



SIBIUAS

Revista de la Dirección General de Bibliotecas

ISSN (en trámite)



U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A

AVANCE DE INVESTIGACIÓN




CREATIVE COMMONS


GUSANOS PARÁSITOS EN VERTEBRADOS DE SINALOA ¿QUÉ TANTO SABEMOS DE ELLOS?

PARASITIC WORMS IN VERTEBRATES FROM SINALOA, HOW MUCH DO WE KNOW ABOUT THEM?

MAYRA IXCHEL GRANO-MALDONADO

 0000-0001-7519-379X
granomayra@uas.edu.mx

GERARDO PÉREZ-PONCE DE LEÓN

 0000-0001-6472-5113
ppdleon@enesmerida.unam.mx

Recibido: 8 de diciembre de 2022.

Aceptado: 14 de febrero de 2023.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original.

SIBIUAS Revista de la Dirección General de Bibliotecas

Vol. I, Núm. 1, ISSN (en trámite)

GUSANOS PARÁSITOS EN VERTEBRADOS DE SINALOA ¿QUÉ TANTO SABEMOS DE ELLOS?

PARASITIC WORMS IN VERTEBRATES FROM SINALOA, HOW MUCH DO WE KNOW ABOUT THEM?

RESUMEN

Los parásitos son muy comunes en la naturaleza y al menos el 50% de las especies que viven en el planeta son parásitos. Uno de los grupos más comunes son los helmintos, conocidos coloquialmente como gusanos. En México, estos gusanos han sido estudiados por más de noventa años y se tiene un conocimiento importante, pero aún insuficiente respecto de la diversidad de éstos en los vertebrados silvestres. En este trabajo presentamos un panorama general del conocimiento sobre las especies de gusanos que parasitan a vertebrados en el estado de Sinaloa, ubicado en la zona costera del noroeste del Pacífico Mexicano, territorio que cuenta con una amplia diversidad de ecosistemas (terrestres y marinos) y una importante biodiversidad de vertebrados; sin embargo, se conoce poco sobre los gusanos que los parasitan, en comparación con otros estados de la República Mexicana. Se ha publicado casi una centena trabajos reportando la presencia de gusanos en vertebrados silvestres (entre artículos y tesis), habiéndose estudiado 78 especies de hospederos (peces óseos, elasmobranquios, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Se han registrado 117 especies de helmintos que incluyen 11 de acantocéfalos (gusanos con cabeza espinosa), 15 de nemátodos (gusanos cilíndricos) y 96 de platelmintos (gusanos planos). Algunas de esas especies son importantes porque infectan a peces de importancia comercial o mantenidos en cultivo, como las tilapias, y otras por ser zoonóticas (transmitidas al hombre por el consumo de pescado). Es evidente que aún faltan muchas especies de gusanos por descubrir pues faltan muchos vertebrados por estudiar. En el Laboratorio de Parasitología Acuática y Ambiental de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa (FACIMAR) se realizan actualmente numerosos estudios sobre la diversidad de parásitos que infectan a peces de la Bahía de Mazatlán, así como en peces en cultivo como tilapias y puyequés.

Palabras clave: Parásito, Vertebrados, Biodiversidad, Pacífico mexicano, Sinaloa.

