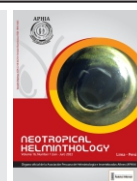




Neotropical Helminthology



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

NEW RECORD OF GONAD-INFECTING SPECIES OF *PHILOMETRA* COSTA, 1845 (NEMATODA: PHILOMETRIDAE) FROM *HYPORHAMPHUS NAOS* BANFORD & COLLETTE, 2001 (HEMIRAMPHIDAE: BELONIFORMES) IN SINALOA, MEXICO

NUEVO REGISTRO DE ESPECIES DE *PHILOMETRA* COSTA, 1845 (NEMATODA: PHILOMETRIDAE) QUE INFECTAN LA GÓNADA DE *HYPORHAMPHUS NAOS* BANFORD & COLLETTE, 2001 (HEMIRAMPHIDAE: BELONIFORMES) EN SINALOA, MÉXICO

Diego Rivera-Toscano¹; Gustavo Alejandro Rodríguez-Montes de Oca¹;
Cristobal Román-Reyes¹; Diana Judith López-Peraza¹ & Mayra I. Grano-Maldonado^{1*}

¹ Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen s / n. A. P. 610. Mazatlán, Sinaloa, México.

*Corresponding author: grano_mayra@hotmail.com / granomayra@uas.edu.mx

Diego Rivera-Toscano: <https://orcid.org/0000-0001-7251-8253>

Gustavo Alejandro Rodríguez-Montes de Oca: <https://orcid.org/0000-0002-5809-4586>

Cristobal Román-Reyes: <https://orcid.org/0000-0002-2367-7183>

Diana Judith López-Peraza: <https://orcid.org/0000-0002-7344-4134>

Mayra I. Grano-Maldonado: <https://orcid.org/0000-0001-7519-379X>

ABSTRACT

The objective of this work was to identify the species of parasitic nematodes that infect the gonads of female “birdfish” *Hyporhamphus naos* Banford & Collette, 2001 (Hemiramphidae: Beloniformes). This species of fish is considered key in terms of the local artisanal fishery index. It is economically transcendental for fishermen and regional consumers who annually wait for its arrival in the bay to be consumed. The nematode *Philometra* Costa, 1845 (Nematoda: Philometridae) was identified parasitizing the female gonads of *H. naos*. Two immature female nematodes were found (prevalence 8%, mean abundance 0.08 and mean intensity 1). New information is recorded on the distribution of parasitic nematodes of this genus in the tropical Pacific and a new host. This is the first record of *Philometra* parasitic on female gonads in *H. naos* fish in Mexico. The first world record was *Philometra longa* Moravec, Barton & Shamsi, 2021 in the fish *Hyporhamphus australis* (Steindachner, 1866) and *P. inconviens* Moravec, Barton & Shamsi, 2021 in the fish *Hyporhamphus melanochir* (Valenciennes, 1847) in Australia. The present study extends the knowledge of the composition by species of the

Este artículo es publicado por la revista Neotropical Helminthology de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú auspiciado por la Asociación Peruana de Helminología e Invertebrados Afines (APHIA). Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

doi:10.24039/rmh20221611429

Philometrids that parasitize marine fish. Our results contribute to the knowledge of the biology, biodiversity and host preference of these parasites in this fish with great regionalization in the consumption of fish species that present a broad gastronomic social identity in these coastal areas in the port of Mazatlan.

Keywords: Belonidae – Dracunculoidea – Gonads – Nematoda – Mexico

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue identificar las especies de nemátodos parásitos que infectan a las gónadas en hembras del pez “pajarito” *Hyporhamphus naos* Banford & Collette, 2001 (Hemiramphidae: Beloniformes). Esta especie de pez se considera clave en términos del índice de pesquería artesanal local, es económicamente trascendental para los pescadores y consumidores regionales que esperan anualmente su arribo a la bahía para ser consumidos. Se identificó al nematodo *Philometra* Costa, 1845 (Nematoda: Philometridae) parasitando las gónadas femeninas de *H. naos*. Se encontraron dos nematodos hembras inmaduras (prevalencia 8%, abundancia media 0,08 e intensidad media 1). Se registra nueva información sobre la distribución de parásitos nematodos de este género en esta zona del Pacífico tropical y un nuevo hospedero. Este es el primer registro de *Philometra* parásito de las gónadas femeninas en peces *H. naos* en México. El primer registro mundial fue *Philometra longa* Moravec, Barton & Shamsi, 2021 en el pez *Hyporhamphus australis* (Steindachner, 1866) y *P. inconveniens* Moravec, Barton & Shamsi, 2021 en el pez *Hyporhamphus melanochir* (Valenciennes, 1847) en Australia. El presente estudio amplía el conocimiento de la composición por especies de los Philométridos que parasitan peces marinos. Los resultados de este trabajo contribuyen al conocimiento en la biología, la biodiversidad y la preferencia del hospedero de estos parásitos en este pez con gran regionalización en el consumo de especies ícticas que presentan amplia identidad social gastronómica en estas zonas costeras en el puerto mazatleco.

