



Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México

Biodiversity of Nematoda parasites of vertebrates in Mexico

Luis García-Prieto[✉], David Osorio-Sarabia y Marcos Rafael Lamothe-Argumedo

Colección Nacional de Helmintos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado postal 70-153, 04510 México, D. F., México.

✉ gprieto@ib.unam.mx

Resumen. La riqueza de nemátodos parásitos de vertebrados silvestres mexicanos registrada hasta la fecha está conformada por 402 especies nominales, que aportan el 4.8% de la riqueza a nivel global. Este grupo de helmintos ha sido registrado en 720 localidades distribuidas en todos los estados de la República Mexicana, aún cuando su representación es heterogénea, ya que para estados como Aguascalientes sólo se conocen 2 especies, mientras que para otros como Chiapas se han descrito 86. El mayor número de hospederos estudiados corresponde a los actinopterygios, con 167 especies; no obstante, la mayor riqueza de nemátodos la exhiben los mamíferos, con 166 especies. Completar el inventario de nemátodos parásitos de vertebrados silvestres de México es aún una tarea larga y compleja. De mantenerse la tasa promedio de especies registrada en los hospederos revisados (0.97) y considerando que aún falta estudiar desde el punto de vista nematológico 4 983 especies de vertebrados distribuidas en el territorio nacional, podríamos estimar que aún faltan por describirse al menos 5 137 especies de nemátodos en el país.

Palabras clave: nemátodos, vertebrados, helmintos, parásitos.

Abstract. The richness of nematode parasites of wild vertebrates of Mexico known so far consists of 402 nominal species, which account for 4.8% of the world's total. This group of helminths has been recorded in 720 localities in all states of Mexico, even though their representation is heterogeneous as states such as Aguascalientes have only 2 species, while others such as Chiapas have 86. The largest number of hosts studied corresponds to the Actinopterygii, with 167 species; however, the greatest richness of nematode species is found in mammals with 166 species. To complete the inventory of nematodes parasitic on wild vertebrates of Mexico is still a long and complex task. If the average rate of nematode species recorded by host reviewed (0.97) continues, and considering that there are 4 983 vertebrate species distributed in the country that have not been studied yet from the standpoint of nematology, we could estimate that at least 5 137 species of nematodes remain to be described in the country.

Key words: nematodes, vertebrates, helminthes, parasites.

Introducción

El phylum Nematoda (término derivado del latín nema= hilo) incluye organismos triploblásticos, protostomados, blastocelomados, bilaterales y con cuerpo característicamente cilíndrico (Fig. 1). Su tamaño varía desde unos cuantos milímetros hasta más de 8 metros. Como grupo monofilético, representa uno de los más diversificados phyla del reino Animalia, cuyos miembros parasitan tanto vertebrados como invertebrados y plantas, y además existen numerosas especies de vida libre (Hugot et al., 2001). Los nemátodos parásitos de vertebrados se alojan prácticamente en cualquier órgano, aunque la mayoría se encuentran asociados al tubo digestivo y glándulas anexas. Se les ha incluido colectivamente en

el grupo de los helmintos (gusanos parásitos), junto con platemintos, acantocéfalos e hirudineos.

La superficie corporal está cubierta por una cutícula proteica, que brinda protección y contribuye al movimiento del nemátodo junto con el líquido blastocelómico; de la misma forma, la carencia de musculatura circular confiere el movimiento ondulatorio propio del grupo. El blastocele contiene al aparato digestivo que es completo, exhibiendo como órgano más destacado al esófago, cuya forma y componentes varía de acuerdo con el tipo de alimentación de estos gusanos: hematófaga, mucófaga o de alimento predigerido, entre otras. El sistema nervioso es de tipo ganglionar, con 4 cordones hipodérmicos que inervan todo el cuerpo, unidos mediante anillos en las regiones esofágica y anal. En las especies parásitas, los órganos sensoriales están reducidos, restringiéndose a la presencia de anfidios, fasmidios, deiridios y papilas, principalmente. El aparato excretor es glandular o tubular, desembocando

