



Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México

Biodiversity of parasitic Platyhelminthes in Mexico

Luis García-Prieto[✉], Berenit Mendoza-Garfías y Gerardo Pérez-Ponce de León

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

[✉] gprieto@ibiologia.unam.mx

Resumen. Los platelmintos constituyen el grupo de gusanos parásitos de vertebrados silvestres más numeroso de México; hasta la fecha se han descrito 1 015 especies nominales: 544 de tremátodos, 269 de monogéneos y 202 de céstodos, que en conjunto representan el 7.4% de la diversidad mundial de este grupo. Los peces actinopterigios están parasitados por un mayor número de platelmintos (589 especies), aún cuando son los vertebrados que presentan el menor promedio de especies por hospedero (0.7). Estos helmintos han sido registrados en 1 249 especies de vertebrados de todos los estados de la República Mexicana, en 1 014 localidades, siendo Veracruz el que posee la mayor riqueza específica (185). Los estados del norte de México han sido menos muestreados que los del sur y sureste. Por otra parte, el número relativamente alto de especies nuevas descritas en hospederos que ocurren dentro del territorio mexicano (185 tremátodos, 131 monogéneos y 75 céstodos), permite suponer un nivel de endemismo elevado para el grupo. El estudio de los platelmintos que parasitan a los vertebrados silvestres de México requiere intensificarse para completar el inventario, ya que de acuerdo con nuestras estimaciones, podrían faltar por registrarse más de 3 000 especies.

Palabras clave: Trematoda, Monogenoidea, Cestoda, vertebrados, parásitos, helmintos.

Abstract. Platyhelminths represent undoubtedly the most diverse group of parasites of wild vertebrates in Mexico. A total of 1 015 nominal species have been recorded thus far, representing overall 7.4% of the world biodiversity of this parasitic group: 544 trematodes, 269 monogeneans, and 202 tapeworms. Actynopterigians are infected by the largest number of species (589), even though these vertebrates harbour the smallest mean number of species per host species (0.7). Flatworms have been recorded in 1 249 species of vertebrates in 1 014 localities throughout Mexico. The state of Veracruz shows the largest species richness, with 185. The northern states have been sampled less intensively for platyhelminths than the southern and southeastern states of Mexico. On the other hand, the relatively high number of new platyhelminth species described in hosts within the Mexican territory (185 trematodes, 131 monogeneans, and 75 tapeworms), allows us to predict a high level of endemism for the group. According to our estimates, over 3000 species of flatworms that parasitize wild vertebrates in Mexico remain to be recorded, which would suggest that their study requires to be intensified to complete the inventory.

Key words: Trematoda, Monogenoidea, Cestoda, vertebrates, parasites, helminths.

Introducción

Descripción morfológica del grupo. Los platelmintos o gusanos planos se caracterizan por ser acelomados, aplanados dorsoventralmente, con simetría bilateral y mayormente hermafroditas. Tienen representantes de vida libre (como las planarias) y parásitos, pertenecientes a 3 grupos: Trematoda, Monogenoidea y Cestoda. Su tamaño varía entre unos micrones (muchos tremátodos y monogéneos) hasta casi 30 m (algunas especies de céstodos). Los tremátodos presentan, generalmente, un cuerpo foliáceo provisto de una ventosa anterior que

rodea a la boca y de una ventosa ventral (acetábulo). En los monogéneos el cuerpo es alargado con el extremo posterior ensanchado por la presencia de un órgano de fijación (haptor), armado con ganchos, pinzas o ventosas. Finalmente, el cuerpo típico de un céstodo está dividido en 3 regiones: 1) escólex, provisto de las estructuras de fijación (ventosas, botrios, botridios, etc.); 2) cuello, que origina la cadena de segmentos que constituyen la última parte y 3) estróbilo, formado por segmentos con distinto grado de maduración (Roberts y Janovy, 2005) (Fig. 1).