Palabras clave: Belonidae – Dracunculoidea – Gónadas – Nematoda – México

INTRODUCCIÓN

Los parásitos de los peces pueden ser indicadores del impacto humano en el medio ambiente, además podrían impactar a las pesquerías, presentar zoonosis al humano, y tener relaciones filogenéticas entre hospedero y parásito (Sorensen, 2021). Pueden ser considerados como invasores biológicos, determinan el tipo de alimentación y migraciones del hospedero, y se podrían emplear como marcadores biológicos en poblaciones de peces (Marcogliese, 2005; Bakke *et al.*, 2007; Poulin *et al.*, 2011; Rodríguez-Santiago *et al.*, 2016; Sorensen, 2021). En la costa de Sinaloa, en el noroeste de México, las investigaciones sobre pesquerías del pez “pajarito” *Hyporhamphus naos* Banford & Collette, 2001 son inexistentes. A pesar de la importancia ecológica y de costumbres gastronómicas del pez “pajarito”, la información sobre la fauna parasitaria de esta especie tampoco existe. El “pajarito” es una de las especies de peces

más consumidas entre los residentes y turistas del puerto Sinaloense por la calidad de su carne, el alto valor nutritivo y los precios accesibles que se dan en el mercado local, que conllevan a convertirse en un platillo regional muy apreciado gastronómicamente (Grano-Maldonado & Mendieta-Vega, 2020). No obstante, es una pesquería artesanal que surge anualmente en los meses de marzo y abril como alternativa comercial para los consumidores locales. En este contexto, es importante identificar la presencia de posibles parásitos que pudieran afectar la fecundidad de las hembras que vienen a desovar cada año y evaluar si hay algún riesgo zoonótico al ser consumidos por el humano.

František Moravec, es un científico reconocido en el estudio de estos nemátodos. De acuerdo con este investigador, los miembros de la familia Philometridae representan el grupo más importante de nematodos dracunculoides que parasitan a los peces (Moravec, 2006). En su monografía sobre

Dracunculoidea, Moravec en el 2006, registró un total de 11 géneros y 105 especies de Filométridos que parasitan peces de agua dulce, salobre y marinos. Sin embargo, durante los últimos años, se han descrito 42 nuevas especies adicionales de esta familia, lo que representa un aumento del 40% del número de especies (Moravec & Buron, 2013) y hasta el 2021, se han descrito especies como: *P. aequispiculata* Moravec, Bakenhaster, Seyoum & Tringali, 2021 en el ovario de *Strongylura marina* (Walbaum, 1792) y *S. notata* (Poey, 1860), *P. consimilis* Moravec & Bakenhaster, 2021 en el ovario de *T. crocodilus*, and *P. notatae* Moravec, Bakenhaster, Seyoum & Tringali, 2021 en la vejiga natatoria de *S. notata*, en el Golfo de México (Moravec & Bakenhaster, 2021; Moravec *et al.*, 2021a). Para las especies descritas de estos nemátodos cuyos ciclos de vida son conocidos, los parásitos requieren un hospedero intermediario (copépodo) y finalmente son ingeridos por el hospedero definitivo o paraténico (Moravec, 2006; Dewi & Palm, 2013; Moravec & de Buron 2013).