ABSTRACT

Parasites are very common in nature and at least 50% of the species living on the planet are parasites. Helminths colloquially known as worms are one of the most common groups of parasites. In Mexico, these worms have been studied for more than ninety years and there is an important, but still insufficient knowledge of their diversity in wild vertebrates. In this paper we present an overview of the knowledge about the species of worms that parasitize vertebrates in the state of Sinaloa, located in the northwestern coastal zone of the Mexican Pacific, a territory with a wide diversity of ecosystems (terrestrial and marine) and an important biodiversity of vertebrates; however, little is known about the worms that parasitize them, in comparison with other states of the Mexican Republic. Almost one hundred papers have been published reporting the presence of worms in wild vertebrates (between papers and theses), having studied 78 species of hosts (bony fish, elasmobranchs, amphibians, reptiles, birds, and mammals). A total of 117 helminths species have been recorded, including 11 acanthocephalans (thorny-headed worms), 15 nematodes (roundworms), and 96 Platyhelminthes (flatworms). Some of these species are important. After all, they infect commercially important or farmed fish, such as tilapia, and others because they are zoonotic (transmitted to humans through fish consumption). There are still many species of worms to be discovered because there are still many vertebrates to be studied. The Aquatic and Environmental Parasitology Laboratory of the Marine Sciences School, Autonomous University of Sinaloa is currently conducting numerous studies on the diversity of parasites that infect fish in the Bay of Mazatlán, as well as farmed fish such as tilapia and Pacific fat sleeper.

Keywords: Parasite, Vertebrates, Biodiversity, Mexican pacific, Sinaloa.

EL PARASITISMO EN LA NATURALEZA

El parasitismo representa una de las formas de vida más exitosas sobre el planeta. Se estima que al menos el 50% de las especies de plantas y animales que habitan en nuestro planeta tienen esta forma de vida. Algunos autores también han sugerido que prácticamente cualquier animal que sea estudiado albergará individuos de al menos una especie de parásito, ya sea dentro o fuera de su cuerpo. Los parásitos que viven dentro del cuerpo de sus hospederos son conocidos como endoparásitos, mientras que aquellos que viven afuera se les conocen como ectoparásitos.

Para entender la dimensión de la riqueza y la abundancia de los parásitos en la naturaleza, debemos tratar de definir en primera instancia lo que es un parásito. Algunas definiciones se basan en aspectos ecológicos como la forma de alimentación de estos organismos y por tanto, la dependencia metabólica que establecen, o bien se basan en el efecto dañino que producen a sus hospederos. Por ello, como definición de cualquier libro de texto en parasitología se considera que un parásito es un organismo que vive a expensas de otro organismo de diferente especie, del que depende fisiológica o metabólicamente para sobrevivir y al que puede producirle algún daño. Desafortunadamente, esta definición no se puede aplicar a todos los organismos que establecen una asociación cercana con los hospederos en los que viven; esto es así por el hecho de que el parasitismo tiene muchas manifestaciones que se derivan del hecho de que, a lo largo de la evolución de la vida en el planeta, algunos grupos de organismos de vida libre adoptaron la forma de vida parásita de manera independiente.

Dentro del parasitismo, generalmente se consideran especies de organismos unicelulares o multicelulares que se encuentran asociados al hombre, a sus animales domésticos y de producción, a plantas (principalmente aquellas domesticadas y bajo producción), y a la fauna silvestre. Aunque los parásitos son muy importantes para el humano por las enfermedades que pueden producir, debemos enfatizar que son pocas las especies que parasitan al hombre o a las especies que domesticamos, en comparación con

la diversidad de especies de parásitos que encontramos en la vida silvestre.

A pesar de que los parásitos son organismos considerados como una amenaza para la salud humana, animal y para la agricultura por las enfermedades que pueden producir, también se reconoce que son fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas, dado que son reguladores de las poblaciones de hospederos y son muy importantes en las cadenas tróficas que se establecen en los ecosistemas, estructurando las comunidades de organismos que viven en éstas. También es notable su valor como organismos bioindicadores de la salud de los ecosistemas. Contrario a lo que se podría pensar, un ambiente (terrestre o acuático), con ausencia de parásitos indicará que el ecosistema está sumamente alterado; por eso se consideran como organismos útiles para el monitoreo ambiental.

