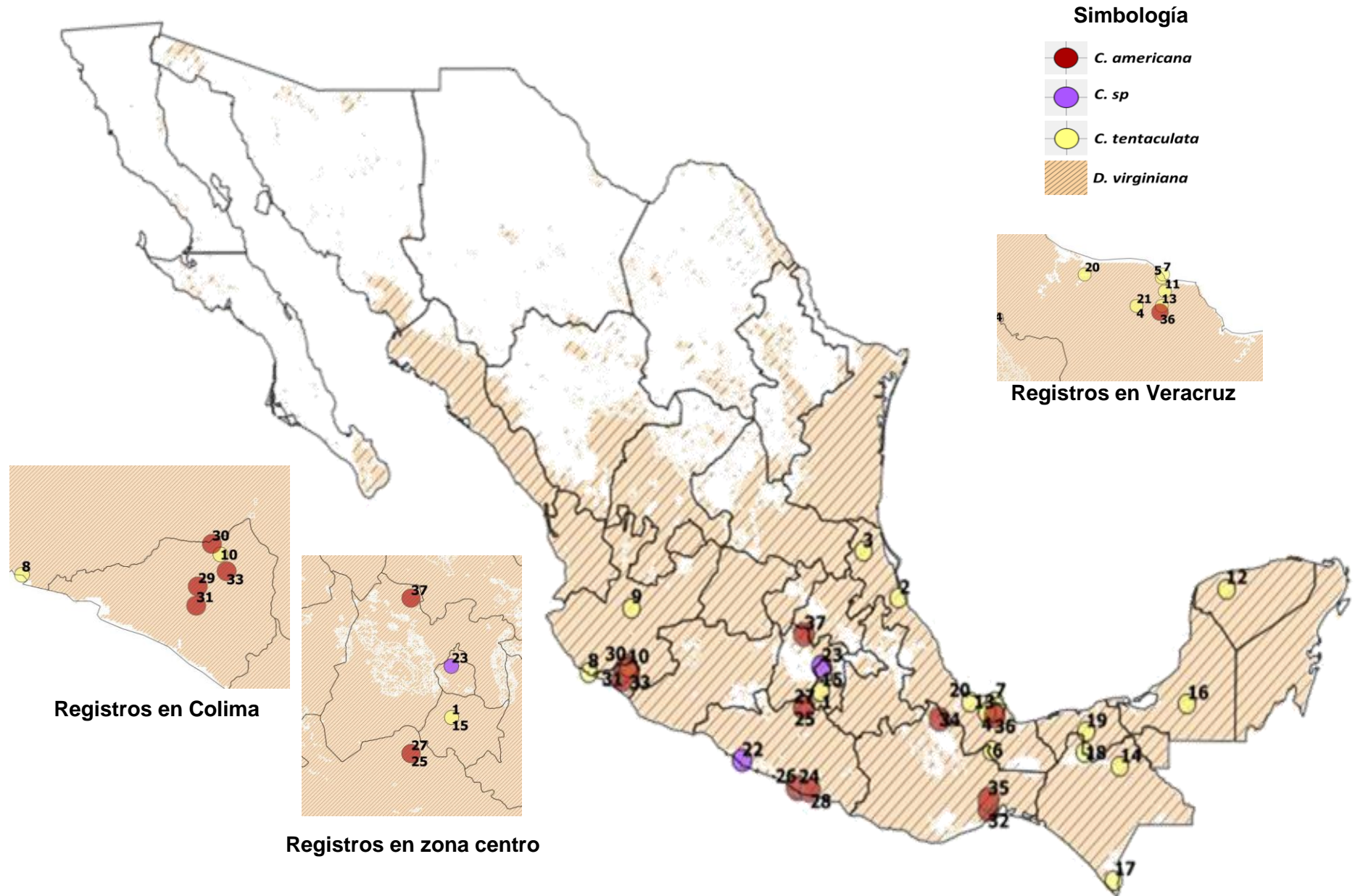
### Parámetros ecológicos

**Tabla 6.** Parámetros ecológicos del número total de individuos

Prevalencia	<b>85%</b>
Abundancia promedio	<b>33.0</b>
intensidad media	<b>38.5</b>
Intervalo de Intensidad	<b>1-122</b>

### Mapas de distribución del género *Cruzia* asociados a los tlacuaches en México.

Se obtuvieron un total de cuatro fichas con los mapas donde se marcaron mediante puntos y se enumeraron los sitios donde se han reportado nematodos parásitos del género *Cruzia* para los tlacuaches *D. virginiana* (Ficha 1), *D. marsupialis* (Ficha 2), *P. opossum* (Ficha 3), y *Didelphis* sp. (Ficha 4).



**Ficha1.** Solapamiento de los registros de presencia del endoparásito del género *Cruzia* asociados al hospedero *D. virginiana*

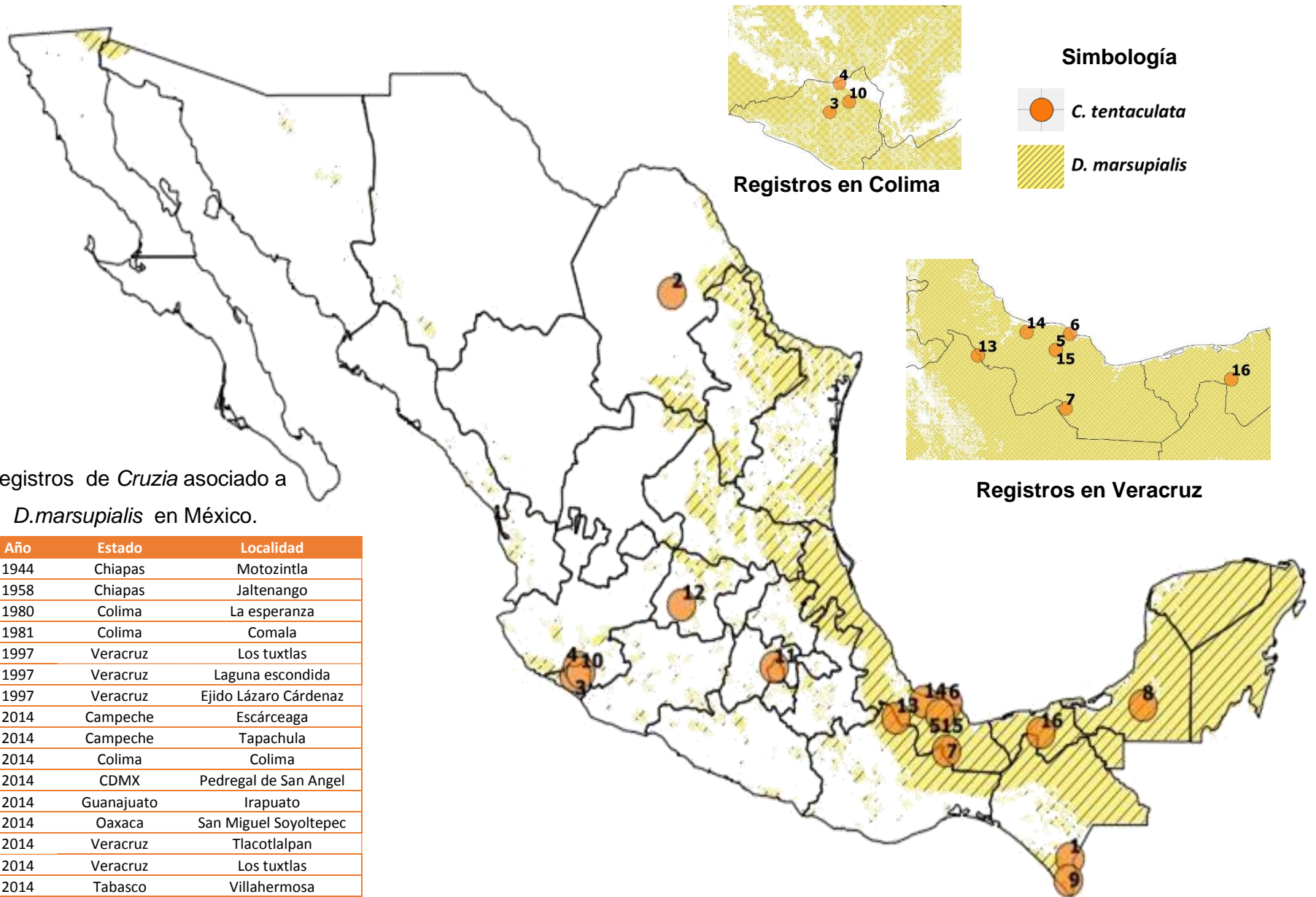


Registros de *Cruzia* asociado a *D. virginiana* en México.