En México, hay algunos registros tomados de base de datos de la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM (Lamothe-Argumedo *et al.*, 2003)), en la zona del Caribe y Golfo de México como: *Philometroides caudata* Moravec, Scholz & Vivas-Rodríguez, 1995 en el pez *Rhamdia guatemalensis* (Günther, 1864) (Moravec *et al.*, 1995a). *Philometra salgadoi* Vidal-Martínez, Aguirre-Macedo & Moravec, 1995 fue descrita en la cavidad el ojo del pez *Epinephelus morio* (Valenciennes, 1828) (Pisces: Serranidae) en la Península de Yucatán (Vidal-Martínez *et al.*, 1995). *Philometra margolisi* Moravec, Vidal-Martínez & Aguirre-Macedo, 1995 encontrado en las gónadas de *E. morio* (Moravec *et al.*, 1995b). *Philometra centropomi* Caballero, 1974 en el pez *Centropomus robalito* Jordan & Gilbert, 1882 en el estado de Veracruz (Moravec *et al.*, 2007). También, se encontró una publicación de un registro de *Philometra* sp. en el lenguado *Paralichthys californicus* (Ayres, 1859) en la zona de Bahía de San Quintín en el Pacífico Oeste (Castillo-Sánchez *et al.*, 1998). El presente estudio contribuye al conocimiento biológico de los parásitos nemátodos en el Pacífico Tropical Mexicano de *H. naos* y se registra un nuevo hospedero ampliando su zona de distribución geográfica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se derivó de un muestreo previo para determinar la madurez reproductiva de los peces *H. naos* durante su arribo (marzo-abril 2021 y 2022) durante la temporada de desove de los peces en la Bahía de Teacapán y Mazatlán, México. El muestreo se realizó en el puerto de Teacapán, que se localiza al sureste del puerto de Mazatlán, Sinaloa entre las situaciones geográficas (Lat. 22° 32,5' N, Long. 105° 45,4 W y Lat. 22° 31,2' N, Long: 105° 44,0 W). Durante el muestreo reproductivo se observó un parásito en la gónada femenina. Por ello, se realizó un segundo muestreo para identificar al parásito y recopilar datos preliminares sobre aspectos ecológicos (Bush *et al.*, 1997). Se recolectaron un total de 25 peces por medio de una embarcación local con redes de pesca y transportados al laboratorio de Ecofisiología de la Facultad de Ciencias Marinas (FACIMAR) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en recipientes de plástico; cabe señalar que los peces ya estaban sin vida al ser entregados por los pescadores. En el laboratorio, se midió cada pez (longitud total; cm) y peso (g), se abrió la cavidad del cuerpo (Figura 1), y se extrajeron los ovarios y se colocaron en una placa de Petri con solución salina fisiológica y se abrieron bajo un microscopio estereoscópico LEICA® y se examinaron en busca de parásitos (Figura 2A). Durante el estudio parasitológico, los parásitos nemátodos encontrados se separaron y se conservaron entre cubre y portaobjeto con glicerina para aclarar y evidenciar las estructuras de valor taxonómico hasta su identificación definitiva de acuerdo a los criterios de Moravec (2006). Una breve descripción morfológica se registró utilizando un microscopio compuesto (Olympus BX51) con un aumento de 40x y 100x/inmersión en aceite. La nomenclatura de peces fue tomada de FishBase (Froese & Pauly, 2015).

Aspectos éticos: El cuidado y manejo de los animales se llevaron a cabo de conformidad con las leyes mexicanas (NOM-033-ZOO-1995).

RESULTADOS

Se encontraron dos nemátodos hembras inmaduras

que se identificaron en la Familia Philometridae Baylis & Daubney, 1926 y en el género *Philometra* Costa, 1845 (Nemys, 2022) por presentar cuerpo elongado y cilíndrico, cutícula presente, un esófago bulboso corto, papilas en la región cefálica, vagina post ecuatorial, dos ovarios presentes, anillo peribucal ausente (Figura 2B). Se localizaron fácilmente debido a su coloración color rojo oscuro, que contrastaban con el color rosa claro del tejido ovárico (Figura 2A). Los peces muestreados midieron $20,3 \pm 0,6$ cm y pesaron $29,6 \pm 4,2$ g. Los datos ecológicos fueron los siguientes: prevalencia (8%), abundancia media (0,08) e intensidad media (1,00). Los parásitos se encontraron dentro de la gónada y atravesaban la pared del tejido ovárico de *H. naos* en dos hembras reproductivamente inmaduras (Figura 2A). La

identificación se llevó al nivel taxonómico máximo de género, debido a que sólo se encontraron dos ejemplares hembras no grávidas en el ovario. Los ejemplares se depositaron en la CNHE-IBUNAM-9741.

Parásito: *Philometra* sp. Costa, 1845 (Philometridae)

Hospedero: *Hyporhamphus naos* Banford & Collette, 2001 (Beloniformes: Hemiramphidae)

Habitat: marino

Sitio de infección: gónadas femeninas (ovario)