Con respecto al papel de los parásitos en actividades como la acuicultura y las pesquerías, se ha demostrado que éstos son muy importantes por el impacto que pueden tener, no solo por causar potencialmente enfermedades en los peces a los que parasitan, generando pérdidas económicas a la producción acuícola o a las pesquerías de ciertas especies, sino por el potencial zoonótico que tienen algunas de las especies. Es decir, hay algunos parásitos de peces que pueden infectar al hombre cuando éste consume carne de pescado cruda (como el “sushi”), o insuficientemente cocida (como el “cebiche” o “ceviche”). Las ictiozoonosis son enfermedades que adquiere el hombre por el consumo de peces, aun cuando los ciclos biológicos de esas especies en la naturaleza involucran el uso de otros vertebrados tales como aves y mamíferos, que son los hospederos definitivos habituales (donde el parásito alcanza la madurez sexual y se reproduce). Por ello es muy importante conocer la diversidad de especies de parásitos en la naturaleza, es decir, debemos saber qué especies de parásitos pueden encontrarse en la fauna silvestre, pues podemos conocer el potencial impacto que estos puede tener para la especie humana, en el contexto de la salud y la economía.

¿QUÉ SON LOS HELMINTOS?

El término ‘*helminto*’ se refiere a parásitos que tienen una forma corporal característica de gusanos (vermiformes); se consideran como macroparásitos, lo que los distingue de organismos parásitos unicelulares como las amibas y aquellos que causan el paludismo (que son los protozoarios). De acuerdo con algunos autores como Hugot et al. (2001), el término helminto se usó originalmente para gusanos que vivían en el intestino de humanos, siendo así relacionado con el concepto de parasitismo porque vivían a expensas de éste. Algunos de estos organismos son conocidos por su importancia médica, como la “solitaria” *Taenia solium*, o las “lombrices intestinales” *Ascaris lumbricoides*.

Los helmintos están incluidos en cuatro grupos taxonómicos principales: los platelmintos, que son comúnmente llamados gusanos planos; los acantocéfalos, o gusanos con cabeza espinosa; los nemátodos, o gusanos cilíndricos; y las sanguijuelas, que son ectoparásitos que se alimentan de sangre (también llamados hematófagos) (Roberts y Janovy, 2005). En la naturaleza, existe una enorme diversidad de especies de helmintos que parasitan a los vertebrados silvestres. Se ha estimado que el número de especies de helmintos que parasita a vertebrados oscila entre 23,670 y 52,000, de los cuales, entre 13,570 a >40,000 son platelmintos, entre 8,400 y >10,500 son nemátodos, entre 1,141 y >1,200 son acantocéfalos y más de 400 son hirudíneos (ver referencias en Pérez-Ponce de León et al., 2011).

En México existe una larga tradición (de poco más de 90 años) en el estudio de los helmintos que parasitan a vertebrados silvestres. El estudio de los helmintos se inició en 1929 con la fundación del Laboratorio de Helminología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por parte del Dr. Eduardo Caballero y Caballero. Años más tarde, después de su fundación, se creó en dicho laboratorio la que ahora es reconocida como la Colección Nacional de Helmintos; ésta es depositaria de los ejemplares de helmintos que parasitan a peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos de todo el territorio nacional y mantiene actualizada la base de datos “Helmintos de Vertebrados Silvestres

de México” que utilizamos para presentar los datos de este trabajo. México es a su vez considerado como un país megadiverso, ocupando el cuarto lugar en términos de diversidad de especies; esto es resultado de la posición del país entre las regiones biogeográficas Neotropical y Neártica, además del hecho de que existe una enorme variedad de regiones climáticas, y una compleja topografía derivada de una intensa historia geológica (Sarukhán et al. 2009).