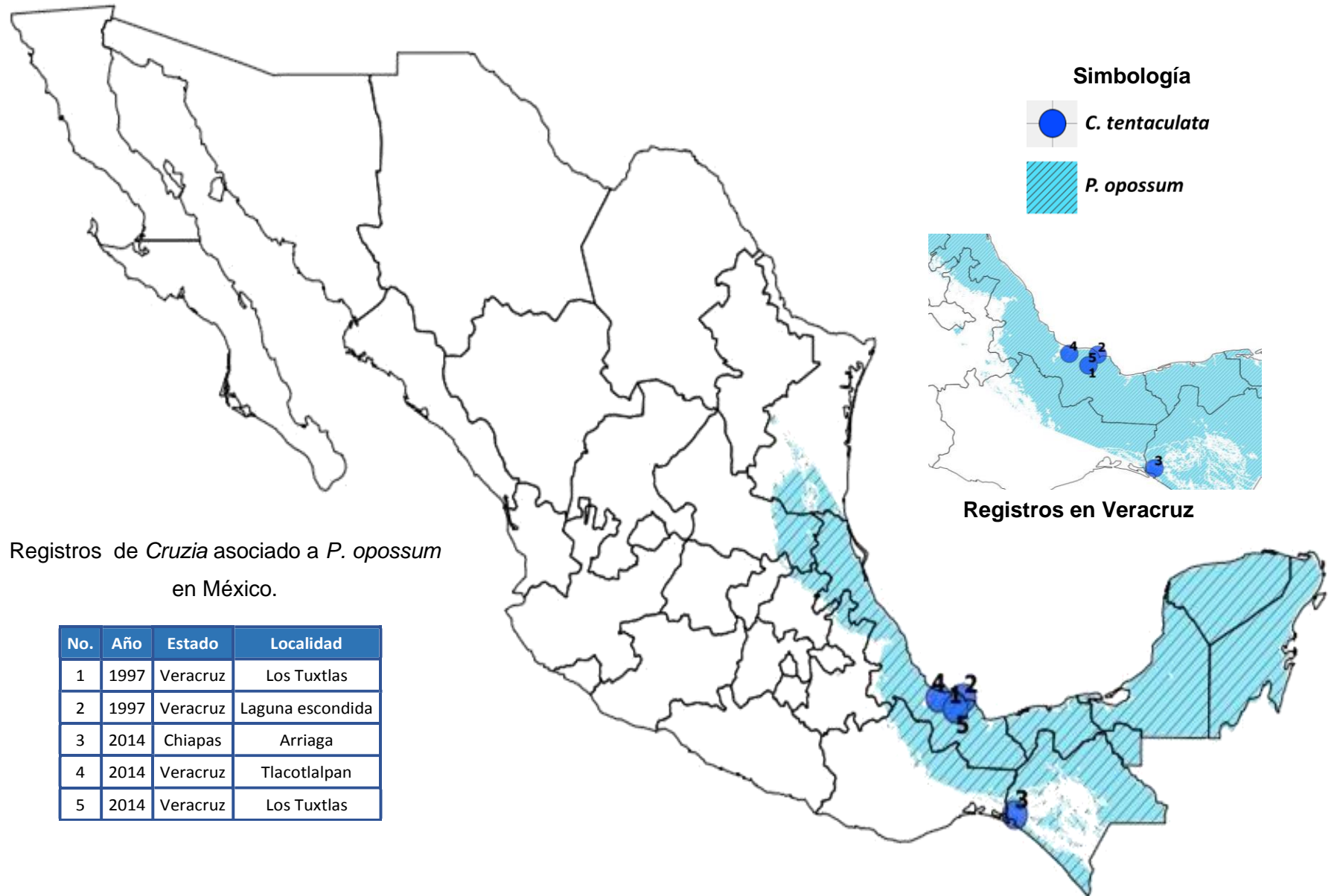
No.	Año	Especie	Estado	Localidad
1	1990	<i>C. tentaculata</i>	Morelos	Reserva Estatal de Monte Negro
2	1997		Veracruz	Rancho Tebanca
3	1997		Veracruz	Playa Escondida
4	1997		Veracruz	Los Tuxtlas
5	1997		Veracruz	Laguna Escondida
6	1997		Veracruz	Ejido Lázaro Cárdenaz
7	1997		Veracruz	Camino Balzapote
8	2005		Jalisco	Autlán- Melaque
9	2005		Jalisco	Juntas-Palmas
10	2005		Colima	Comala
11	2005		Colima	Dos Amates
12	2005		Yucatán	Merida
13	2005		Veracruz	Laguna Escondida
14	2005		Chiapas	Cascadas Agua Azul
15	2005		Nuevo León	Reserva Estatal de Monte Negro
16	2014		Campeche	Escárceaga
17	2014		Campeche	Tapachula
18	2014		Tabasco	Teapa
19	2014		Tabasco	Villahermosa
20	2014		Veracruz	Tlacotalpan
21	2014		Veracruz	Los Tuxtlas
22	2005	<i>C. sp</i>	Guerrero	Carretera Coyquilla-Joluta
23	2010		CDMX	Pedregal de San Angel
24	2002	<i>C. americana</i>	Guerrero	San Pedro las Payas
25	2002		Guerrero	Taxco el viejo
26	2005		Guerrero	Laguna de tres Palos
27	2005		Guerrero	Taxco el viejo
28	2005		Guerrero	La Estancia
29	2005		Colima	Colima
30	2005		Colima	Comala
31	2005		Colima	La Esperanza
32	2005		Colima	Madrid
33	2005		Oaxaca	Mixtequilla
34	2005		Oaxaca	Carretera Temazcal
35	2005		Oaxaca	Nizanda
36	2005		Veracruz	Las cabañas
37	2019		Estado de México	La comunidad

Registros de *Cruzia* asociado a  
*D. marsupialis* en México.

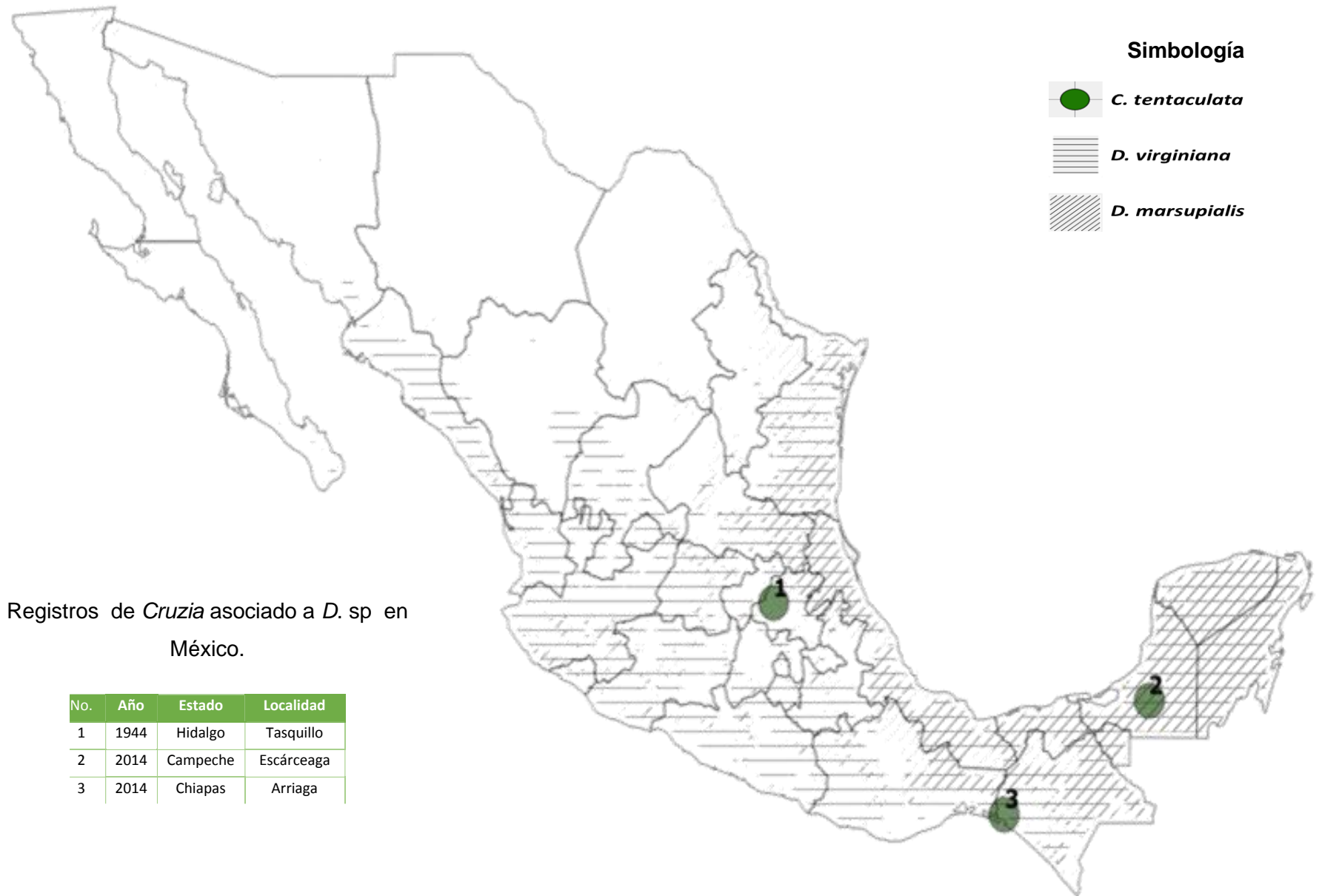
No.	Año	Estado	Localidad
1	1944	Chiapas	Motozintla
2	1958	Chiapas	Jaltenango
3	1980	Colima	La esperanza
4	1981	Colima	Comala
5	1997	Veracruz	Los tuxtlas
6	1997	Veracruz	Laguna escondida
7	1997	Veracruz	Ejido Lázaro Cárdenaz
8	2014	Campeche	Escárceaga
9	2014	Campeche	Tapachula
10	2014	Colima	Colima
11	2014	CDMX	Pedregal de San Angel
12	2014	Guanajuato	Irapuato
13	2014	Oaxaca	San Miguel Soyoaltepec
14	2014	Veracruz	Tlacotalpan
15	2014	Veracruz	Los tuxtlas
16	2014	Tabasco	Villahermosa