Localidad: Teacapán, Sinaloa, México

Fecha de colecta: Marzo, 2022

Depósito de especímenes: CNHE-IBUNAM-9741

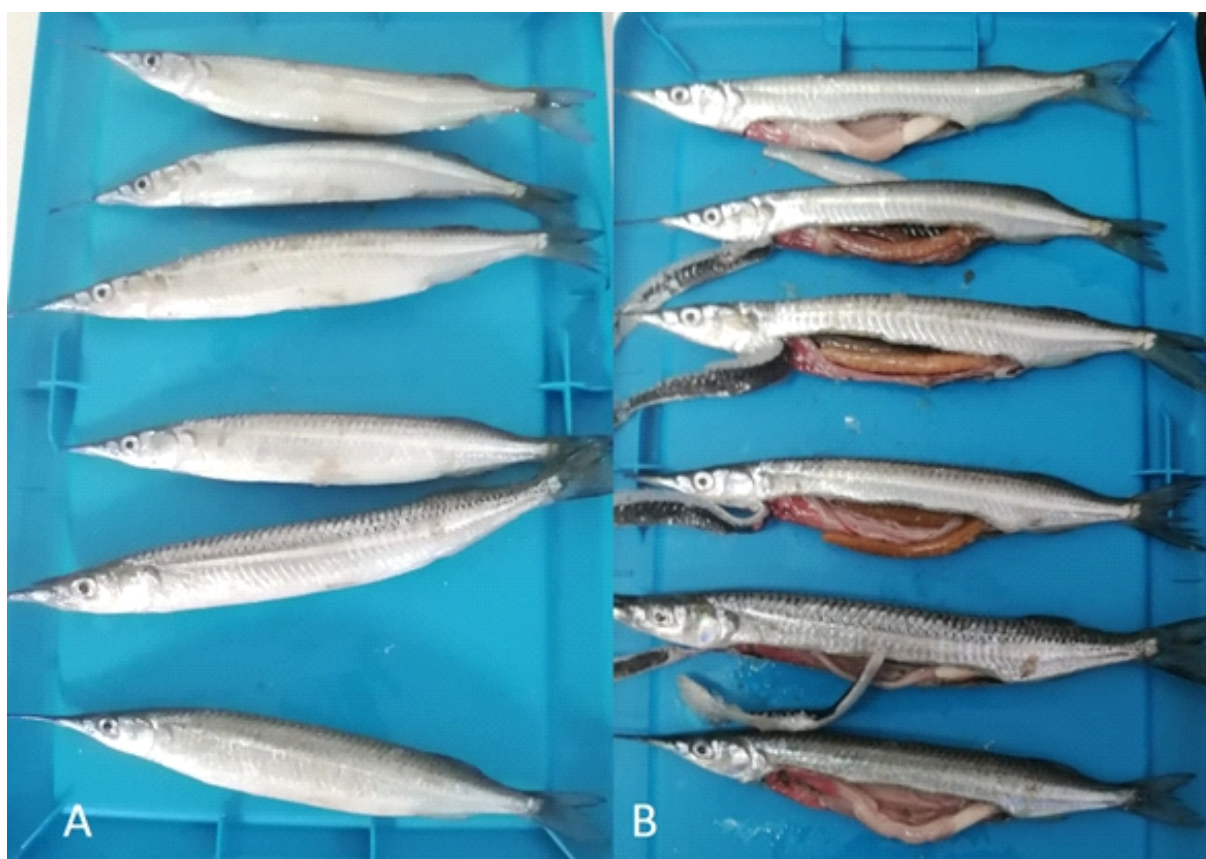


Figura 1. A) Pez “pajarito” *Hyporhamphus naos* colectados en la Bahía de Teacapán, Sinaloa, México. Los peces muestreados midieron $20,3 \pm 0,6$ cm y pesaron $29,6 \pm 4,2$ g. B) Con las gónadas expuestas para destacar su desarrollo reproductivo.



Figura 2. A) Ovarios de peces “pajarito” *Hyporhamphus naos* (Ov) se observa una hembra de *Philometra* sp. visible por su forma filiforme y color rojo oscuro que contrasta con el color rosa pálido del ovario (flecha). B) ovario sin túnica para exponer y coleccionar el ejemplar de *Philometra* sp. Escala: centímetros. C) fotografía en microscopía óptica (10x) *Philometra* sp. (Philometridae).

DISCUSIÓN

Los nematodos son considerados los helmintos parásitos más importantes por su capacidad de infectar humanos y por ello, han sido extensamente estudiados (anisakidos, capilaridos, gnastostomidos entre otros) (Hafsteinsson & Rizvi, 1987; Alvarez-Guerrero *et al.*, 2014; Duong *et al.*, 2021). Los nematodos de la familia Philometridae son parásitos exclusivos de peces de agua dulce, salobre y marinos en todo el mundo (Moravec, 2006; Moravec & de Buron, 2013). Mientras que sus hembras grávidas, por lo general tienen una coloración roja, pueden medir varios cm de largo. Los machos blanquecinos de la misma especie son mucho más pequeños, y suelen pasar inadvertidos durante los exámenes parasitológicos de los peces. Por lo tanto, la mayoría de las especies de *Philometra* se han descrito a partir de las hembras y los machos de muchas especies se desconocen hasta la fecha. En algunas especies, las hembras grávidas y las larvas pasan por el tejido ovárico durante la época de desove, un proceso