En México se habían descrito, hasta hace casi una década, alrededor de 5,500 especies de vertebrados, incluyendo 2,692 peces, 361 anfibios, 804 reptiles, 1,096 aves y 535 mamíferos (Sarukhán et al. 2009). De esos vertebrados, en México solamente se han estudiado hasta el momento los helmintos del 25% de las especies, con un mayor número de estudios en peces, tanto marinos como dulceacuícolas. De acuerdo con los datos más recientes de la Colección Nacional de Helmintos, se han reportado poco más de 2,000 especies de helmintos en los vertebrados estudiados. Sin embargo, es evidente que este número está subestimado, dado que falta por estudiar el 75% de las especies de vertebrados que habitan dentro del territorio nacional. Es interesante notar también que el trabajo de muestreo que se ha realizado hasta el momento es muy asimétrico, no solo en cuanto a las especies de hospederos sino también en las regiones geográficas, es decir, existen áreas (estados) del país que cuentan con más estudios parasitológicos que otros. Pérez-Ponce de León et al. (2011) mostró que los estados de Veracruz y Jalisco son los que cuentan con el mayor número de especies de helmintos reportadas. En este contexto, Sinaloa ocupa el lugar número 16 entre los 32 estados de la República Mexicana en cuanto número de especies de helmintos que parasitan a vertebrados; considerando la gran diversidad biológica del estado, resulta evidente que aún falta mucho por conocer sobre sus parásitos.

¿CUÁNTO SABEMOS SOBRE LOS GUSANOS QUE PARASITAN A VERTEBRADOS EN EL ESTADO DE SINALOA?

Con una extensión de 57,365.4 km², el estado de Sinaloa representa el 2.9% del territorio nacional y en éste dominan las selvas secas, seguidas por bosques de coníferas y encinos que se ubican en las zonas montañosas de la Sierra Madre Occidental, mientras que los matorrales se ubican en la zona árida del noroeste de la entidad. En los terrenos cercanos a la costa existen numerosas lagunas y esteros de aguas salobres, por lo que ahí se establece el manglar; cuenta además con numerosos ríos y presas. Según datos del INEGI (2022), el estado de Sinaloa tiene aproximadamente 622 km de litoral, mismo que está formado por numerosas bahías, ensenadas, islas, lagunas costeras y marismas. A pesar de su extensión, diversidad de hábitats y riqueza de vida silvestre, es uno de los estados con un número relativamente pequeño de estudios sobre los gusanos que parasitan a los vertebrados silvestres. Hasta 2011, se contaba con el conocimiento de tan solo 104 especies de helmintos reportadas como parásitos de vertebrados, la mayoría de ellos en peces marinos.

El análisis de la base de datos reciente

nos muestra que en la última década se dio un pequeño incremento en la descripción de la diversidad de helmintos que parasitan a vertebrados silvestres de Sinaloa. La base de datos cuenta con 270 registros realizados en alrededor de 92 trabajos, incluyendo artículos de publicación en revistas nacionales o extranjeras, capítulos de libros, o tesis. Los registros fueron realizados en investigaciones realizadas en 78 especies de hospederos, incluyendo 50 peces óseos, seis elasmobranquios (tres rayas y tres tiburones), dos anfibios (ranas), ocho reptiles (una tortuga marina, dos tortugas de agua dulce, cuatro serpientes y una lagartija), 11 aves (un ave playera, dos pelícanos, dos patos buzos, una espátula rosada, un ibis, dos patos y tres garzas), y un mamífero (tlacuache) (Figura 1a). En total, hasta diciembre del 2022 se han registrado 117 especies de helmintos, tan solo 13 más de los que se conocían en 2011. De las 117 especies, 11 son acantocéfalos, 15 nemátodos y 96 platelmintos (Figura 1b). De estos últimos, podemos decir que los tremátodos son los más comunes, con 50 especies, seguidos de los monogéneos con 40.