**Ficha 2.** Solapamiento de los registros de presencia del endoparásito del género *Cruzia* asociados al hospedero *D. marsupialis*



**Ficha 3.** Solapamiento de los registros de presencia del endoparásito del género *Cruzia* asociados al hospedero *P. opossum*.



**Ficha 4.** Solapamiento de los registros de presencia del endoparásito del género *Cruzia* asociados al hospedero *D. sp*

## IX Discusión

Los parásitos tienen una influencia sobre los hospederos, similar a la que cumplen los depredadores, los competidores y otros enemigos naturales, de hecho la influencia de un parásito en un hospedero puede afectar su respuesta a competidores y mutualistas, su reacción a las condiciones físicas del medio ambiente, su estado de salud, su capacidad reproductiva, su habilidad para obtener recursos o su conservación (Rico-Hernández. 2011). Los estudios de la biología de los parásitos pueden ser utilizados como bioindicadores de la salud ambiental en sitios determinados y la salud de sus hospederos (Vidal-Martínez, 2007).

Los nematodos parásitos de vertebrados aún no han sido completamente estudiados, constituyen el segundo grupo con mayor riqueza específica como parásitos de vertebrados silvestres de México, contando con un registro de 402 especies asociadas (García-Prieto *et al.* 2014).

El estudio particular de los nematodos parásitos de tlacuaches en México nos permite establecer los taxa que los parasitan para reconocer como es que está llevándose dicha interacción entre los marsupiales terrestres del país y sus nematodos. Para el tlacuache *D. virginiana* se conocen hasta ahora 17 especies de nematodos parásitos asociados (Acosta, 2014), donde la familia Kathlaniidae es una de las más representativas; esta familia cuenta con 17 géneros incluido el género *Cruzia* y de las especies del género, solo tres parasitan mamíferos marsupiales: *C. americana*, *C. cameroni* y *C. tentaculata* (Acosta, 2014). Entre los nematodos reportados asociados al tracto digestivo en tlacuaches se encuentra la especie *C. americana*.

*C. americana* se ha reportado anteriormente por Monet-Mendoza (2002) y Monet-Mendoza *et al.* (2005) en 11 localidades distribuidas en los Estados de Guerrero, Oaxaca, Colima, y Veracruz (Tabla 1), sin antecedentes para el Estado de México por lo que con el presente estudio, se contribuye a ampliar el conocimiento sobre la distribución de *C. americana* asociado a *D. virginiana*, siendo este el primer registro de la especie para la localidad “La comunidad” en el Estado de México.

Al no contar con hospederos intermediarios en su ciclo de vida, el éxito de *C. americana* depende totalmente de la distribución del tlacuache que parasita. *D. virginiana* es la especie de tlacuache más abundante y la mayormente distribuida en México por lo que es también la que presenta mayor cantidad de nematodos parásitos asociados (Acosta, 2014); de acuerdo con el presente estudio y a la literatura citada se confirma que la especie *C. americana* forma parte de la fauna representativa de *D. virginiana*.

Como se mencionó anteriormente, el ciclo de vida de *C. americana* es directo, los huevos embrionados pasan a las heces. En condiciones favorables de temperatura, humedad y oxígeno, la primer etapa larval se forma entre los siete-nueve días y la primera muda toma lugar 10 días después de que los huevos fueron liberados al medio. En el tlacuache, los huevos la segunda etapa larval eclosiona en el duodeno o en el íleon (parte del intestino delgado que está comprendida entre el yeyuno y el principio del intestino grueso) y se mueven al ciego donde suceden tres mudas antes de llegar al estado adulto: la segunda muda toma lugar después de cinco días, la tercer muda a los 10 días y la cuarta a los 28 o 29 días después de la infección (Anderson, 2000).

Los huevos que son ingeridos por el tlacuache donde posteriormente se vuelven infectivos hasta después de la primer muda y que la segunda etapa larval se comience a desarrollar. Los huevos fertilizados se pueden transmitir a otros hospederos 46 a 48 días después de que son infectivos (Anderson, 2000; Nichelason *et al.* 2008).

Los tlacuaches al ser animales con dieta omnívora, pueden ingerir accidentalmente los huevos fertilizados del parásito, de igual manera los huevos pueden ser ingeridos por estar en contacto con las excretas de otros tlacuaches e inclusive por el contacto con las excretas directamente en la madriguera, esto sucede porque aunque *D. virginiana* suele salir a eliminar sus desechos, en los meses más fríos cuando la temperatura es muy baja, el tlacuache no sale de la madriguera para defecar o alimentarse (Fitch y Sandidge. 1970) por lo que las crías y los adultos se encuentran expuestos directamente a los desechos. El parásito *C. americana*,

localizado en el ciego del tlacuache no parece causar patología en cuando se encuentra bajo en número; sin embargo, en números grandes, esta especie puede causar desnutrición (Nettles *et al.* 1975).

Según lo reportado por Crites en 1956a y por Monet-Mendoza en el 2002, los organismos de *C. americana* se sitúan en el ciego de *D. virginiana* coincidiendo con los resultados del presente estudio, sin embargo, cinco organismos de *C. americana* (dos machos y tres hembras) se encontraban en el colon y uno más en el intestino. Esto puede deberse a que, como ya se mencionó antes, la segunda etapa larval de *C. americana* tiene que eclosionar en el duodeno o en el íleon y tienen que movilizarse hacia el ciego por lo que, durante este proceso, el nematodo pudo desviarse o deslizarse alejándose del ciego y completando las mudas en estos órganos; otra posibilidad es que cuando el macho termina la actividad copulatoria, puede migrar hacia otro órgano para alejarse de la hembra ya que para algunas especies la localización puede variar a lo largo de su ciclo de vida y los requerimientos de cada especie influyen en su localización dentro del hospedero (Monet-Mendoza, 2002).

De acuerdo a nuestro estudio, los hospederos con mayor carga parasitaria fueron obtenidos en el rango de meses de enero a octubre (Tabla 2), esto sucede porque los tlacuaches *D. virginiana* generalmente excretan los huevos *C. americana* durante la estación húmeda ya que estas condiciones permiten que los huevos tengan una mayor probabilidad de supervivencia y por lo tanto se acumulen en el medio ambiente, proporcionando una fuente de infección a largo plazo y por consiguiente, los tlacuaches tienen más probabilidad de adquirir al parásito en esta temporada (Nichelason *et al.* 2008). La presencia de parásitos adultos en el 85. 7% de los hospederos pudo deberse a una gran cantidad de huevos en el ambiente de *C. americana* durante toda la estación húmeda.