controlado por hormonas (Anderson, 2000; García-Prieto *et al.*, 2014). Por lo general, los philométridos usan copépodos como hospederos intermediarios y se desarrollan en el hemocele a un estadio terciario infectivo, que es dependiente de la temperatura. Y muchos peces que son plancton-carnívoros adquieren las infecciones alimentándose de copépodos y existen los hospederos paraténicos como peces de la Familia (Esocidae) en el caso de *Philometra obturans* (Prenant, 1886) (Anderson, 2000). Una vez que el hospedero definitivo adquiere el nematodo, migra a través de la vejiga natatoria o riñones hasta desarrollar el quinto estadio de desarrollo, estos parásitos inmaduros (2-4 mm de largo) una vez que se inseminan con un macho, la hembra migra al sitio definitivo y crece hasta llegar al estadio de gravidez, en la gónada. Especies de *Ichtyofilaria* Yamaguti, 1935 producen larvas microfilarias que pueden ser encontradas en la sangre o piel del hospedero intermediario donde están disponibles para que un crustáceo hematófago se alimente y sirva de hospedero intermediario (Appy *et al.*, 1985; Moravec *et al.*, 2021abc). La mayoría de las

especies de nemátodos son estrictamente anuales, los peces se infectan por estadios larvales que adquieren durante la alimentación de copépodos cuando estos son más abundantes principalmente en el verano o principios de otoño. Sin embargo, las hembras de nemátodos no se maduran hasta la primavera (Anderson, 2000). Este autor menciona que el periodo cuando las hembras grávidas de nemátodos aparecen, coinciden cuando los peces están sexualmente maduros y pueden depositar huevos. Además de las características morfológicas principalmente la formación de huevos *in utero* y el sitio donde se encuentran las hembras grávidas en el cuerpo del pez, es considerado un parámetro importante para la identificación de especies (Moravec *et al.*, 2020); cada especie de *Philometra* se caracteriza por presentar una alta especificidad de los hospederos (Moravec *et al.*, 2016) sobre todo, las especies de *Philometra* que infectan las gónadas femeninas (Moravec *et al.*, 2016).

Moravec *et al.* (2020) describieron nuevas especies de *Philometra* en peces de varias familias (Muraenidae, Serranidae, Scorpaenidae, Sparidae, Haemulidae, Synanceiidae Congridae y Gobiidae) en Japón. En Nueva Caledonia, Moravec & Justine (2011) reportaron este género en peces de la familia Lutjanidae. Moravec & Manoharan (2014), señalan dos especies de *Philometra* sp. en peces de las familias Carangidae y Lutjanidae en Australia. Moravec *et al.* (2016), describieron dos especies de este nemátodo en peces de las familias Serranidae y Perciformes en Túnez. En la India, Moravec & Manoharan (2014) registraron diversas especies de *Philometra* sp. en peces pertenecientes a la familia Lutjanidae. En Perú, en el Pacífico Sur, hay un registro de *Philometra* sp. en *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) con una Prevalencia total 65,2%. La gónada fue el órgano que presentó la máxima prevalencia (43,5%), seguido de la cavidad visceral (8,7%) y riñón (8,7%) e intestino (4,3%). *Philometra* sp. podría generar efectos negativos en el aspecto reproductivo de *P. adspersus*, debido a que ocupan gran espacio en la gónada afectando su fecundidad (Nizama & Azañero, 2018). En este estudio, se encontraron solamente dos nemátodos hembras inmaduras, en dos hembras del pez pajarito cuyo desarrollo gonadal era incipiente. Se requiere profundizar en estudios futuros en el estudio del posible daño reproductivo o castración en hembras

de “pajarito” *H. naos*.

En lo que respecta a los peces aguja (Beloniformes), como el pez pajarito *H. naos* en este estudio; Moravec *et al.* (2021a) describieron a la especie *P. aequispiculata* que fue registrada en los peces aguja *S. marina* y *S. notata* (Belonidae) en el Golfo de México. Existen otros registros de filométridos parásitos de peces aguja: 1) *Philometra kohnae* Moravec & Rohde, 1992 and *P. lomi* Moravec & Rohde, 1992, en el tejido cutáneo de *Tylosurus gavioloides* (Castelnau, 1873) en el sur de Wales, Australia (Moravec & Rohde, 1992); 2) *P. strongyluriae* Moravec & Ali, 2005 y *P. tylosuri* Moravec & Ali, 2005, encontrados en tejidos subcutáneos y musculatura de *Tylosurus crocodilus* (Péron et Lesueur, 1821) el Golfo Pérsico, Iraq (Moravec & Ali, 2005); 3) *P. dentigubernaculata* Moravec & Justine, 2009 en el pez *T. crocodilus* en Nueva Caledonia (Moravec & Justine, 2011); 4) *P. aequispiculata* Moravec, Bakenhaster, Seyoum & Tringali, 2021 (Moravec *et al.*, 2021a) en el ovario de *S. marina* y *S. notata*, *P. consimilis* Moravec & Bakenhaster, 2021 en el ovario de *T. crocodilus*, and *P. notatae* Moravec, Bakenhaster, Seyoum & Tringali, 2021 en la vejiga natatoria de *S. notata*, en el Golfo de México (Moravec & Bakenhaster, 2021; Moravec *et al.*, 2021a).