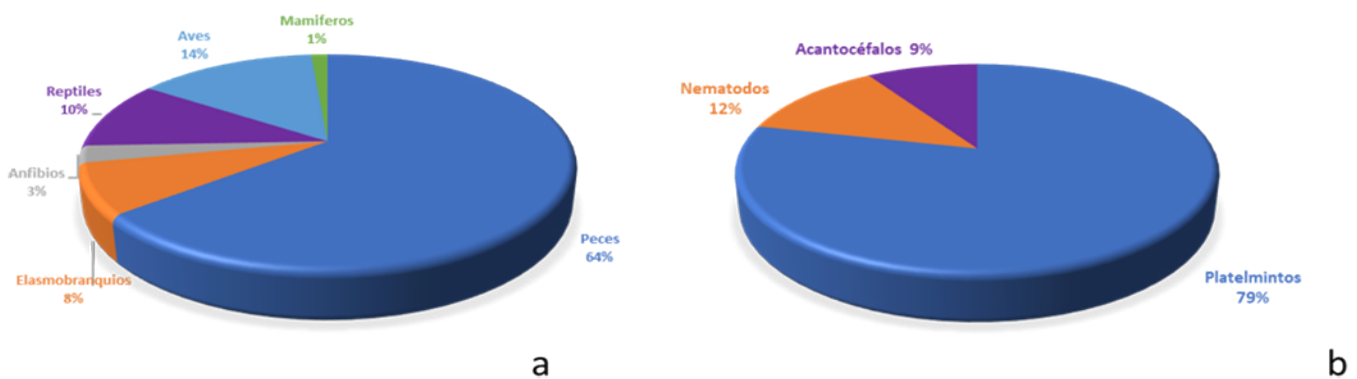


Figura 1. Gusanos parásitos (helmintos) de vertebrados silvestres de Sinaloa. a) Especies de vertebrados silvestres parasitados por helmintos (%), b) Principales grupos de helmintos (%).

Es importante hacer notar que en el estado de Sinaloa se han descrito 25 especies nuevas de helmintos, incluyendo un nemátodo, dos céstodos, tres acantocéfalos, nueve tremátodos y diez monogéneos (Tabla 1). De estos, se describieron dos especies nuevas de helmintos como parásitos de mamíferos marinos (delfines), cuatro de elasmobranquios (tres de rayas y una

de tiburones), dos de aves y 17 de peces marinos. Veinte de las 25 especies nuevas se describieron como parásitos de peces o elasmobranquios de la Bahía de Mazatlán o zonas costeras aledañas, mientras que dos de ellas se describieron de la Bahía de Topolobampo, dos de la Laguna El Caimanero y una más del Huizache (Tabla 1).

ESPECIE DE PARÁSITO	TIPO DE HOSPEDE-RO	ESPECIE DE HOSPE-DE-RO	HÁBITAT	LOCALI-DAD
TREMATODOS				
<i>Pseudoleptorhynchoi-des lamothei</i>	Pez marino	<i>Centropomus robalito</i>	Intestino	Laguna El Caimanero
<i>Pseudohurleytrema longitestis</i>	Pez marino	<i>Citula dorsalis</i>	Intestino	Mazatlán
<i>Lepidodidymocystis irwini</i>	Pez marino	<i>Menticirrhus nasus</i>	Línea lateral	Mazatlán
<i>Lecithochirium Sinaloense*</i>	Pez marino	<i>Muraenesox coniceps</i>	Estómago	Mazatlán
<i>Parastrigea plataleae</i>	Ave	<i>Platalea ajaja</i>	Intestino	El Huizache
<i>Nasitrema attenuatum</i>	Delfín	<i>Pseudorca crassidens</i>	Senos craneales	Cerca de Mazatlán
<i>Nasitrema stenosoma</i>	Delfín	<i>Stenella dubia</i>	Senos craneales	Cerca de Mazatlán
<i>Diplangus mexicanus</i>	Pez marino	<i>Sufflamen verres</i>	Intestino	Mazatlán
<i>Haroldmanteria pacifica</i>	Pez marino	<i>Sufflamen verres</i>	Intestino	Mazatlán
<i>Pseudolepidapedon Sinaloense*</i>	Pez marino	<i>Sufflamen verres</i>	Intestino	Mazatlán