Por su parte, las larvas fueron encontradas únicamente en uno de los siete hospederos, presentando una tercer y cuarta etapa larval hasta el 11 de octubre del año 2017, por lo que se podría decir que los huevos fueron adquiridos por los hospederos aproximadamente entre los días 22 al 29 de septiembre del mismo año,

realizando las mudas dentro del tlacuache continuando con su desarrollo normal, y que los huevecillos fertilizados fueron expulsados por otro hospedero en la estación húmeda donde hay mayor incidencia de infección coincidiendo con lo reportado por Nichelason *et al.* en 2008. En el mismo estudio, se demostró que los tlacuaches adultos son significativamente más propensos que los juveniles a infectarse con *C. americana* debido a que estos mostraban una mayor cantidad de huevos en heces, al ser la muestra del presente estudio conformada únicamente por tlacuaches en estado adulto, se sugiere en un futuro realizar estudios en las heces fecales de *D. virginiana* con organismos de diferentes edades.

### **Morfometría**

Se realizó una comparación de las medidas morfométricas reportadas por Crites (1956a) y por Monet-Mendoza (2002) con las medidas morfométricas del presente estudio. Los ejemplares de la literatura muestran un tamaño notoriamente mayor al de los organismos del presente estudio en la longitud y anchura máxima pero teniendo poca variación en la demás morfometría coincidiendo con los rangos de ambos antecedentes (Tabla 7). La medida de longitud y anchura máxima fue mayor en las hembras que en los machos, esto coincide con la literatura consultada donde mencionan que es una característica distintiva de su dimorfismo sexual (Tabla 4 y 7).



**Tabla 7.** Características morfométricas de *C. americana* registradas por Crites (1956a), Monet-Mendoza (2002) y las obtenidas en el presente estudio, todas expresadas en mm.

Medidas morfométricas	Estudio actual		Crites, 1956a		Monet-Mendoza, 2002	
	<u>Machos</u>	<u>Hembras</u>	<u>Machos</u>	<u>Hembras</u>	<u>Machos</u>	<u>Hembras</u>
Longitud máxima	9.94 ± 1.23	10.83 ± 1.03	11.1 - 12.23	16.4 - 18.3	4.72 - 13.28	5.08 - 14.64
Ancho máximo	0.53 ± 0.06	0.57 ± 0.09	0.49 - 0.64	0.63 - 0.67	0.28 - 0.56	0.28 - 0.575
# de p. faríngeas	14-16	14-16	15-18	15-18	14-18	14-18
Long. esófago	1.68 ± 0.43	2.02 ± 0.39	2.11 - 3.14	2.23 - 2.41	1.014 - 1.575	1.068 - 1.754
Long. divertículo intestinal	0.89 ± 0.22	0.97 ± 0.13	0.27 - 0.300	0.88 - 1.22	0.685 - 1.027	0.479 - 1.274
Diámetro bulbo anterior	0.124 ± 0.007	0.153 ± 0.012	0.09 - 0.11	0.08 - 0.09	0.68 - 0.123	0.068 - 0.123
Diámetro bulbo posterior	0.21 ± 0.02	0.22 ± 0.03	0.81 - 0.98	0.27 - 0.32	0.205 - 0.301	0.205 - 0.287
Distancia del anillo nervioso al extremo anterior	0.40 ± 0.05	0.38 ± 0.12	0.44 - 0.61	0.49 - 0.55	0.315 - 1.027	0.369 - 0.644
Distancia del poro excretor al extremo anterior	0.98 ± 0.13	1.10 ± 0.31	1.11 - 1.94	1.25 - 1.57	0.685 - 1.315	0.794 - 1.712
Largo de la cauda	0.17 ± 0.02	0.89 ± 0.12	0.17 - 0.22	0.73 - 0.98	0.150 - 0.205	0.657 - 1.04
Ancho de la cauda	0.06 ± 0.01	0.10 ± 0.03	-	-	-	-
# de espículas	2	-	2	-	2	-
Tamaño de las espículas	0.74 ± 0.20	-	0.89 - 1.00	-	0.575 - 1.109	-
Long. gobernáculo	0.165 ± 0.03	-	0.14 - 0.16	-	0.137 - 0.178	-
Largo de huevos	-	0.097 ± 0.01	-	0.10 - 0.12	-	0.73 - 0.123
Ancho de huevos	-	0.066 ± 0.04	-	0.05 - 0.07	-	0.041 - 0.073
Distancia de la región anterior a la vulva	-	4.85 ± 1.12	-	-	-	2.055 - 7.4

En cuanto a las medidas de las larvas obtenidas en el estudio (Tabla 5), coinciden con la descripción de Crites (1956b), indicando que pertenecen tanto a la tercer y cuarta etapa larval, sin embargo, a pesar de cumplir con el tamaño del cuerpo, la musculatura de la faringe visible, el desarrollo del bulbo esofágico posterior y las proyecciones de la faringe los organismos de este estudio no muestran un dimorfismo sexual marcado en contraste por lo reportado por Crites (1956b) quien indica que los caracteres sexuales se desarrollan desde el inicio de la tercer etapa larval. Las larvas no mostraban únicamente diferenciación en el tamaño y la curvatura de la parte caudal en algunos ejemplares, pero al no lograr visualizarse mayor detalle por su falta de desarrollo, se tomaron a todas las larvas por igual

determinándose las etapas larvales por la morfometría y en base a las descripciones de Crites (1956b).

### **Comentarios taxonómicos**

Para la determinación taxonómica, se tomaron en cuenta diversas características propias de la especie:

- Presencia de papila cervical (Figura 12B).
- El arreglo de las papilas en los labios. El labio dorsal con un par de papilas en el margen interno y dos papilas dobles en el margen externo, los labios subventrales con dos papilas dobles en el margen interno y una papila doble en el margen externo y un anfidio (Figura 14).
- Número de proyecciones faríngeas 14 a 16 (Figura 13).
- Localización del poro excretor en posición anterior al divertículo intestinal (Figura 12A)
- Un total de 11 pares de papilas caudales en el macho agrupadas de la siguiente manera: tres pares pre-cloacales, tres pares cloacales y cinco pares post-cloacales de los cuales tres pares son ventrales y dos laterales (Figura 17, 18 y 19).
- Arreglo de las espículas (Figura 16)
- Vulva transversal en posición ligeramente anterior con labios prominentes y dos úteros largos (Figura 15A).

Estas características coinciden con lo reportado por Crites (1956a), Monet-Mendoza (2002) y Monet-Mendoza *et al.* (2005). La confirmación de la determinación de la especie se realizó mediante una comparación de las descripciones por Crites (1956a) y por Monet-Mendoza (2002).

La familia Kathlaniidae se caracteriza por la presencia de bulbos esofágicos y de papilas caudales en la región ventral de los machos, características que comparte con el género *Cruzia*. Como ya se mencionó anteriormente, este género se encuentra integrado por 17 especies donde se pueden encontrar representantes de especies parásitas de reptiles, anfibios y mamíferos (Adnet *et al.* 2009).

La especie *C. mexicana*, reportada como parásita del lagarto mexicano, tiene también cinco pares de papilas post-cloacales pero se distingue fácilmente de *C. americana* por tener solo dos pares pre-cloacales y un gobernáculo muy corto, la especie *Cruzia testudinis* de la tortuga *Terrapene carolina triunguis*, a pesar de tener once pares de papilas caudales, pueden distinguirse de *C. americana* en la longitud de la cauda de la hembra, longitud de la faringe y longitud del gobernáculo en los machos.

De igual manera el género *Cruzia* cuenta con tres especies parásitas registradas para marsupiales: *C. americana*, *C. cameroni* y *C. tentaculata* (Monet-Mendoza, 2002).

La especie *C. cameroni* presenta un total de 10 papilas caudales difiriendo de *C. americana* que cuenta con 11, otra característica distintiva es en la región de la boca ya que carece de la papila externo-lateral en los labios subventrales, de igual manera difiere en *C. americana* por los labios de la vulva ya que en *C. cameroni* no son prominentes y al contrario que *C. americana*, el poro excretor se encuentra muy cercano al anillo nervioso (Monet-Mendoza, 2002).