En México se presentan registros de datos de la colección Nacional de Helminthos (CNHE) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en la zona del Caribe y Golfo de México (Argáez-García *et al.* 2010). En la Bahía de San Quintín en el Pacífico Oeste (Castillo-Sánchez *et al.*, 1998) se registraron nemátodos *Philometra* sp. en el Pacífico Oeste en la Baja California, se limita a un registro taxonómico (Castillo-Sánchez *et al.*, 1998) que colectaron dos hembras en el mesenterio y también no eran grávidas. Estos autores mencionan que las hembras suelen modificar sus caracteres cuando están grávidas, ocasionado controversia en su taxonomía (Arai & Smith, 2016). Debido a esto, y al bajo número de ejemplares encontrados en el presente trabajo sólo se identificó hasta género. La presencia de estos nemátodos en la zona del noreste mexicano, está relacionada con la estación o las condiciones bióticas y abióticas de la zona de colecta. La captura de este pez es estacional sólo dos meses del año (abril y mayo), ya que es un pez migratorio, y

en hay reportes que este pez no se presentó durante dos años 2016 y 2017 (*com pers.* pescadores locales), aunque no hay datos registrados en alguna institución formal.

Las comunidades costeras locales en la zona del Pacífico consumen “pajarito” *H. naos* que tiene un valor gastronómico bien valorizado entre el consumidor y conforman la gastronomía local. En Mazatlán, está considerado el consumo de estos platillos, un atractivo distinguido que conforma parte de la gastronomía local, que vincula la costumbre de las cocinas regionales costeras y en algunas ocasiones causan enfermedades (Grano-Maldonado, 2020), y es una de las especies de pescado más consumidas entre los residentes y turistas del puerto Sinaloense. Sin embargo, la información sobre la infección parasitaria en este pez era nula. Este es el primer registro de un nematodo filométrido en las gónadas del pez marino *H. naos* en México, seguido de dos registros previos de: *P. longa* (Philometridae) descrito en la cavidad corporal del pez marino de la misma familia *Hyporhamphus australis* (Steindachner, 1866) (Hemirhamphidae, Beloniformes) en la costa sureste de Australia (Moravec *et al.*, 2021c). *Philometra longa* fue la primera especie de filométridos descrita de peces de la familia Hemiramphidae por estos autores. Y el segundo, *Philometra inconviens* Moravec, Barton & Shamsi, 2021 en el pez *Hyporhamphus melanochir* (Valenciennes, 1847) también en Australia (Moravec *et al.*, 2021b).

En este trabajo realizado en el noroeste mexicano, solo se encontraron dos hembras no grávidas. Se puede relacionar con la distribución geográfica de los parásitos, en lugar de un patrón estacional (primavera), se desconoce la estacionalidad ya que estos peces migratorios vienen a esta región del noroeste para desovar exclusivamente. Y no llegan en diferentes épocas del año, por lo que no podríamos comentar acerca de la estacionalidad o distribución anual como explicación de la presencia de estos parásitos, pero si como consecuencia de la distribución de los peces como hospederos intermedios. Futuros trabajos deberán enfocarse a explorar el posible daño en las gónadas, nivel de castración, relaciones filogenéticas, un estudio más amplio sobre la presencia de otros parásitos.