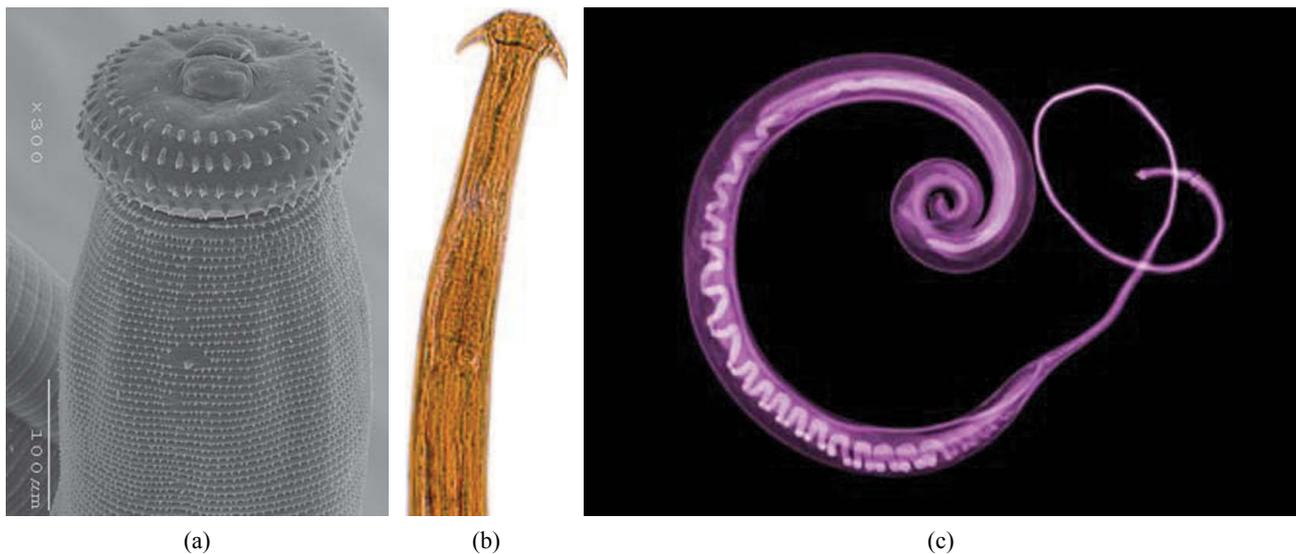


Figura 1. Representantes de la fauna mexicana de Nematoda. a), larva de *Gnathostoma binuclaetum* Almeyda-Artigas, 1991; b), extremo anterior de *Websterinema parnelli* (Webster, 1971) Vaucher y Durette-Desset, 1986; c), macho de *Trichuris muris* (Schrank, 1788) Hall, 1916.

al exterior mediante un poro ventral situado en la región anterior del cuerpo. La mayor parte de los nemátodos son dioicos y existen algunas especies partenogénicas; el aparato reproductor masculino está formado por 1 o 2 testículos, conectados a una vesícula seminal y ésta a un conducto eyaculador que abre a la cloaca; como órganos accesorios presentan 1 o 2 espículas, papilas y expansiones cuticulares; el femenino generalmente presenta 2 ovarios que desembocan a los receptáculos seminales y éstos a los oviductos y de ahí al útero, que abre al exterior mediante la vulva a través de la vagina. La fecundación comúnmente es cruzada y el desarrollo consta de 6 estadios y 4 ecdisis, las cuales pueden ocurrir fuera o dentro del hospedero. La forma infectiva para el hospedero definitivo es la larva de tercer estadio. Sus ciclos biológicos pueden ser directos o indirectos, con la participación de 1 o varios hospederos intermediarios. La transmisión a un hospedero se realiza por la ingestión de huevos o larvas, penetración cutánea, asistida por un vector, o bien, transmamaria o transplacentariamente.

Las obras de revisión más importantes para el grupo incluyen los trabajos de Yamaguti (1961), Anderson et al. (1974-1983) y Gibbons (2010); para México, los trabajos de Lamothe-Argumedo et al. (1997), Moravec (1998), Garrido-Olvera et al. (2006), Salgado-Maldonado (2006), Caspeta-Mandujano (2010), Paredes-León et al. (2008) y García-Prieto et al. (2012), recopilan la información más completa sobre los nemátodos parásitos de vertebrados silvestres.

Diversidad

Dentro de los helmintos, los nemátodos constituyen el segundo grupo con mayor riqueza específica como parásitos de vertebrados silvestres de México, sólo después de los platelmintos (Pérez-Ponce de León et al., 2011). La primera especie descrita para el país fue *Chabaudgolvania elongata* (Baird, 1858) Richardson y Adamson, 1990 (= *Lepotodera elongata* [Baird, 1858]) parásita de *Ambystoma tigrinum* (Green, 1825) (Baird, 1858). Sin embargo, el estudio de este grupo se inició formalmente en 1932, con la fundación de la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología de la UNAM. Desde esta fecha, el inventario de los nemátodos como parásitos de vertebrados silvestres mexicanos ha tenido un desarrollo asimétrico, iniciando el siglo XX con una tasa de descripción de 3.2 especies/año, la cual se redujo a 2.1 entre los años 50-60 y alcanzó su máximo nivel en los 10 primeros años del siglo actual (5.3) (Fig. 2). Este ritmo de crecimiento, ha determinado que en la actualidad la fauna de nemátodos asociados a vertebrados silvestres ascienda a 402 especies nominales (Cuadro 1), que representan el 4.8 % de la diversidad de este grupo de parásitos a nivel mundial (8 359 especies de acuerdo con Hugot et al., 2001). Asimismo, se han registrado 136 taxa no identificados hasta especie, debido a que gran parte de ellos son larvas, estadio cuya morfología no siempre permite su determinación. Los valores registrados en este trabajo proceden de la consulta a colecciones científicas nacionales (Colección