El cuerpo de los platelmintos está cubierto por tegumento sincitial, cuyas funciones básicas son la absorción de nutrientes, agua y protección. A continuación se encuentra el parénquima, tejido de sostén para los órganos y almacenamiento de alimento o eliminación

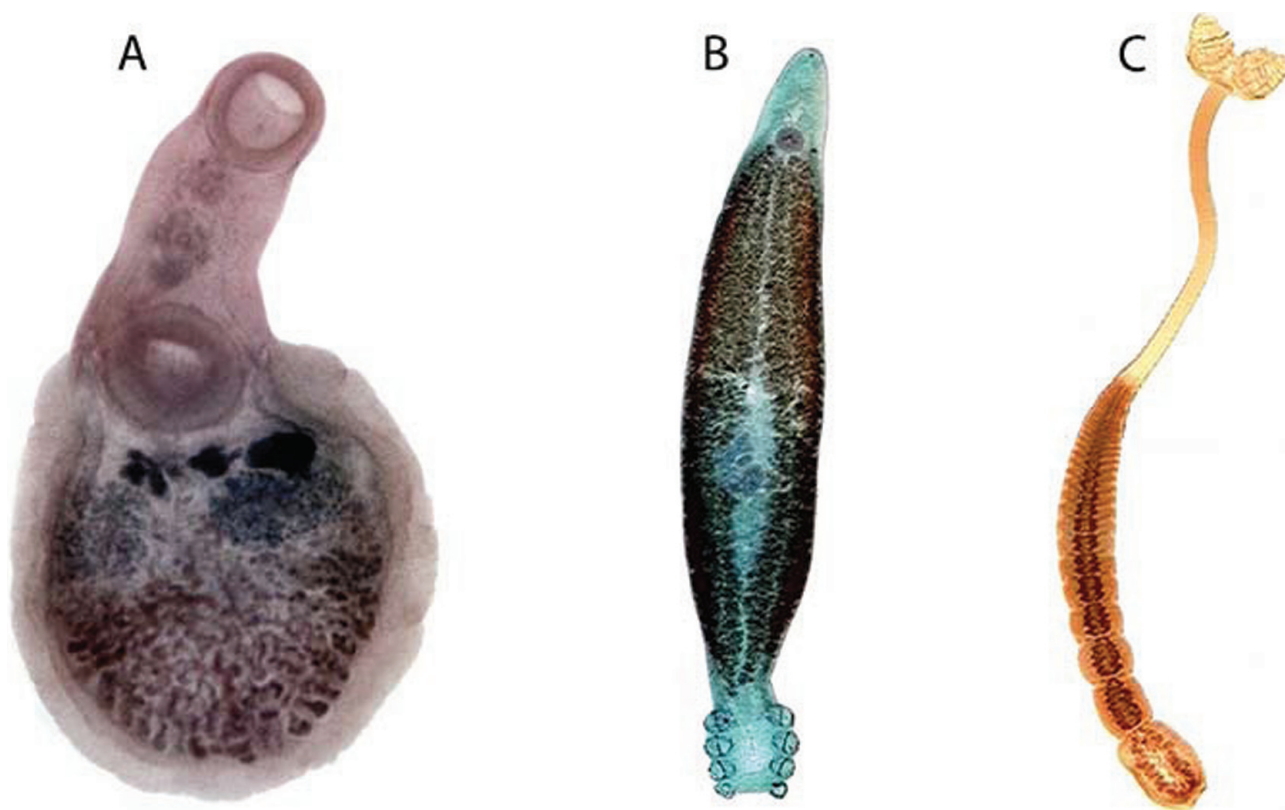


Figura 1. Representantes de la fauna mexicana de Platyhelminthes. A, Trematoda: *Xystretum caballeroi* Bravo-Hollis, 1953; B, Monogeneoidea: *Octomacrum mexicanum* Lamothe-Argumedo, 1980; C, Cestoda: *Duplicibothrium cairae* Runhke, Curran y Holbert, 2000.

de productos de deshecho. El sistema nervioso consiste en 1-2 ganglios unidos por una comisura, situados en el extremo anterior y de un plexo nervioso por debajo del tegumento. El aparato digestivo es, en la mayoría de los casos, incompleto por carecer de ano o bien, puede estar ausente como en el caso de los céstodos. El sistema excretor es protonefridial y principalmente con función osmoreguladora. De manera general los platelmintos son hermafroditas. El aparato reproductor masculino está compuesto por uno a numerosos testículos, un conducto deferente y un órgano copulador llamado cirro, contenido por una bolsa. El aparato reproductor femenino consta de un ovario, cuyo oviducto desemboca en la cámara de formación de los huevos u ootipo, al igual que la vagina (en monogéneos y céstodos) y el viteloducto; del ootipo parte el canal de Laurer (en tremátodos) y el útero que desemboca en el atrio genital antes mencionado. Una buena parte de las especies hermafroditas pueden fertilizar sus propios ovocitos, sin embargo la fecundación cruzada es la práctica común.