AGRADECIMIENTOS

Los pescadores de playa norte que colaboran con la pesca artesanal regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez-Guerrero, C, Muñoz-Guzmán, MA & Alba-Hurtado, F. 2014. *Pathological and Parasitological traits in experimentally infected cats Gnathostoma binucleatum Spirurida: Gnathostomatidae*. Veterinary Parasitology, vol. 204, pp. 279-284.
- Anderson, RC. 2000. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. 2nd ed. CABI Publishing.
- Appy, RG, Anderson, RC & Khan, RA. 1985. *Ichthyofilaria canadiensis n. sp. (Nematoda: Dracunculoidea) from eelpouts (Lycodes spp.)*. Canadian Journal of Zoology, vol. 63, pp. 1590-1592.
- Arai, H & Smith, JW. 2016. *Guide to the Parasites of Fishes of Canada Part V: Nematoda*. Zootaxa, vol. 4185, pp. 1-274.
- Argáez-García, N, Guillén-Hernández, S & Aguirre-Macedo, ML. 2010. *Intestinal helminths of Lutjanus griseus (Perciformes: Lutjanidae) from 3 environments in Yucatán (Mexico), with a checklist of its parasites in the Gulf of Mexico and Caribbean region*. Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 81, pp. 903-912.
- Bakke, TA, Cable, J & Harris, PD. 2007. *The biology of gyrodactylid monogeneans: the “Russian Doll-killers”*. Advances in Parasitology, vol. 64, pp. 161-376.
- Bush, A, Lafferty, KD, Lotz, JM & Shostak, AW. 1997. *Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited*. Journal of Parasitology, vol. 83, pp. 575-583.
- Castillo-Sánchez, E, Rosales-Casián, JA & Pérez-Ponce de León, G. 1998. *Helminths parásitos de Puralichthys californicus (Osteichthyes: Paralichthyidae) en el Estero de Punta Banda, Bahía de Todos Santos y Bahía de San Quintín, Baja California*,

- México. Ciencias Marinas, vol. 24, pp. 443-462.
- Dewi, K & Palm, HW. 2013. *Two new species of philometrid nematodes (Nematoda: Philometridae) in Epinephelus coioides (Hamilton, 1822) from the South Bali Sea, Indonesia.* Zootaxa, vol. 3609, pp. 49-59.
- Duong, CM, Le, P, Pham, O & Huynh, HQ. 2021. *Atypical gnathostomiasis-confirmed cutaneous larva migrans.* Vietnam. BMJ case reports, vol. 14, pp. e243276.
- Froese, R & Pauly, D. 2015. *FishBase.* World Wide electronic publication. <http://www.fishbase.org>
- García-Prieto, L, Osorio-Sarabia, D & Lamothe-Argumedo, MR. 2014. *Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México.* Revista mexicana biodiversidad, vol. 85 (Supl.), pp. S171-S176.
- Grano-Maldonado, MI & Mendieta-Vega, RA. 2020. *Parasitosis, turismo gastronómico e identidades alimentarias: un problema de salud pública en Mazatlán, Sinaloa, México.* Neotropical Helminthology, vol.13, pp. 203-225.
- Grano-Maldonado, MI. 2020. *The association of Blastocystis hominis and Endolimax nana an emerging infection during touristic gastronomic activities in Sinaloa, Mexico: case reports.* Neotropical Helminthology, vol.13, pp. 251-262.
- Hafsteinsson, H & Rizvi, SS. 1987. *A review of the sealworm problem: Biology, implications and solutions.* Journal of Food Protection, vol. 50, pp. 70-84.
- Lamothe-Argumedo, R, Pérez-Ponce de León, G & García-Prieto, L. 2003. *Actualización y depuración de las bases de datos de la Colección Nacional de Helminthos: P085 y Q028.* Colección CNHE. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Marcogliese, D. 2005. *Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health?* International Journal of Parasitology, vol. 35, pp. 705-716.
- Moravec, F. 2006. *Dracunculoid and Anguillicoloid Nematodes Parasitic in Vertebrates.* Academia.
- Moravec, F & Rohde, K. 1992. *Three species of nematodes of the superfamily Dracunculoidea from Australian fishes.* Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenicae, vol. 56, pp. 187-195.
- Moravec, F & Ali, AH. 2005. *Two new species of Philometra (Nematoda: Philometridae) from needlefishes (Belonidae) in Iraq, with a key to Philometra spp. parasitic in the host's subcutaneous tissue, fins and musculature.* Folia Parasitologica, vol. 52, pp. 267-273.
- Moravec, F & Justine, JL. 2011. *Two new gonad-infecting Philometra species (Nematoda: Philometridae) from the marine fish Lutjanus vitta (Perciformes: Lutjanidae) off New Caledonia.* Folia Parasitologica, vol. 58, pp. 302-10.
- Moravec, F & de Buron, I. 2013. *A synthesis of our current knowledge of philometrid nematodes, a group of increasingly important fish parasites.* Folia Parasitologica, vol. 60, pp. 81-101.
- Moravec, F & Manoharan, J. 2014. *Two new gonad-infecting species of Philometra (Nematoda: Philometridae) parasitic in Lutjanus spp. (Osteichthyes: Lutjanidae) in the Bay of Bengal, India.* Parasitology Research, vol. 113, pp. 3299-3307.
- Moravec, F, & Bakenhaster, MD. 2021. *Two new species of Philometrid nematodes (Philometridae), Barracudia notabilis n. sp. and Philometra consimilis n. sp., from the ovary of the Hound Needlefish Tylosurus Crocodilus (Belonidae) off Florida, USA.* Helminthologia, 58, pp. 271-280.
- Moravec, F, Scholz, T & Vivas-Rodríguez, V. 1995a. *Philometroides caudata sp. n. (Nematoda: Philometridae) from Rhamdia guatemalensis (Pisces) in Yucatan, Mexico.* Folia Parasitologica, vol. 42, pp. 293-298.
- Moravec, F, Vidal-Martínez, VM, & Aguirre-Macedo, L. 1995b. *Philometra margolisi n.sp. (Nematoda: Philometridae) from the gonads of the red grouper, Epinephelus morio (Pisces: Serranidae), in Mexico.* Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol. 52(S1), pp.161-165.
- Moravec, F, Santana-Pineros, AM, Gonzalez-Solis, D & Torres-Huerta, AM. 2007. *A new species of Spirophilometra (Nematoda: Philometridae) from the yellowfin snook Centropomus robalito (Osteichthyes) in southern Mexico.* Folia Parasitologica, vol. 54, pp. 215-219.