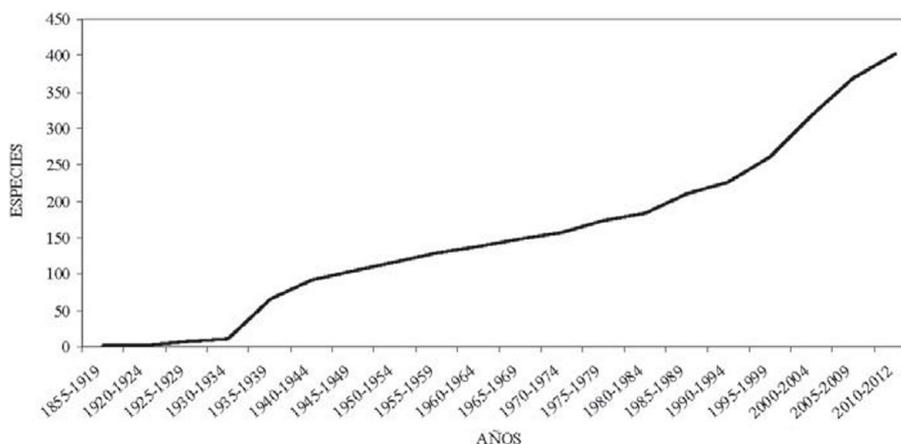


Figura 2. Curva acumulativa de especies de nemátodos por año de registro (en intervalos de 5 años).

Cuadro 1. Riqueza específica de nemátodos parásitos de vertebrados silvestres de México

| | <i>Elasmobranchii</i> (195)* | <i>Actinopterygii</i> (2 497) | <i>Amphibia</i> (361) | <i>Reptilia</i> (804) | <i>Aves</i> (1 096) | <i>Mammalia</i> (535) |
|--|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Familias | 4 | 21 | 9 | 23 | 18 | 38 |
| Géneros | 6 | 50 | 33 | 49 | 36 | 112 |
| Nemátodos registrados (especies) | 4 | 95 | 49 | 86 | 64 | 166 |
| Taxa indeterminados | 4 | 40 | 27 | 26 | 17 | 61 |
| Hospederos estudiados (especies) | 7 | 167 | 49 | 111 | 65 | 106 |
| % de especies de hospederos estudiados | 3.6 | 6.7 | 13.6 | 13.8 | 5.9 | 19.8 |
| Promedio especies/hospedero | 0.6 | 0.6 | 1 | 0.8 | 0.98 | 1.6 |

* Número de especies de vertebrados registrados para México de acuerdo con Sarukhán et al. (2009); la suma de las primeras 4 filas no coinciden con los totales anotados en el texto debido a que 2 o más clases de vertebrados pueden alojar la misma especie.

Nacional de Helmintos, Instituto de Biología, UNAM, México) e internacionales (principalmente la United States National Parasite Collection, Maryland, EUA y la Harold W. Manter Laboratory of Parasitology Collection, Nebraska, EUA), así como de la recopilación y el análisis bibliohemerográfico especializados. La riqueza específica de estos helmintos está distribuida en 59 familias y 184 géneros. Las familias Onchocercidae, Pharyngodonidae y Anisakidae son las que albergan el mayor número de especies, con 30, 27 y 23, respectivamente.

Las 505 especies de vertebrados silvestres registradas como hospederos de al menos 1 especie de nemátodo representan el 9.2% de los 5 488 cordados distribuidos en México (véase Sarukhán et al., 2009). Desde el punto de vista nematológico, los actinopterygios son los hospederos más intensamente estudiados, aun cuando el mayor registro de especies se ha realizado en mamíferos (Cuadro 1). Entre los hospederos con el mayor registro nematológico se encuentran el caballo silvestre *Equus*

caballus Linneo, 1758 con 23 especies, el sapo *Rhinella marina* (Linneo, 1758) con 16 y el tlacuache *Didelphis virginiana* Kerr, 1792, con 11. Las especies de nemátodos con mayor distribución entre hospederos y estados del país son *Gnathostoma binucleatum* Almeyda-Artigas, 1991 y *Rhabdochona kidderi* Pearse, 1936. La primera, es parásita de 40 especies de actinopterygios, anfibios, reptiles, aves y mamíferos procedentes de 10 estados; la segunda, infecta 29 especies de peces en 2 estados.