En 1930, Maplestone propuso el nombre de *C. americana* para reasignar ejemplares parásitos de marsupiales de Norteamérica que habían sido determinados como *C. tentaculata* (Monet-Mendoza, 2002). Aunque se puede decir que *C. americana* y *C. tentaculata* son casi idénticas, de acuerdo con Crites (1956a) y Cañeda-Guzmán (1997), las dos especies se pueden diferenciar por que los labios de *C. americana* son más en forma de arco que en *C. tentaculata*, de igual manera las papilas de dichos labios tienen un arreglo diferente siendo en *C. americana* dos papilas dobles en el labio dorsal y una paila doble hacia el margen externo lateral de los labios subventrales con un anfidio prominente mientras que para *C. tentaculata* las papilas del labio dorsal son simples y en los labios subventrales tiene una papila en el margen interno de cada labio y otra en el margen externo. Por otra parte *C. americana* cuenta con una papila cervical que se pensaba ausente hasta hace algunos años en *C. tentaculata* pero que con la descripción de Adnet *et al.* (2009), se confirmó que se encuentra presente en ambas especies, el poro excretor en *C.*

*americana* es anterior al inicio del divertículo intestinal mientras que en *C. tentaculata*, el poro excretor suele ser posterior a la punta del divertículo intestinal (Crites, 1956a). El número de proyecciones de la faringe varía de 14 a 18 en *C. americana* (Crites, 1956a) y de 8 a 14 *C. tentaculata* (Acosta, 2014).

Según Monet-Mendoza (2002), *C. americana* cuenta con 11 pares de papilas caudales con la siguiente disposición: tres pares pre-cloacales, tres pares cloacales y cinco pares post-cloacales de las cuales dos pares son laterales y tres pares ventrales mientras que Adnet *et al.* (2009), menciona que la región caudal de *C. tentaculata* muestra solo 10 pares de papilas dobles: tres pares pre-caudales, tres pares caudales y cuatro pares post-caudales de las cuales hay dos pares paralelos, un par laterodorsal y un par en el extremo posterior casi en la punta de la cauda.

El género *Cruzia* es capaz de proliferar de manera exitosa en este tlacuache, por lo que en ocasiones las especies *C. tentaculata* y *C. americana* pueden llegar a confundirse al momento de determinarse por el alto grado de similitud que presentan, esto puede deberse a que es común hallar un gran número de parásitos juveniles en los hospederos o por otro lado, a que al momento de observar el arreglo de las papilas en los machos, se haya omitido una de las dos papilas laterales que representa el quinto par de papilas post-cloacales el cual, no siempre se logra observar con éxito al momento de realizar el montaje ya sea por la posición en que se encuentre el macho o por no conseguir el enfoque preciso, eso aumentando que las hembras se encuentran en mayor número que los machos por lo que la falta de material puede jugar un papel importante en el no poder corroborar la determinación.

De igual manera al encontrar cualquier organismo con características del género *Cruzia* se podría dar por hecho que pertenezcan a la especie *C. tentaculata* debido a su alta incidencia en los reportes del país, en contraste con los reportes de *C. americana*.

Por todo lo anterior, se sugeriría realizar una revisión a las colecciones con ayuda de literatura más actualizada para corroborar que los organismos efectivamente pertenezcan a la especie *C. tentaculata*.

## Parámetros ecológicos

La prevalencia en el presente estudio fue del 85% (Tabla 6) lo que indica el más alto índice de infección por parte de *C. americana* hacia *D. virginiana* en el país (Tabla 8). Estos niveles tan altos pueden deberse a una tasa alta de ingesta de huevos fertilizados del parásito ocasionada por los hábitos alimenticios de este marsupial, es decir, su dieta omnívora (Monet-Mendoza, 2002). Estos valores altos de prevalencia coinciden con los reportados para el estado de Veracruz (79%), el estado de Oaxaca (68.1%) y Colima (56%), sin embargo según lo reportado por Monet-Mendoza *et al.* (2005) y Monet-Mendoza (2002) el estado de Guerrero presenta prevalencias menores (21% y 27% respectivamente), lo que puede indicar variaciones en la dieta del tlacuache.

La abundancia promedio en este estudio fue de 33 parásitos por tlacuache parasitado (Tabla 6) reportada por primera vez en el país (Tabla 8) y que en conjunto con la prevalencia, provee información sobre los hábitos alimenticios del hospedero dando indicio de que *D. virginiana*, al ser un organismo omnívoro, incluye en su dieta una gran variedad de alimentos que influyen en la presencia de parásitos (Monet-Mendoza, 2002) dando a conocer que los hábitos alimenticios preferentes de *D. virginiana* favorecen la presencia de *C. americana* en el estado de México y en el país.

La intensidad media por su parte fue de 38.5 por tlacuache parasitado (Tabla 6), siendo el segundo registro más elevado de intensidad de infección que se ha reportado (Tabla 8) solo después del estado de Veracruz con 168 (Monet-Mendoza *et al.* 2005), lo que coincide con sus altos números de prevalencia. Los niveles de intensidad media presentan una variación significativa en los demás estados del país donde la cifra más cercana a la del presente estudio fue en el estado de Colima con 22.4 por lo que se puede decir que los tlacuaches de Veracruz, Colima y los de este estudio se encuentran altamente parasitados con infecciones muy intensas contrastando con los tlacuaches del estado de Guerrero reportados por Monet-Mendoza *et al.* (2005) y Monet-Mendoza (2002) casi no se encuentran parasitados

por *C. americana* y los que sí cuentan con el parásito, muestran infecciones de baja intensidad.

El intervalo de intensidad de este estudio fue de 1-122 (Tabla 6) parásitos comparada con los de Monet-Mendoza *et al.* en 2005 de 1-23 para el estado de Guerrero, 4-70 en Colima, 6-94 de Oaxaca y 3-315 en el estado de Veracruz, indicando variaciones entre los estados del país (Tabla 8).

Las infecciones masivas características de este género se deben en gran medida a la auto infección por parte de los hospederos (Acosta, 2014). La intensidad media de este estudio es alta indicando que los tlacuaches de *D. virginiana* que habitan la localidad “La comunidad” en el Estado de México, presentan infecciones intensas de parásitos de *C. americana* lo que podría ocasionarle desnutrición a largo plazo.

**Tabla 8.** Comparación de los parámetros ecológicos de *C. americana* en los estudios de Monet-Mendoza *et al.* (2005), Monet-Mendoza (2002) y el presente estudio donde **n**= número de muestra, - = datos no obtenidos por los autores y \* = parámetros calculados con base en los datos del estudio.

Antecedente	Prevalencia	Abundancia	Intensidad media	Intervalo de intensidad
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) Guerrero	21.0 %	-	13.3	1-23
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) Colima	56.0 %	-	22.4	4-70
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) Oaxaca	68.1 %	-	22.0	6-94
Monet-Mendoza <i>et al.</i> (2005) Veracruz	79.0 %	-	168.0	3-315
Monet-Mendoza (2002) Guerrero	27% *	2.4 *	9 *	-
Este estudio	85%	33	38.5	1-122

## Mapa de distribución

En México, los integrantes de la familia Didelphidae cuentan con un gran registro de nematodos parásitos en las especies *D. virginiana*, *D. marsupialis* y *P. opossum* (García-Prieto *et al.* 2012). Los nematodos pertenecientes al género *Cruzia* se encuentra ampliamente reportado para estas especies de tlacuaches, con un total de 60 localidades distribuidas en 12 estados (Ficha, 1, 2, 3 y 4).

La distribución del género *Cruzia* es altamente coincidente con la amplia distribución de *D. virginiana* y *D. marsupialis* e incluso con la distribución restringida de *P. opossum* concordando con lo reportado por Acosta (2014).

La especie *C. tentaculata* fue la única especie con reportes en *D. virginiana*, *D. marsupialis* y *P. opossum* además de la mayormente registrada en los tres tlacuaches y por consiguiente, la especie con mayor distribución en México. (Ficha, 1, 2, 3 y 4). Se distribuye mayormente en el sur del país desde la Ciudad de México y Morelos para continuar los reportes por el estado de Colima siguiendo por el estado de Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche y Yucatán, donde la mayor cantidad de reportes los presenta el estado de Veracruz; cuenta con únicamente tres registros en el norte del país en los estados de Jalisco, Guanajuato y Nuevo León por lo que se puede decir que *C. tentaculata* forma parte de la fauna parásita de los tlacuaches de México y América (Acosta, 2014).

La mayor cantidad de reportes de *C. tentaculata* la presentó el tlacuache *D. virginiana* con un total de 21 registros distribuidos en nueve estados y 18 localidades con reportes desde el año 1990 hasta el año 2014 (Ficha 1); por otra parte, *D. marsupialis* cuenta con 16 registros en ocho estados de la república distribuidos en 15 localidades diferentes desde 1944 hasta el año 2014 (Ficha, 2) por lo que se puede decir que el género *Didelphis* cumple un fuerte papel como portador de nematodos parásitos incluyendo representantes del género *Cruzia*, concordando con Pérez-Ponce de León y García-Prieto (2001). El marsupial *P. opossum* cuenta con cinco reportes en tres estados y tres localidades diferentes con el primer reporte en 1997 y el mas reciente en 2014 (Ficha 3).