- Moravec, F, Bakenhaster, MD & Switzer, TS. 2020. *New records of Philometra spp. (Nematoda: Philometridae) from marine perciform fishes off Florida, USA, including descriptions of two new species.* Folia Parasitologica, vol. 67, pp. 1017-1021.
- Moravec, F, Chaabane, A, Neifar, L, Gey, D & Justine, JL. 2016. *Descriptions of Philometra aenei n. sp. and P. tunisiensis n. sp. (Nematoda: Philometridae) from Epinephelus spp. off Tunisia confirm a high degree of host specificity of gonad-infecting species of Philometra Costa, 1845 in groupers (Serranidae).* Systematic Parasitology, vol. 93, pp. 115-128.
- Moravec, F, Bakenhaster, MD, Seyoum, S & Tringali, MD. 2021a. *Morphological and genetic description of two new species of philometrid nematodes (Philometridae) parasitic in needlefishes (Belonidae) from estuaries of Florida, USA.* Folia Parasitologica, vol. 13, pp. 68.
- Moravec, F, Barton, DP & Shamsi, S. 2021b. *Two species of philometrid nematodes (Philometridae) newly recorded from marine fishes off South Australia, including Philometra inconueniens n. sp. from Hyporhamphus melanochir (Valenciennes) (Hemiramphidae).* Systematic parasitology, vol. 98, pp. 413-422.
- Moravec, F, Barton, DP & Shamsi, S. 2021c. *Philometra longa n. sp. (Nematoda: Philometridae), a new parasite from the abdominal cavity of the eastern sea garfish Hyporhamphus australis (Hemiramphidae, Beloniformes) off Australia.* Systematic Parasitology, vol. 98, pp. 167-175.
- Nemys (eds.). 2022. *Nemys: World Database of Nematodes.* Philometra Costa, 1845. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=22918>
- Nizama, A & Azañero C. 2018. *Preliminary result of the prevalence of Philometra sp. (Nematoda, Philometridae) in Paralichthys adspersus (Steindachner, 1867) from five zones of The Samanco Bay, New Chimbote, Peru.* Abstract Book Del VII Congreso Internacional de Parasitología Neotropical (VII COPANEO) "Nuevas tendencias de investigación en parasitosis emergentes" 05 de junio al 08 de junio del 2018, Lima, Perú. The Biologist (Lima), vol. 16 (Suplemento Especial 1), pp. 117.
- Poulin, R, Paterson, R, Townsend, C, Tompkins, D & Kelly, D. 2011. *Biological invasions and the dynamics of endemic diseases in freshwater ecosystems.* Freshwater Biology, vol. 56, pp. 676-688.
- Rodríguez-Santiago, MA, García-Prieto, L, Mendoza-Garfias, B & Grano-Maldonado, M. 2016. *Parasites of two coexisting invasive sailfin catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in a tropical region of Mexico.* Neotropical Ichthyology, vol. 14, pp. e160021.
- Sánchez-Ramírez, C & Vidal-Martínez, VM. 2002. *Metazoan parasite infracommunities of Florida pompano (Trachinotus carolinus) from the coast of the Yucatán Peninsula, Mexico.* Journal of Parasitology, vol. 88, pp. 1087-1094.
- Sorensen, PW. 2021. *Biology and control of invasive fishes.* (Ed.). Fishes, 6, <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-2683-6>.
- Vidal-Martínez, VM, Aguirre-Macedo, ML & Moravec, F. 1995. *Philometra (Ranjhinema) salgadoi n. sp. (Nematoda: Philometridae) from the ocular cavity of the Red Grouper Epinephelus morio (Pisces: Serranidae) from the Yucatan Peninsula, Mexico.* The Journal of Parasitology, vol. 81, pp. 763-766.

Received May 6, 2022.
Accepted June 28, 2022.