Los registros de este grupo de parásitos se han realizado de manera heterogénea a lo largo del territorio nacional; el estado con el menor número de especies registradas es Aguascalientes, con sólo 2, mientras que Chiapas, con 86, es el estado de la vertiente del Pacífico, y de México en general, con la mayor riqueza específica de nemátodos. En la vertiente del golfo de México, Veracruz es el estado con el mayor número de especies de nemátodos registradas (78), mientras que para el Caribe, lo es Yucatán (56; Fig. 3). Hasta la fecha, los hospederos registrados para



Figura 3. Riqueza específica del phylum Nematoda en vertebrados silvestres por estado de la República Mexicana.

los nemátodos de México proceden de 720 localidades (Cuadro 2).

La escasez de estudios helmintológicos realizados en regiones geográficas cercanas a México, particularmente en Centroamérica y una buena parte de Sudamérica, impide establecer con precisión los niveles de endemismo que presenta la fauna nematológica mexicana; sin embargo, el elevado número de especies nuevas descritas a partir de los vertebrados que se distribuyen en el país (182, que representan el 45% del total conocido), sugiere que la proporción de endemismos entre los nemátodos mexicanos pudiera ser alto.

Como en el resto de los grupos de helmintos estudiados en México durante los últimos 80 años, la descripción de especies de nemátodos ha sido lenta y heterogénea en cuanto a grupos de hospederos y regiones geográficas muestreados; la mayor parte de los trabajos pioneros (Caballero, 1937; Caballero y Zerecero, 1943) reportaron registros aislados de especies, al igual que una buena

parte de los realizados en últimas fechas (véase García-Prieto et al., 2012). De mantenerse la tasa promedio de especies registrada en los hospederos revisados (0.97) y considerando que aún faltan estudios nematológicos de 4 983 especies de vertebrados distribuidas en el territorio nacional, puede estimarse que al menos 5 137 especies de nemátodos estarían por describirse.

Los datos anteriores evidencian que completar el inventario de nemátodos parásitos de vertebrados silvestres de México es aún una tarea larga y compleja. El primer paso para concretarla se ha dado con la elaboración de este trabajo; a partir de este diagnóstico, podrán definirse las líneas y objetivos a cumplir para alcanzar una visión más completa de la diversidad del grupo. La combinación de técnicas de estudio tradicionales (morfológicas) con las nuevas herramientas de estudio (moleculares, ultraestructurales), así como la sistematización de los proyectos de investigación, serán elementos indispensables para lograr este objetivo.

Cuadro 2. Riqueza y distribución geográfica de nemátodos en vertebrados silvestres de México (entre paréntesis se indica el número de localidades muestreadas)

| | <i>Elasmobranchii</i> | <i>Actinopterygii</i> | <i>Amphibia</i> | <i>Reptilia</i> | <i>Aves</i> | <i>Mammalia</i> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Aguascalientes | | | | 2 (1) | | |
| Baja California Norte | 1 (3) | 5 (7) | 2 (3) | 3 (5) | | 3 (4) |
| Baja California Sur | 2 (4) | 3 (11) | 4 (5) | 8 (7) | | 3 (3) |
| Campeche | 1 (1) | 17 (19) | | 1 (1) | 3 (3) | 2 (3) |
| Chiapas | 1 (1) | 15 (36) | 10 (4) | 3 (3) | 12 (11) | 46 (9) |
| Chihuahua | | 1 (3) | | 7 (2) | 14 (3) | 1 (1) |