La especie de *C. americana* cuenta con 14 registros en el país únicamente reportada en el tlacuache *D. virginiana* (Ficha 1) distribuyéndose en los estados de Guerrero, Colima, Oaxaca, Veracruz (Monet-Mendoza, 2002; Monet-Mendoza *et al.* 2005), y por primera vez reportado en el Estado de México con el presente estudio, los primeros reportes datan en el año 2002 y el más reciente reporte en el año 2019 por el estudio actual. El estado de Guerrero el que presenta mayor número de reportes con un total de cinco registros, seguido del estado de Colima, Oaxaca y Veracruz coincidiendo con lo reportado por Monet-Mendoza (2002) y Monet-Mendoza *et al.* (2005).

Por otro lado, se tiene registrado al nematodo *C. tentaculata* en los tlacuaches reportados como *D. sp* en los estados de Hidalgo por Caballero y Caballero y Zerecero (1994) y en Campeche y Chiapas por Acosta (2014) por lo que se colocaron en un mapa aparte donde se puede visualizar el área de distribución de los tres tlacuaches en los que se presenta esta especie de parásito (Ficha 4).

Con base en los resultados, en la región del sureste del país (Veracruz, Chiapas y Campeche) es la zona donde convergen simpátricamente las tres especies de tlacuaches y por consecuente donde más se han estudiado a estos hospederos tendiendo como resultado que los registros del género están mayormente representados en el sur (Acosta, 2014), aunque las especies *D. virginiana* y *D. marsupialis* cuentan con una distribución que incluye al centro y norte del país (Ceballos, 2006). Esto señala que los registros en el norte y los nuevos registros del centro del país, como el del presente estudio, servirán de referencia clave para conocer mejor la distribución de este género en el país.

Se puede observar con claridad que los parásitos del género *Cruzia* se encuentran relacionados con la distribución de sus hospederos, sin embargo, no porque el hospedero tenga una distribución determinada significa que el parásito cuente con la misma área de distribución como lo reportado por Monet-Mendoza *et al.* (2005). De igual manera, la ausencia de parásitos del género *Cruzia* se debe a que, si bien este género puede coexistir con algunas otras especies de nematodos parásitos (Gomes *et al.* 2003), generalmente no se presentan en conjunto con otros parásitos



del sistema digestivo. Así mismo, si el hospedero cuenta con una menor cantidad de alimentos el espectro de infecciones se reduce, por lo que si los tlacuaches están habituados a consumir solo un tipo de alimento por su abundancia en cierta región geográfica o por la falta de recursos alimenticios a su disposición, podría ser la explicación a esta ausencia de infección (Gregory *et al.* 1996).

El mapa de distribución elaborado en el presente estudio permite conocer los patrones la distribución de este género en México facilitando su visualización.

## X Conclusiones

- Los nematodos parásitos obtenidos del ciego, intestino y colon de seis tlacuaches pertenecientes a la especie *D. virginiana* fueron determinados taxonómicamente como la especie *Cruzia americana* debido a la observación de proyecciones de la faringe que van de 14 a 16 en número, la presencia de papila cervical, una vulva transversal en posición anterior con labios prominentes y dos úteros largos en las hembras y un total de 11 pares de papilas caudales en el macho.
- Se registra por primera vez para el Estado de México, a la especie *C. americana* en el tlacuache *D. virginiana*, perteneciente a la localidad “La Comunidad” en el municipio de Jilotepec, y por consecuente, se amplía el conocimiento sobre la distribución de esta especie de parásito.
- Se describe la morfometría y características de las poblaciones de *C. americana* asociadas al tlacuache *D. virginiana*, en la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México.
- Se describe por primera vez en México, los datos morfométricos y las características de las larvas de la especie *C. americana* asociadas al tlacuache *D. virginiana*, en la localidad “La comunidad”, Jilotepec, Estado de México.
- Se describió la interacción existente entre *C. americana* y el tlacuache *D. virginiana* mediante parámetros ecológicos de prevalencia (85%), abundancia media (33.0), intensidad media (38.5) e intervalo de intensidad (1-122), la cual se ve beneficiada por la dieta omnívora de *D. virginiana* que incluye en su dieta una gran variedad de alimentos que influyen positivamente en la presencia de parásitos de la especie *C. americana* en el estado de México y en el país.
- Se realizaron cuatro mapas donde se ilustra la distribución del género *Cruzia* en tlacuaches de México siendo la especie *D. virginiana* la que presenta mayor cantidad de registros a lo largo del país (37) seguido de *D. marsupialis* (5) al igual que *P. opossum* (5), además de que permite conocer los patrones la distribución de este género en México.

## XI Anexo 1.

Los registros previos de nematodos parásitos del género *Cruzia* que se encuentran asociados a tlacuaches que habitan en México, las coordenadas de las localidades donde se hallaron y los parámetros ecológicos que se obtuvieron en los diferentes estudios se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 1.** Registros previos de género *Cruzia* en tlacuaches de distintos estados de la república Mexicana donde: **n**= número de tlacuaches, \* = Presencia del parásito, \_\_= No se cuenta con el dato; y parámetros ecológicos obtenidos en los estudios donde **P**= Prevalencia, **IM**= Intensidad media, **II**=Intervalo de intensidad, **A**= Abundancia promedio, - =no se calculó y **nx**= no indica el número de tlacuaches.

Anexo 1					
REGISTRO PREVIO DEL GÉNERO <i>Cruzia</i>	PARÁSITO	HOSPEDERO/ PARÁMETROS ECOLÓGICOS Y LOCALIDAD			
		<i>Didelphis virginiana</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	<i>Philander opossum</i>	<i>Didelphis sp.</i>
Caballero y Caballero (1937)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	—	—	* -
— nx		—	—	—	—
Caballero y Caballero y Zerecero, (1944)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	—	—	* -
Hidalgo nx		—		—	Tasquillo
Caballero y Caballero y Zerecero, (1944)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	* -	—	—
Chiapas nx		—	Motozintla	—	—
Flores-Barroeta (1957)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	* -	—	—
Veracruz n=1		—		—	—
Caballero y Caballero (1958)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	* -	—	—
Chiapas n=nx		—	Jaltenango	—	—
Miyazaki et al. (1980)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	* -	—	—
Colima n=17		—	La Esperanza	—	—

### Continuación del Anexo 1

<b>Lamothe-Argumedo et al. (1981)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
<b>Colima</b>		—	—	—	—
<b>n=nx</b>		—	Comala	—	—
<b>Ortiz (1990)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
<b>Morelos</b>		-	—	—	—
<b>n=20</b>		Reserva Estatal Sierra de Monte Negro	—	—	—
<b>Cañeda-Guzmán (1997)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	*	*	—
<b>Veracruz</b>		P 80.0% IM 188.0 II 1-470 A 150.4	P 66.7% IM 267 II 5-1067 A 178	P 28.6% IM 30 II 1-136 A 7.7	—
<b>n=12 10 21</b>		*Rancho Tebanca, Playa Escondida, Los Tuxtlas, Laguna Escondida, Ejido Lázaro Cárdenas, Camino Balzapote	Los Tuxtlas, Laguna Escondida, Ejido Lázaro Cárdenas	Los Tuxtlas, Laguna Escondida	—
<b>Monet-Mendoza (2002)</b>	<i>Cruzia americana</i>	*	—	—	—
<b>Guerrero</b>		-	—	—	—
<b>n=11</b>		San Pedro las Playas, Taxco el Viejo	—	—	—
<b>Eslava-Araujo (2005)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
<b>Nuevo León</b>		-	—	—	—
<b>n=nx</b>		Reserva Estatal Sierra de Monte Negro	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al. (2005)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
<b>Chiapas</b>		P 57.0% IM 36.5 II 7-60	—	—	—
<b>n=7</b>		Cascadas agua azul	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al. (2005)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
<b>Colima</b>		P 62.0 % IM 128.3 II 5-31	—	—	—
<b>n=16</b>		Comala, Dos Amates	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al. (2005)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
<b>Jalisco</b>		P 33.0 % IM 12.0 II 12	—	—	—
<b>n=3</b>		Autlán-Melaque, Juntas-Palmas	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al. (2005)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
<b>Yucatán</b>		P 50.0 % IM 22.0 II 22	—	—	—
<b>n=2</b>		Mérida	—	—	—