Los estadios larvales de los platelmintos parásitos

pueden encontrarse en cualquier parte del cuerpo de sus hospederos intermediarios (vertebrados e invertebrados), mientras que los adultos, frecuentemente parasitan el tubo digestivo y órganos anexos. Sin embargo, los monogéneos son principalmente ectoparásitos de las branquias y superficie corporal de peces; algunos pueden vivir en el uréter de peces o en la vejiga urinaria de tortugas y ranas; una sola especie es conocida parasitando los ojos de los hipopótamos.

El ciclo de vida de las 3 clases es muy variable; puede ser directo (huevo-hospedero definitivo), o bien indirecto, por participar 1 o varios hospederos intermediarios. Los monogéneos tienen un ciclo directo, en el cual la larva ciliada u oncomiracidio emerge del huevo, nada e infecta al hospedero definitivo. En los tremátodos, la larva ciliada o miracidio nada y penetra o es ingerida por el primer hospedero intermediario (un molusco), donde se transforma en esporocisto que por reproducción asexual, origina una serie de estadios larvales: esporocistos, redias y cercarias; estas últimas, pueden penetrar activamente en el hospedador definitivo o bien, nadar y enquistarse

en el medio o en un segundo hospedero intermediario, para convertirse en metacercaria, que es infectiva para el hospedero definitivo. La larva de los céstodos puede estar contenida en el huevo (oncósfera) o ser libre nadadora (coracidio) y requiere encontrar al hospedero intermediario (vertebrado o invertebrado), donde se desarrollan los diversos tipos de metacéstodos (cisticercoide, plerocercario, etc.), que constituyen el estadio infectivo para el hospedero definitivo vertebrado.

A nivel global, las obras taxonómicas más importantes para monogéneos son las de Yamaguti (1963) y Boeger y Kritsky (1993); para tremátodos Yamaguti (1971), Gibson et al. (2002), Jones et al. (2005) y Bray et al. (2008), y para céstodos Schmidt (1986) y Khalil et al. (1994). En México se han publicado obras que inventarían el acervo para este grupo de helmintos, como la de Lamothe-Argumedo et al. (1997) y la monografía sobre tremátodos de Pérez-Ponce de León et al. (2007).

Diversidad

Los platelmintos representan, sin duda alguna, el grupo de helmintos con mayor riqueza de especies en los vertebrados silvestres de México (Pérez-Ponce de León et al. 2011). Los primeros registros de platelmintos en nuestro país corresponden a los céstodos *Anomotaenia larina* (Krabbe, 1869), *Armadoskrjabinia rostellata* (Abildgaard, 1790) Yamaguti, 1959 y *Dicracotaenia fusa* (Krabbe, 1869), parásitos del intestino de aves marinas en la Bahía de Guaymas, Sonora (Linton, 1892). Hasta la fecha se han registrado 1 015 especies nominales de platelmintos: 544 de tremátodos, 269 de monogéneos y 202 de céstodos (Cuadro 1), que representan el 7.4% de la diversidad mundial de este grupo, estimada en 13 570 especies (Hugot et al., 2001). El cuadro 1 muestra la riqueza de especies de

platelmintos por grupo de vertebrado, incluyendo además el número de taxa no identificados a nivel específico, así como la manera en que la riqueza está representada a niveles taxonómicos superiores como género y familia. En este contexto, destacan los peces actinopterygios como el grupo que contiene el mayor número platelmintos, con 589 de las 1 015 especies totales. Es claro que los actinopterygios son el grupo más extensamente estudiado, lo que corresponde con el patrón de riqueza observado en la fauna de helmintos que los parasita; sin embargo, contrasta el hecho de que es el grupo con el menor valor promedio (0.7) especie parásita/especie de hospedero. En todos los casos, el porcentaje de especies de hospederos que han sido estudiados en busca de platelmintos en nuestro país es no sólo asimétrico, sino también muy pequeño, oscilando entre el 10.4% para el caso de las aves y 37.4% para los elasmobranquios.