MONOGENEOS				
<i>Euryhaliotrema mehen</i>	Pez marino	<i>Lutjanus guttatus</i>	Branquias	Mazatlán (Cerritos)
<i>Euryhaliotrema perezponcei</i>	Pez marino	<i>Lutjanus guttatus</i>	Branquias	Mazatlán
<i>Haliotrematoides guttati</i>	Pez marino	<i>Lutjanus guttatus</i>	Branquias	Mazatlán
<i>Capsala pricei</i>	Pez marino	<i>Makaira mitsukurii</i>	Piel	Mazatlán
<i>Macrovalvitrema sinaloense*</i>	Pez marino	<i>Micropogon ectenes</i>	Branquias	Mazatlán
<i>Pterinotrematoides mexicanus</i>	Pez marino	<i>Micropogon ectenes</i>	Branquias	Mazatlán
<i>Probursata ayalai</i>	Pez marino	<i>Oligoplites altus</i>	Branquias	Bahía de Topolobampo
<i>Spinuris mexicana</i>	Pez marino	<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	Branquias	Mazatlán
<i>Loimosina parawilsoni</i>	Pez marino	<i>Sphyrna lewini</i>	Branquias	Mazatlán
<i>Capsaloides hoffmanae</i>	Pez marino	<i>Tetrapturus audax</i>	Branquias	Mazatlán
CESTODOS				
<i>Acanthobothrium hypanus</i>	Elasmobranquio	<i>Hypanus longus</i>	Válvula espiral	Mazatlán (La Puntilla)
<i>Acanthobothrium sinaloenses*</i>	Elasmobranquio	<i>Hypanus longus</i>	Válvula espiral	Mazatlán (La Puntilla)
ACANTOCEFALOS				
<i>Plagiorhynchus aznari</i>	Ave	<i>Numenius americanus</i>	Intestino	Topolobampo
NEMATODOS				
<i>Porrocaecum caballeroi</i>	Pez marino	<i>Numenius americanus</i>	Intestino	Mazatlán

Tabla 1. Especies nuevas de gusanos parásitos que han sido descritos en vertebrados silvestres en el Estado de Sinaloa.

* En negritas se marcan las cuatro especies nombradas por el estado de Sinaloa.

De los hospederos con mayor número de especies nuevas descritas destacan el “pargo lunajero” (*Lutjanus guttatus*) de donde se describieron tres especies nuevas de monogéneos parásitos de las branquias, y el “cochito naranja” (*Sufflamen verres*), de donde se describieron tres especies de tremátodos como parásitos del intestino (Fig. 2).

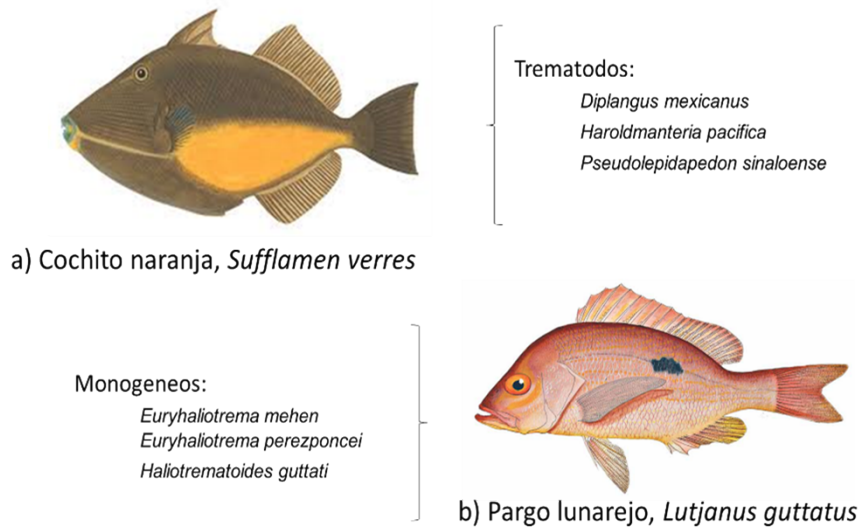


Figura 2. Peces marinos con el número más alto de especies nuevas de helmintos parásitos en Sinaloa. a) Fotografía tomada de http://fishillust.com/Sufflamen_verres y b) Fotografía tomada de <https://climapesca.org/2018/09/lutjanus>