Cuadro 2. Continúa

| | | | | | |
|------------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Coahuila | 1 (2) | | 13 (3) | | |
| Colima | 4 (4) | 3 (2) | 4 (4) | | 8 (8) |
| Distrito Federal | 1 (2) | 9 (4) | 11 (8) | 8 (5) | 21 (11) |
| Durango | 6 (34) | | 7 (1) | | 2 (3) |
| Estado de México | 2 (12) | 8 (10) | 9 (5) | | 16 (10) |
| Guanajuato | 2 (17) | | 8 (4) | | 1 (1) |
| Guerrero | 11 (13) | 10 (10) | 16 (15) | 10 (5) | 13 (11) |
| Hidalgo | 5 (14) | | 13 (5) | 3 (1) | 22 (10) |
| Jalisco | 14 (30) | 7 (7) | 4 (7) | 3 (2) | 9 (3) |
| Michoacán | 15 (35) | 7 (5) | 11 (8) | 5 (1) | 8 (6) |
| Morelos | 5 (13) | | 7 (3) | 4 (1) | 12 (7) |
| Nayarit | 6 (15) | 1 (1) | 7 (3) | 2 (3) | 6 (5) |
| Nuevo León | | 4 (6) | 15 (6) | 4 (4) | 18 (17) |
| Oaxaca | 11 (37) | 10 (8) | 12 (10) | 5 (6) | 11 (9) |
| Puebla | 4 (6) | 5 (7) | 11 (7) | 1 (1) | 5 (4) |
| Querétaro | 3 (9) | 2 (1) | 4 (1) | | 9 (2) |
| Quintana Roo | 20 (36) | | 2 (1) | | 8 (5) |
| San Luis Potosí | 6 (17) | | 4 (1) | 1 (1) | 8 (5) |
| Sinaloa | 3 (8) | 7 (1) | 3 (4) | 2 (3) | 2 (2) |
| Sonora | 1 (4) | 11 (4) | 20 (5) | 2 (2) | 1 (1) |
| Tabasco | 12 (38) | 3 (3) | 3 (4) | 5 (2) | 4 (9) |
| Tamaulipas | 11 (17) | 2 (2) | 5 (2) | | 3 (3) |
| Tlaxcala | | | | | 3 (5) |
| Veracruz | 23 (42) | 13 (11) | 16 (16) | 7 (8) | 22 (23) |
| Yucatán | 27 (54) | 5 (3) | 8 (11) | 6 (5) | 13 (7) |
| Zacatecas | | | 3 (1) | | 1 (1) |

Agradecimientos

A los curadores de las colecciones científicas consultadas, doctores Eric P. Hoberg (USNPC) y Scott L. Gardner (HWML), por permitirnos el acceso a los acervos de las mismas; a Georgina Ortega Leite quien nos proporcionó importantes referencias bibliográficas y a Berenit Mendoza Garfías y Aldo Iván Merlo Serna por las imágenes incluidas en el trabajo.

Literatura citada

Baird, W. 1858. Descriptions of two new species of Entozoa. Proceedings of the Zoological Society of London 26:224-225.
 Anderson, R. C., A. G. Chabaud y S. Willmott. 1974-1983. CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates. CAB International, Farnham Royal, Slough.

Caballero, C. E. 1937. Nemátodos de algunos vertebrados del Valle del Mezquital, Hgo. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 8:189-200.
 Caballero, C. E. y C. Zerecero. 1943. *Longistriata convoluta* n. sp. (Nematoda: Trichostrongylidae) parásito del intestino de una "tuza" *Cratogeomys merriami* (Thomas). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 14:201-205.
 Capeta-Mandujano, J. M. 2010. Nemátodos parásitos de agua dulce de México: clave de identificación, descripción y distribución de las especies. AGT, México, D. F. 216 p.
 García-Prieto, L., J. Falcón-Ordaz y C. Guzmán-Cornejo. 2012. Helminth parasites of wild Mexican mammals: list of species, hosts and geographical distribution. Zootaxa 3290:1-92.
 Garrido-Olvera, L., L. García-Prieto y G. Pérez-Ponce de León. 2006. Checklist of the adult nematode parasites of fishes in freshwater localities from Mexico. Zootaxa 1201:1-45.
 Gibbons, L. M. 2010. Keys to the nematode parasite of vertebrates supplementary volume. CAB International, Wallingford.

- 416 p.
- Hugot, J. P., P. Baujard y S. Morand. 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology* 3:199-208.
- Lamothe-Argumedo, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y G. Pérez-Ponce de León. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 211 p.
- Moravec, F. 1998. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region. Academia, Praga. 464 p.
- Paredes-León, R., L. García-Prieto, C. Guzmán-Cornejo, V. León-Régagnon y T. Pérez-Ortiz. 2008. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa* 1904:1-166.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto y B. Mendoza-Garfias. 2011. Describing parasite biodiversity: The case of the helminth fauna of wildlife vertebrates in Mexico. *In* Changing diversity in changing environment, O. Grillo y G. Venora (eds.). InTech, Rijeka, Croacia. p. 33-54.
- Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa* 1324:1-357.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente, G. Halfter, R. González, I. March, A. Mohar, S. Anta y J. De la Maza. 2009. Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. 100 p.
- Yamaguti S. 1961. *Systema Helminthum*. 3. The nematodes of vertebrates. Interscience, New York. 1261 p.