Al analizar la distribución de cada grupo de platelminto en los distintos grupos de vertebrados silvestres de México (Cuadros 2, 3), se observa claramente un patrón de distribución característico, en el que los tremátodos (incluyendo las 3 especies de aspidogastreos conocidas para México) destacan como los platelmintos más diversos entre los vertebrados, con excepción de los elasmobranquios, en los cuales los céstodos han tenido procesos de diversificación muy importantes; no obstante, en el caso de México en particular, la riqueza de céstodos detectada refleja el amplio esfuerzo de muestreo realizado sobre este grupos en el golfo de California durante la década de 1990 (p. ej., Caira y Zahner, 2001; Caira y Burge, 2001). Aunado a lo anterior, las especies de vertebrados que muestran la mayor riqueza son los peces de aguas continentales: *Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862), con 34 especies, *Petenia splendida* Günther, 1862, con 29 y *Rhamdia quelen* Quoy y Gaimard, 1824, con 22.

Cuadro 1. Riqueza específica del Phylum Platyhelminthes parasitando 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	23	85	26	32	35	29
Géneros	52	359	34	62	102	57
Platelmintos registrados (especies)	95	589	53	96	159	74
Taxa indeterminados	9	117	19	9	25	25
Hospederos estudiados (especies)	73	835	51	85	114	91
% de especies de hospederos estudiados	37.4	33.4	14.1	10.6	10.4	17
Promedio especies/hospedero	1.3	0.7	1	1.1	1.4	0.8

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

Cuadro 2. Riqueza específica por clases de platelmintos parásitos de vertebrados silvestres de México

		<i>Elasmobranchii</i>	<i>Actinopterygii</i>	<i>Amphibia</i>	<i>Reptilia</i>	<i>Aves</i>	<i>Mammalia</i>
Familias	Trematoda	8	47	19	25	23	18
	Monogenoidea	3	25	1	1	—	—
	Cestoda	12	13	6	6	12	11
Géneros	Trematoda	10	202	23	50	59	35
	Monogenoidea	11	134	4	3	—	—
	Cestoda	31	23	7	9	43	22
Especies	Trematoda	12	305	42	74	102	47
	Monogenoidea	16	247	4	5	—	—
	Cestoda	67	37	7	17	57	27
Taxa indeterminados	Trematoda	2	95	16	5	15	7
	Monogenoidea	1	2	—	1	—	—
	Cestoda	6	20	3	3	10	18
Especies de hospederos	Trematoda	26	395	30	43	61	42
	Monogenoidea	17	257	5	8	—	—
	Cestoda	30	183	16	34	53	49

Cuadro 3. Riqueza y distribución geográfica por clases de platelmintos parásitos de vertebrados silvestres mexicanos

<i>Clase</i>		<i>Elasmobranchii</i>	<i>Actinopterygii</i>	<i>Amphibia</i>	<i>Reptilia</i>	<i>Aves</i>	<i>Mammalia</i>
Trematoda*	Riqueza	12	305	42	74	102	47
	Estados (localidades)	7 (22)	30 (619)	18 (76)	20 (71)	24 (85)	25 (85)
Monogenoidea	Riqueza	16	247	4	5	—	—
	Estados (localidades)	7 (19)	27 (335)	5 (6)	15 (23)		
Cestoda	Riqueza	67	37	7	17	57	27
	Estados (localidades)	5 (22)	31 (246)	9 (18)	19 (28)	16 (51)	18 (36)

* Los valores incluyen las 3 especies de aspidogastros registrados en México.

Una especie de tremátodo y una de céstodo son las que se han registrado en el mayor número de hospederos y de localidades de la República Mexicana. En el primer caso, *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921), que parasita peces como hospederos intermediarios y aves ictiófagas como definitivos, habiéndose recolectado en 102 y 7 especies, respectivamente, en un total de 25 estados. Por su parte, *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934, una especie de céstodo introducida, se ha recolectado en 94 especies de peces dulceacuícolas que actúan como sus hospederos definitivos, en 25 estados.