Continuación del Anexo 1					
<b>Monet-Mendoza et al. (2005)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	*			
<b>Veracruz</b>					
<b>n=20</b>		Playa escondida			
<b>Monet-Mendoza et al. (2005)</b>	<i>Cruzia sp.</i>	*			
<b>Guerrero</b>		P 7.0 % IM 14.0 II 14	—	—	—
<b>n=14</b>		Carretera Coyuquilla-Joluta	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al. (2005)</b>	<i>Cruzia americana</i>	*			
<b>Veracruz</b>		P 79.0 % IM 168.0 II 3-315	—	—	—
<b>n=20</b>		Las cabañas	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al.(2005)</b>	<i>Cruzia americana</i>	*			
<b>Guerrero</b>		P 21.0 % IM 13.3 II 1-23	—	—	—
<b>n=14</b>		Laguna de Tres Palos, Taxco el Viejo, La estancia	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al.(2005)</b>	<i>Cruzia americana</i>	*			
<b>Colima</b>		P 56.0 % IM 22.4 II 4-70	—	—	—
<b>n=16</b>		Colima, Comala, Madrid, La Esperanza	—	—	—
<b>Monet-Mendoza et al.(2005)</b>	<i>Cruzia americana</i>	*			
<b>Oaxaca</b>		P 68.1 % IM 22.0 II 6-94	—	—	—
<b>n=22</b>		Carretera Temazcal, Nizanda, Mixtequilla	—	—	—
<b>Pacheco-Coronel (2010)</b>	<i>Cruzia sp.</i>	*			
<b>Ciudad de México</b>		-	—	—	—
<b>n=22</b>		Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel	—	—	—
<b>Acosta (2014)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>				*
<b>Campeche</b>		—	—	—	
<b>n=1</b>			—	—	Escárceaga
<b>Acosta (2014)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>				*
<b>Chiapas</b>		—	—	—	
<b>n=5</b>			—	—	Arriaga
<b>Acosta (2014)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>				
<b>Campeche</b>		—	*	—	—
<b>n=1</b>			Escárceaga	—	—

Continuación del Anexo 1					
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
Chiapas					
n=2			Tapachula	—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
Colima					
n=1			Colima	—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
Ciudad de México					
n=1			Pedregal de San Angel	—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
Guanajuato					
n=1			Irapuato	—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
Oaxaca					
n=1			San Miguel Soyaltepec	—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
Veracruz					
n=11			Tlacotalpan, Los tuxtlas	—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	*	—	—
Tabasco					
n=3			Villahermosa	—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
Campeche					
n=3		Escárcega		—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
Chiapas					
n=3		Tapachula		—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
Tabasco					
n=3		Teapa, Villahermosa		—	—
Acosta (2014)	<i>Cruzia tentaculata</i>	*	—	—	—
Veracruz					
n=5		Tlacotalpan, Los tuxtlas		—	—

**Continuación del Anexo 1**

<b>Acosta (2014)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	—	*	—
<b>Chiapas n=11</b>		—	—	Arraiga	—
<b>Acosta (2014)</b>	<i>Cruzia tentaculata</i>	—	—	*	—
<b>Veracruz n=5</b>		—	—	Tlacotalpan, Los tuxtlas	—

## XII Literatura citada

Acosta, V. K. (2014). *Nematodos parásitos de Didelphis marsupialis, D. virginiana y Philander opossum (Mammalia: Didelphidae) en México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 117p.

Adler, G. H., Arboledo, J. J., y Travi, B. L. (1997). Population dynamics of *Didelphis marsupialis* in Northern Colombia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 32: 7-11pp.

Adnet, F. A. O., Anjos, D. H. S., Menezes-Oliveira A. y Lanfredi R. M. (2009). Further description of *Cruzia tentaculata* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1917 (Nematoda: Cruzidae) by light and scanning electron microscopy. *Parasitology Research*. 104: 1207-1211pp.

Alden, K. J. (1995). Helminths of the opossum *Didelphis virginiana* in Southern Illinois, with a compilation of all helminths reported from this host in North America. *Journal of Helminthological Society of Washington*. 62: 197-208pp.

Álvarez-Castañeda, T., Alvarez, T., y Gonzales, R. N. (2015). *Guía de identificación de los mamíferos de México en campo y en laboratorio*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 224-226pp.

Anderson, R. C. (2000). *Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission*, (Segunda ed.). CABI Publishing, New York, 249p.

Anderson, R. C. (2009). *Keys to the Nematode parasites of vertebrates. Parasites y Vectors*. Archival Volume. CAB International, Wallingford. UK. 83-152pp.

Aranda, J. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres en México. Primera edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. [EN LINEA] Recuperado el 2 de mayo del 2019 de: <https://www.gob.mx/conabio/prensa/manual-para-el-rastreo-de-mamiferos-silvestres-de-mexico-98974>

Arauz, C. L. F. (1998). *Fitopatología: Un Enfoque Agroecológico*. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 24p.



Arcangeli, J. (2014). Manejo de crías de zarigüeya (*Didelphis virginiana*) en cautiverio. *Revista electrónica de Veterinaria*. 15 (09): 1-13pp

Ayuntamiento Constitucional de Jilotepec. 2013. Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015. Publicado en *La Gaceta del Gobierno, Jilotepec, Estado de México*. México.

Barnes, D. R. (1969). *Zoología de los invertebrados* (2 ed.). México: Editorial Interamericana, S.A. 288-325pp.

Biodidac. (1994). *Internal anatomy of a male and female round worm-freshwater*. Recuperado el 2 de mayo de 2019. [http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm/File\\_name/nema001c/File\\_type/gif](http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm/File_name/nema001c/File_type/gif)

Botero J. y Zuluaga N. (2000). Revisión del tema: nematodos intestinales de importancia medica en Colombia ¿un problema resuelto?. *Revista Iatreia*. 20: 47-56pp.

Brooks, D. R. y McLennan D. (1991). Phylogeny, Ecology and Behavior: A Research Program in Comparative Biology. *The University of Chicago Press*. 75: 243-246pp.

Bush, O. A., Lafferty, D. K., Lotz, M. J., y Shostak, W. A. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal Parasitol*, 83(4): 575-583pp.

Caballero y Caballero, E. (1937). Nematodos de algunos vertebrados del Valle del Mezquital, Hgo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 8: 189–200pp.

Caballero y Caballero, C.E. (1958). Estudios helmintológicos de la región oncocercosa de México y de la República de Guatemala. Nematoda 10ª Parte. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 9:61–76pp.

Caballero y Caballero, E. y Zerecero, C. (1944) Estudios helmintológicos de la región oncocercosa de México y de la República de Guatemala. Nematoda. 2ª Parte. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 15: 389–407pp.

Campbell, N. A., y J. B., Reece. (2005). *Biología*. (Séptima ed.). Editorial Médica Panamericana S. A. Madrid, España. 545p.

Cañeda-Guzmán, C. (1997). *Parásitos de tres especies de marsupiales de la Estación "Los Tuxtlas" y algunas zonas cercanas, Veracruz, México*. B. S. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 193 pp.

Ceballos, G., y C., Galindo. (1984). *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Editorial Limusa. México. 46-49pp.

Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. (2006a). '*Didelphis virginiana* (Tlacuache). Distribución potencial.', escala: 1:1000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto: DS006, Extraído del proyecto DS006: Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México.

Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. (2006b). '*Didelphis marsupialis* (Tlacuache). Distribución potencial.', escala: 1:1000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto: DS006, Extraído del proyecto DS006: Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México.

Ceballos, G., S. Blanco, C. González y E. Martínez. (2006c). '*Philander opossum* (Tlacuache cuatro ojos). Distribución potencial.', escala: 1:1000000. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto: DS006, Extraído del proyecto DS006: Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un análisis GAP. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - CONABIO (2004). Mapa base a nivel estatal. Formato vectorial. Escala de los datos 1:250 000. México D.F.

Crites, J. L. (1956a). A redescription of *Cruzia americana*, a nematode parasite in the opossum, *Didelphis marsupialis virginiana*. *Journal of Parasitology*. 42: 68-72pp.

Crites, J. L. (1956b). Studies on the morphology, taxonomy, and life-history of *Cruzia americana* Maplestone, 1930, a parasitic nematode of *Didelphis marsupialis virginiana*. *Dissertation Abstracts*. 16 (12): 2561pp.

Cordero, Del C. M., y F. A. R., Martínez. (2000). *El parasitismo y otras asociaciones biológicas*. En: Cordero, Del C. M. y V. F., Rojo. (eds.). *Parásitos y hospedadores: Parasitología veterinaria*. McGraw-Hill Interamericana de España. España.

De Jesús-Navarrete, A. (2012). Nematodos acuáticos de la cuenca de la Laguna de Términos. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. Informe Final, SNIB-CONABIO proyecto FM023. México, D.F.