En cuanto a las especies de gusanos que se han registrado en el estado, destacan dos por el efecto que causan a sus hospederos. La primera es el monogéneo *Gyrodactylus cichlidarum* que es un agente causal de enfermedades muy común en peces de agua dulce que se mantienen bajo condiciones de cultivo, particularmente las tilapias. Esta especie de parásito se reportó recientemente como la causa de mortalidades masivas de tilapias en una granja acuícola en la laguna costera de Escuinapa (Grano-Maldonado et al., 2018). La segunda especie de importancia son los nemátodos del género *Gnathostoma*. Estos nemátodos incluyen varias especies que son importantes patógenos zoonóticos. En México, se han reportado tres especies en mamíferos silvestres: *Gnathostoma turgidum*, *G. procyonis* y *G. binucleatum*. La enfermedad que producen,

gnathostomosis, es considerada como un problema de salud pública en México y se presenta por el consumo de peces de agua dulce o salobres crudos o mal cocidos (Lamothe, 2003); en nuestro país, solo la especie *G. binucleatum* ha sido registrada como parásito humano. De acuerdo con Lamothe (2003), hasta ese año se habían registrado más de 7,000 casos humanos en el territorio, de los cuales 600 se reportaron en Sinaloa. Por otra parte, hasta el año 2008 las larvas de *Gnathostoma* se habían registrado al menos en 80 especies de vertebrados (principalmente en peces) en 82 localidades de 14 estados de la República Mexicana (Pérez-Álvarez et al., 2008). En Sinaloa, además de los registros de la enfermedad en humanos, se ha reportado la presencia de adultos de *Gnathostoma turgidum* en tlacuaches mientras que las larvas se han reportado en 10 especies de vertebrados

silvestres, incluyendo peces como los: “chihuiles” *Sciades guatemalensis*, “mojarras” *Mayaheros beani*, “tilapias” *Oreochromis sp.* y “puyeques” *Dormitator latifrons*; en aves como la “garza blanca” *Ardea alba*, la “garza azul” *Ardea herodias*, los “cormoranes” *Phalacrocorax olivaceus* y los “pelícanos” *Pelecanus occidentalis*. Finalmente, las larvas también se han encontrado en tortugas, como la “tortuga pecho quebrada” *Kinosternon integrum* y la “tortuga pintada” *Trachemys scripta*. Es por ello muy importante seguir documentando la presencia de larvas de *Gnathostoma* en sistemas dulceacuícolas y estuarinos para determinar el riesgo potencial de la transmisión al humano.

Independientemente de lo anterior, es evidente que aún faltan muchas especies de vertebrados del estado de Sinaloa por estudiar para conocer la fauna de parásitos que los infectan. Sinaloa es un estado con una amplia diversidad ambiental y por tanto, cuenta con una alta biodiversidad. Hasta el momento tan solo se ha estudiado una pequeña fracción de los vertebrados silvestres desde el punto de vista parasitológico. Por ello, es importante que diferentes grupos de investigación intensifiquen sus esfuerzos para documentar la fauna de parásitos de los vertebrados del estado.

EL FUTURO

Es indudable que los parásitos forman un componente importante de la diversidad biológica del planeta, sin embargo, por su aspecto y forma de vida en muchas ocasiones se les excluye de los estudios sobre biodiversidad y conservación de recursos naturales. Al mismo tiempo debemos reconocer que los parásitos pueden constituir por sí mismos un elemento clave para el estudio de la diversidad biológica y la comprensión de cómo esta se encuentra organizada, factores indispensables para el uso sustentable de los recursos bióticos.