El conocimiento acumulado de la fauna de platelmintos en vertebrados de México ha tenido una pendiente ascendente a partir de la década de 1940, época en la que el Dr. Eduardo Caballero y Caballero dedicó un esfuerzo importante a documentar la diversidad de estos helmintos. A partir de ese momento, el número de especies que se

han registrado para estos parásitos se ha incrementado de manera constante, en gran parte debido a la labor del Dr. Rafael Lamothe-Argumedo y colegas. La figura 2 muestra claramente que lo anterior es particularmente cierto para los tremátodos, mientras que para los monogéneos y los céstodos, el crecimiento ha sido más lento. El estudio de los monogéneos se incrementó de manera importante en la década de 1960, con los estudios realizados por la Maestra Margarita Bravo-Hollis. Los céstodos han recibido mayor atención tan sólo desde hace 2 décadas aproximadamente. Para los 3 grupos, resulta evidente que la última década ha determinado un incremento importante en el conocimiento de su biodiversidad.

Por otra parte, al considerar la distribución de los platelmintos en el territorio nacional, destaca que este grupo de helmintos presenta registros en todos los estados de la República Mexicana (Fig. 3), habiendo sido muestreados

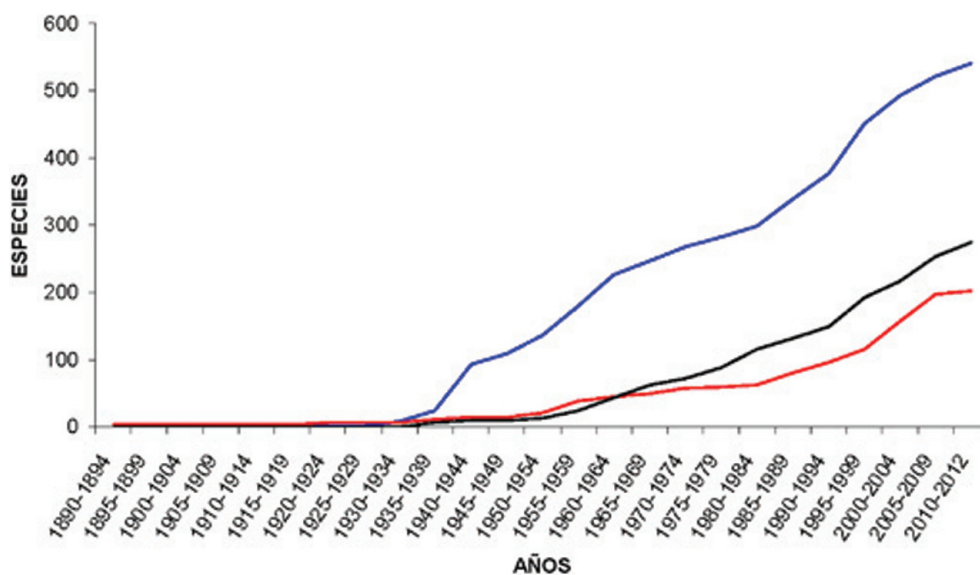


Figura 2. Curva acumulativa de especies de platelmintos por año de descripción (en intervalos de 5 años); en azul: Trematoda; en negro: Monogeneoidea; en rojo: Cestoda.



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

en 1 014 localidades. En la vertiente del golfo de México, Veracruz exhibe la mayor riqueza específica con 185, seguido por Yucatán con 127 y Tabasco con 117; en la costa del Pacífico, sobresalen Jalisco con 172 especies, Baja California Sur con 166, así como Oaxaca y Guerrero con 119 y 112, respectivamente. En el centro y norte del país,

el Estado de México registra 78 especies y Nuevo León y Durango 50 y 51 especies, respectivamente. Asimismo, en el cuadro 3 se observa que los actinopterigios alcanzan el valor más alto en cuanto a localidades muestreadas entre los diferentes grupos de platelmintos en los 30 estados donde se tienen registros. De manera general, resulta

evidente que los estados del norte de la república han sido menos muestreados que los del sur y sureste (Fig. 3), lo que obedece, como para otros grupos de helmintos, a que se ha prestado menos atención a esta región del país por parte de los investigadores interesados en describir la fauna helmintológica de vertebrados silvestres de México.

El grado de endemismo de este grupo en México es difícil de establecer, debido a que no existen estudios comparativos en otras regiones del continente Americano, por lo que se desconoce la distribución geográfica completa de una gran parte de las especies de platelmintos, en particular en la región Neotropical. No obstante, el elevado número de especies nuevas descritas a partir de hospederos mexicanos (185 tremátodos, 131 monogéneos y 75 céstodos, que representan el 38.6% del total conocido), permite suponer un nivel de endemismo relativamente elevado para el grupo.