Eslava-Araujo, A. (2005). *Helminthos en la mastofauna silvestre de la Sierra de Monte Negro, Morelos, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Falcón-Ordaz, J., Monks S. y Pulido-Flores, G. (2013). Nemátodos parásitos de roedores de Huehuetla, Hidalgo, México. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. 2 (10): 64-68pp.

Fitch, H. S. y Sandidge, L. L. (1970). A radiotelemetric study of spatial relationships in the opossum. *Am. Midl. Nat.* 84: 170- 186pp.

Flores-Barroeta, L. (1957). Nemátodos de Aves y Mamíferos. *Revista Ibérica de Parasitología*. 17: 277–296pp.

Gallego, B. J. (2006). *Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario*. Publicaciones de la Universidad de Barcelona. Barcelona, España. 286-303pp.

García-Prieto, L., Falcón-Ordaz, J., y Guzmán-Cornejo, C. (2012). Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, hosts and geographical distribution. *Zootaxa*, 3290 (1): 1-92pp.

García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D., y Lamothe-Argumedo, M. R. (2014). Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 172-173pp.

García-Prieto L., Pérez-Ponce de León G., Mendoza-Garfias B. (2014). Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 164-170pp.

Gibbons, L. M. (2010). *Keys to the Nematode parasites of vertebrates. Parasites y Vectors. Supplementary volume*. CAB International, Wallingford. UK. 83-102pp.

Gomes, D. C., da Cruz, R. P., Vicente, J. J. y Pinto, R. M. (2003). Nematode parasites of marsupials and small rodents from the Brazilian Atlantic Forest in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 699-707pp.

Gregory, R. D., Keyner, A. E., y Harvey, P. H. (1996). Helminth parasite richness among vertebrates. *Biodiversity and Conservation*. 5: 985-997pp.

Gunn A., y S. J. Pitt. (2012). *Parasitology: an integrated approach*. Wiley-Blackwell, Oxford, 173-442pp.

Hodda, M. (2011). Phylum Nematoda Cobb 1932. In: Zhang, Z-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness.

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

INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Clave geoestadística 15045. Jilotepec, México.

Krause, W. J., y W. A. Krause. (2006). *The opossum: its amazing story*. Columbia: University of Missouri. 73-77pp.

Lamothe-Argumedo, R., Pineda-López, R. y Meave-Gallégo, O. (1981). Infección natural de *Paragonimus mexicanus* en *Didelphis virginiana californica* en Colima,

México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 52: 45-50pp.

Lazo, D. G. y Ottone, G. y Aguirre-Urreta, M. (2008). *Annelida*. En: *Invertebrados Fósiles*, (Segunda edición). 503-513pp.

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

Martínez F. A., y M. C. Cordero. (1999). *El parasitismo y otras asociaciones biológicas Parásitos y hospedadores* En: Cordero M. C. y Rojo V. F. A. (eds.). *Parasitología Veterinaria*. Mc Graw-Hill. Interamericana. Madrid. 22-38pp.

Meldal, B. H. M., Debenham, N. J., De Ley, P., De Ley, I. T., Vanfleteren, J. R., Vierstraete, A. R., Bert, W., Borgonie, G., Moens, T., Tyler, P. A., Austen, M. C., Blaxter, M. L., Rogers, A. D. y Lamshead, P. J. D. (2007). An improved molecular phylogeny of the Nematoda with special emphasis on marine taxa. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 42:622-636pp.

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

Monet- Mendoza, A. (2002). *Nematodos parásitos del tlacuache *Didelphis virginiana* de dos localidades de Guerrero, México*. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 128p.

Monet-Mendoza, A., Osorio-Sarabia, D., y García-Prieto, L. (2005). Helminths of the Virginia Opossum *Didelphis virginiana* (Mammalia: Didelphidae) in México. *BioOne*, 91(1): 213-219pp.

Navone, G. T., M. F., Achinelly, J., Notarnicola y L. M., Zonta. (2011). *Phylum Nematoda*. En: Drago, F. (ed.). *Macroparásitos: diversidad y biología*. Buenos Aires, Argentina Editorial de la Universidad de la Plata. 128-156pp.

Nichelason, A., Rejmanek, D., Dabritz, H., Melli, A., Miller, M., y Conrad, P. (2008). Evaluation of *Cruzia americana*, *Turgida turgida*, and *Didelphostrongylus hayesi*

Infection in the Virginia Opossum (*Didelphis virginiana*) and Risk Factors Along the California Coast. *The Journal of parasitology*. 94(5):1166-1168pp.

Nel, S. J., y S. Maynard (1990). The evolutionary biology of molecular parasites. *Parasitology*. 100: 55-518pp.

Nettles, V. F., Prestwood, A. K., y Davidson, W. R. (1975). Severe parasitism in an opossum. *Journal of Wildlife Diseases*. 11: 419- 420pp.

Noireau, F., Diosque, P. y Jansen, A. M. (2009). *Trypanosoma cruzi*: adaptation to its vectors and its hosts. *Vet. Res*. 40: 26pp.

Núñez, V. y Drago, F. (2017). *Phylum Acanthocephala*. En: Drago, F. (ed.). *Macroparásitos: diversidad y biología*. Buenos Aires, Argentina Editorial de la Universidad de la Plata. 112-127pp.

Ortiz, V. A. (1990). *Fauna parasitaria en Didelphis virginiana (Marsupialia: Didelphidae) y su importancia zoonótica en el oeste del Estado de Morelos*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

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. 42-43pp.

Pérez-Hernández, R., Lew, D., y Solari, S. (2016). *Didelphis virginiana*, Virginia Opossum. *The IUCN Red List of Threatened*. Recuperado el 25 de Enero de 2019. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T40502A22176259.en>

Pérez-Ponce de Leon, G. y García-Prieto, L. (2001). Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas*. 37: 7-11pp.

Poinar, G. O. (2001). *Nematoda and Nematomorpha*. En: Thorp, J. H. y Covich, A. P. (eds.). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press, San Diego. 255–295pp.

Potkay, S. (1977). *Diseases of marsupials in the biology of marsupials*, (D. Hunsaker II ed.). New York: Academic Press. 415-506pp.

Poulin, R., y S. Morand. (2004). *Parasite Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA. 216p.

Ramírez-Pulido J., N. González-Ruiz, A. L. Gardner, y J. Arroyo-Cabrales. (2014). List of Recent Land Mammals of Mexico. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University* 63:1-69pp.

Redonda, P. R. N. (2014). *Nemátodos parásitos intestinales del Roedor silvestre *Heterimys desmarestianus* de la sierra madre santa Marta, Veracruz*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

Rico, G. (2011). Evolución de interacciones parásito-hospedero: Coevolución, selección sexual y otras teorías propuestas. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*. 14(2): 119-130pp

Ruíz, P. H. (2010). *Importancia biomédica de los tlacuaches*. Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Ruíz F., Castro S., Curtis J., López J. (2000). Control homeopático de nematodos de las raíces (*Meloidogyne spp.*) en jitomate (*Lycopersicon esculentum*). Ed. *Memorias del Seminario de Avances de Investigación 2000, Programas de Investigación en Diagnóstico, Conservación y Recuperación del suelo*. Recursos Naturales y Ecología. Agricultura Orgánica. UACH. México. 194p.

Samuel, W. M., Pybus, M. J. y Toca, A. A. (2001). *Parasitic diseases of wild mammals*. (Segunda edición). Iowa State University Press, Iowa.

Schmidt, G. D., y L. S. Roberts. (2005). *Foundations of parasitology*. (Séptima edición) McGraw- Hill.

SEDESOL (2014). Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), para el ejercicio fiscal 2014. Recuperado el 1 de octubre de 2019. Disponible en:

[http://www.microrregiones.gob.mx/documentos/2014/RO\\_PDZP2014\\_DOE.pdf](http://www.microrregiones.gob.mx/documentos/2014/RO_PDZP2014_DOE.pdf)

SEMARNAT. (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México.

Sunquist, M. E., Austad S. N. y Sunquist F. (1987). Movement patterns and home range in the common opossum (*Didelphis marsupialis*). *Journal of Mammalogy*. 68:173- 176pp.

Vidal-Martínez, V. (2007). Helminths and protozoans of aquatic organisms as bioindicators of chemical pollution. *Parassitologia* 49: 77-84pp.

Yule, C. y Yong, H. S. 2012. *Parasitic Helminths*. Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region. Academy of Sciences Malaysia.

Zarza, H. y Medellín, R. A. (2005) *Didelphis virginiana*. En: Ceballos, G. y Oliva, G. (eds.). *Los mamíferos silvestres de México*. México: CONABIO y FCE. 108-110pp.