Por ello, para contribuir con el conocimiento de la diversidad de parásitos en el estado

de Sinaloa, la Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través del Laboratorio de Parasitología Acuática y Ambiental desarrolla un proyecto de investigación interesado en describir, de manera particular, la diversidad de parásitos que infectan a los peces marinos de la Bahía de Mazatlán y aquellos que habitan en lagunas costeras aledañas, principalmente aquellas de importancia comercial como los “pargos”, “atún”, “cochito”, “dorado”, “pajarito”, etc. Asimismo, se están atendiendo problemas de sanidad acuícola con parásitos de peces en sistemas de cultivo, como las tilapias y los puyeques.

Estos estudios requieren en primera instancia de la apropiada identificación de las especies de parásitos que afectan a los peces para poder decidir los tratamientos adecuados, o bien, para establecer medidas de prevención en los sistemas de cultivo. Muchos de los estudios en desarrollo son realizados como trabajos de tesis por parte de estudiantes de la licenciatura en Biología Pesquera y la licenciatura en Biología Acuícola de la FACIMAR. Es importante mencionar también que se está desarrollando este proyecto utilizando los métodos más modernos en el estudio de la diversidad biológica. Considerando para ello la utilización de métodos de secuenciación de ADN que permiten una identificación aún más precisa de las especies. Para ello, iniciamos recientemente un proyecto de colaboración con el Laboratorio de Parasitología y Medicina de la Conservación de la Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Mérida de la UNAM (ENES-Mérida), con quienes compartimos intereses de investigación en común.

AGRADECIMIENTOS

A Luis García Prieto, administrador de la Colección Nacional de Helmintos, por compartir con nosotros la base de datos de “Helmintos de Vertebrados Silvestres de México”. A la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa, y a la Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Mérida, de la UNAM, por el apoyo a los proyectos de los autores de esta contribución.

BIBLIOGRAFÍA

- Grano-Maldonado, M.I., Rodríguez-Santiago, M.A., García-Vargas, F., Nieves-Soto, M, Soares, F. (2018). *An emerging infection caused by Gyrodactylus cichlidarum Paperna, 1968 (Monogenea: Gyrodactylidae) associated with massive mortality on farmed tilapia Oreochromis niloticus (L.) on the Mexican Pacific coast*. Lat. Am. J. Aquat. Res., 46(5), 961-968. DOI: 10.3856/vol46-issue5-fulltext-9
- Hugot, J. P., Baujard, P., Morand, S. (2001). *Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview*. Nematology, 3, 199-208. DOI: 10.1163/156854101750413270
- INEGI, 2022. *Información por entidad/Sinaloa*. Recuperado de <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/sin/default.aspx?tema=me&e=25>
- Lamothe-Argumedo, R. (2003). *La gnathostomiasis en México: un problema de salud pública*. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Mex. Ser. Zool 74, 99-103.
- Pérez-Álvarez, Y., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, L., Lamothe-Aergumedo, R., León-Regagnón, V. (2008) *Present distribution of the genus Gnathostoma (Nematoda: Gnathostomatidae) in Mexico*. Zootaxa 1930, 39-55.
- Pérez-Ponce de León, G., García-Prieto, L. y Mendoza-Garfias, B. (2011). *Describing parasite biodiversity: the case of the helminth fauna of wildlife vertebrates in Mexico*. En Grillo, O. & Venora G. (Eds.), *Changing diversity in changing environment* (pp 33-54). Croatia: Intech Open.
- Roberts, L., Janovy, J. (2005). *Foundations of Parasitology* (7th edition), New York, McGraw-Hill.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente, J., Halfter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., De la Maza, J. (2009). *Capital Natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad* (1ª edición), Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.