De acuerdo con los patrones que aquí se describen, la fauna de platelmintos que parasitan a los vertebrados silvestres de México aún requiere de un estudio más intensivo para poder considerar que el inventario está cerca de ser completado. Como se dijo anteriormente, México cuenta con el 7.4% de la biodiversidad del grupo a nivel mundial; sin embargo, por sus características ecológicas, por su ubicación biogeográfica y por la enorme diversidad de especies de vertebrados que posee y de hábitats donde éstos viven, es altamente posible que aún falten muchas especies por registrarse. Estimar cuantas faltan por conocerse no es tarea sencilla basados en el cúmulo de datos que tenemos hasta el momento; no obstante, si consideramos que se han registrado platelmintos desde hace 120 años en México y que únicamente se han estudiado 1 249 especies de vertebrados de las aproximadamente 5 488 que ocurren dentro del territorio nacional (ver Sarukhán et al., 2009), de mantenerse la misma tasa de descubrimiento de especies, al estudiar el 77% restante de los hospederos, deberíamos estar registrando entre 3 500 y 4 500 especies más de platelmintos para el país.

Agradecimientos

A las instituciones que han financiado nuestros proyectos de investigación en los últimos 20 años, lo que nos ha permitido acumular una gran cantidad de información, a partir de la cual hemos realizado varios análisis de datos como el presente, particularmente Conacyt, al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica-UNAM y a la Conabio. A los curadores de las colecciones científicas consultadas, Eric P. Hoberg (USNPC), Scott L. Gardner (HWML) y Marcos Rafael Lamothe y Argumedo (CNHE), por permitirnos el

acceso a los acervos de las mismas; a Georgina Ortega Leite quien nos proporcionó importantes referencias bibliográficas.

Literatura citada

- Boeger, A. W. y D. C. Kritsky. 1993. Phylogeny and a revised classification of the Monogeneoidea Bychowsky, 1937 (Platyhelminthes). *Systematic Parasitology* 26:1-32.
- Bray, R. A., D. I. Gibson y A. Jones (eds.). 2008. Keys to the Trematoda. Vol. 3. CAB International, Wallingford, U.K. 824 p.
- Caira, J. N. y A. N. Burge. 2001. Three new species of *Acanthobothrium* (Cestoda: Tetraphyllidae) from the ocellated electric ray, *Diplobatis ommata*, in the Gulf of California, Mexico. *Comparative Parasitology* 68:52-65.
- Caira, J. N. y S. D. Zahner. 2001. Two new species of *Acanthobothrium* Beneden, 1849 (Tetraphyllidae: Onchobothriidae) from horn sharks in the Gulf of California, Mexico. *Systematic Parasitology* 50:219-229.
- Gibson, D. I., A. Jones y R. A. Bray (eds.). 2002. Keys to the Trematoda. Vol. 1. CAB International, Wallingford, U.K. 521 p.
- Hugot, J. P., P. Baujard y S. Morand. 2001. Biodiversity in helminthes and nematodes as a field of study: an overview. *Nematodology* 3:199-208.
- Jones, A., R. A. Bray y D. I. Gibson (eds.). 2005. Keys to the Trematoda, Vol. 2. CAB International, Wallingford, U.K. 745 p.
- Khalil, L. F., A. Jones y R. A. Bray (eds.). 1994. Keys to the cestode parasites of vertebrates. CAB Internacional, Cambridge, U.K. 751 p.
- Lamothe-Argumedo, R., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y G. Pérez-Ponce de León. 1997. Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Conabio, México, D. F. 211 p.
- Linton, E. 1892. Notes on avian entozoa. *Proceedings of the National Museum* 15:87-113.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto y B. Mendoza-Garfias. 2007. Trematode parasites (Platyhelminthes) of wildlife vertebrates in Mexico. *Zootaxa* 1534:1-247.
- 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.
- Roberts, L. y J. Janovy. 2005. *Foundations of Parasitology* (7th edition). McGraw-Hill, New York. 702 p.
- Schmidt, G. D. 1986. *Handbook of tapeworm identification*. CRC Press, Boca Ratón, Florida. 675 p.
- 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. 1963. *Systema Helminthum* Volume IV. Monogenea and Aspidocotylea. Intersciences Publishers, New York. 699 p.
- Yamaguti, S. 1971. *Synopsis of Digenetic Trematodes of Vertebrates*. Vol. I. Keigaku, Tokyo. 1074 p.