



ANIVERSARIO
facimar

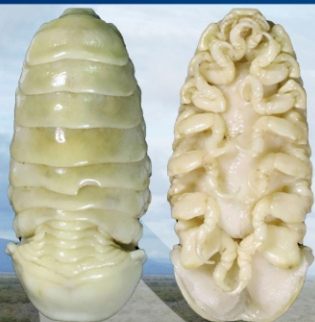


Revista Ciencias del Mar UAS

Octubre - Diciembre 2025

Núm. 1 Vol.3

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



NUEVA ESPECIE

Cymothoa facimar



DRA. MAYRA GRANO-MALDONADO Y DR. JOSÉ SALGADO-BARRAGÁN
DEDICAN UN ISÓPODO PARÁSITO A LA FACIMAR



ISSN 3061-8959



Revisión Científica

Revisión del uso de hilos colectores en sistemas de acuicultura como técnica de diagnóstico parasitológico eficaz y no invasivo para el estudio de parásitos monogéneos

Thread collection technique in aquaculture systems as an effective and non-invasive parasitological diagnosis for the study of monogenean parasites



latindex



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

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



1. Ángel Gibrian López-Ceseña



0009-0001-9064-5608

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



2. Jesús Andrés Piña-Rodríguez



0009-0000-0342-9759

Estudiante de Biología Acuícola de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen s/n. A. P. 610. Mazatlán, Sinaloa,



3. Jesús Arath Beltrán-Corrales



0009-0000-7177-110X

Estudiante de Biología Acuícola de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen s/n. A. P. 610. Mazatlán, Sinaloa,



4. Wilfredo Gámez-Acosta



0009-0001-2647-1930

Estudiante de Biología Acuícola de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen s/n. A. P. 610. Mazatlán, Sinaloa,



5. Simón Alejandro García-Rusell



0009-0008-5719-6143

Estudiante de Biología Acuícola de la Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen s/n. A. P. 610. Mazatlán, Sinaloa,



6. Mayra I. Grano Maldonado



0000-0001-7519-379X

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), Mazatlán, Sinaloa, México.
Autor de correspondencia: granomayra@uas.edu.mx

Recibido 28 de octubre 2025

Aceptado 1 de diciembre 2025



Revisión del uso de hilos colectores en sistemas de acuicultura como técnica de diagnóstico parasitológico eficaz y no invasivo para el estudio de parásitos monogéneos

Thread collection technique in aquaculture systems as an effective and non-invasive parasitological diagnosis for the study of monogenean parasites

► RESUMEN

El presente trabajo es una revisión global que abarca los últimos 20 años sobre la técnica de colecta de huevos de monogéneos mediante hilos de algodón. Este método no invasivo resulta crucial para el estudio de parásitos en peces de importancia acuícola. La acuicultura es uno de los sectores productivos más importantes a nivel mundial, sin embargo, la intensificación de los sistemas de producción y la alta demanda han provocado un aumento en la densidad de siembra, lo que hace que los peces sean más susceptibles a enfermedades parasitarias. Las más destacadas son las causadas por parásitos de ciclo de vida directo como los monogéneos. Estos helmintos ectoparásitos se adhieren a la piel y a las branquias, lo que provoca elevadas mortalidades y pérdidas económicas cuantiosas. Hasta la fecha, se desconocen los ciclos de vida de muchos parásitos monogéneos, lo que dificulta la prevención y el control eficaces de sus fases de desarrollo. En este contexto, la técnica de hilos de algodón se ha desarrollado como una herramienta que permite la recolección de huevos para obtener larvas, evitando el sacrificio de peces en cultivo para su estudio. Consiste en sujetar hilos de algodón de 20 cm al aireador del tanque, retirar después de 6 h los hilos para observarse bajo estereoscopio e incubar los huevos en medio acuoso para la obtención de larvas principalmente de monogéneos. En Sinaloa, se han reportado infecciones por monogéneos en peces marinos de cultivo emergente, como el pargo (*Lutjanus guttatus*), el róbalo blanco (*Centropomus viridis*) y el botete (*Sphoeroides annulatus*). En estos casos, esta técnica ha sido empleada en 15 estudios por investigadores de distintas instituciones regionales.

Palabras clave: hilos de algodón, helmintos, peces, *in vitro*.



OPEN ACCESS

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



► ABSTRACT

This paper presents a comprehensive review of the technique for collecting monogenean eggs using cotton threads over the last 20 years. This non-invasive method is crucial for studying parasites in fish of importance to aquaculture. Aquaculture is one of the most important productive sectors worldwide. However, the intensification of production systems and high demand have led to increased stocking densities, making fish more susceptible to parasitic diseases. The most prominent of these are those caused by parasites with a direct life cycle, such as monogeneans. These ectoparasitic helminths attach to the skin and gills, causing high mortality rates and substantial economic losses. To date, the life cycles of many monogenean parasites remain unknown, hindering effective prevention and control of their developmental stages. In this context, the cotton thread technique has been developed as a tool for collecting eggs to obtain larvae, avoiding the sacrifice of farmed fish for study. It consists of attaching 20 cm of cotton thread to the tank's aerator, removing the thread after 6 hours to observe the eggs under a stereomicroscope, and incubating the eggs in an aqueous medium to obtain larvae, primarily of monogenean species. In Sinaloa, monogenean infections have been reported in emerging farmed marine fish species, including snapper (*Lutjanus guttatus*), Pacific white snook (*Centropomus viridis*), and pufferfish (*Sphoeroides annulatus*). In these cases, this technique has been used in 15 studies by researchers from various regional institutions.

Keywords: Cotton threads, helminths, fish, *in vitro*.

► INTRODUCCIÓN

La población mundial ha aumentado en más de mil millones de personas en los últimos años, lo que ha incrementado significativamente la demanda de alimentos (FAO, 2024). Los sectores productivos primarios son los encargados de satisfacer dicha demanda proporcionando alimentos accesibles e inocuos para la población (Revilla *et al.*, 2015). Uno de los sectores productivos con mayor crecimiento en los últimos años es la acuicultura (Jiang *et al.*, 2022), la cual se ha posicionado como el mayor productor de animales acuáticos a nivel mundial, superando a la pesca por primera vez en el año 2022 con el 51% de la producción



OPEN ACCESS

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

mundial, marcando un hecho histórico para esta industria (FAO, 2024). En México, la acuicultura se centra principalmente en los estados de Sonora, Nayarit y Sinaloa, este último se posiciona como el segundo lugar en volumen y el primero en valor comercial, con un aumento de 1,923 a 1,993 unidades productoras acuícolas (CONAPESCA, 2024). Este crecimiento tan acelerado ha provocado que los acuicultores aumenten sus densidades de siembra desarrollando cultivos intensivos e hiperintensivos (Angel *et al.*, 2019), aunque esto busca maximizar la producción en una menor superficie y lograr el ahorro de insumos (específicamente agua y mano de obra) (Lazard *et al.*, 2010), lo cual aumenta sus ganancias y rentabilidad, también incrementa el estrés en los peces y causa variaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua, volviéndolos más vulnerables a infecciones parasitarias (Abba *et al.*, 2018; Ageng'o *et al.*, 2024). Para el estudio de estas infecciones Grano Maldonado (2004) desarrolló una técnica que consiste en sujetar hilos de algodón al aireador de los tanques para la recolección de huevos de parásitos monogéneos, la cual resulta efectiva siendo un método no invasivo que evita dar muerte humanitaria a los peces para su estudio.

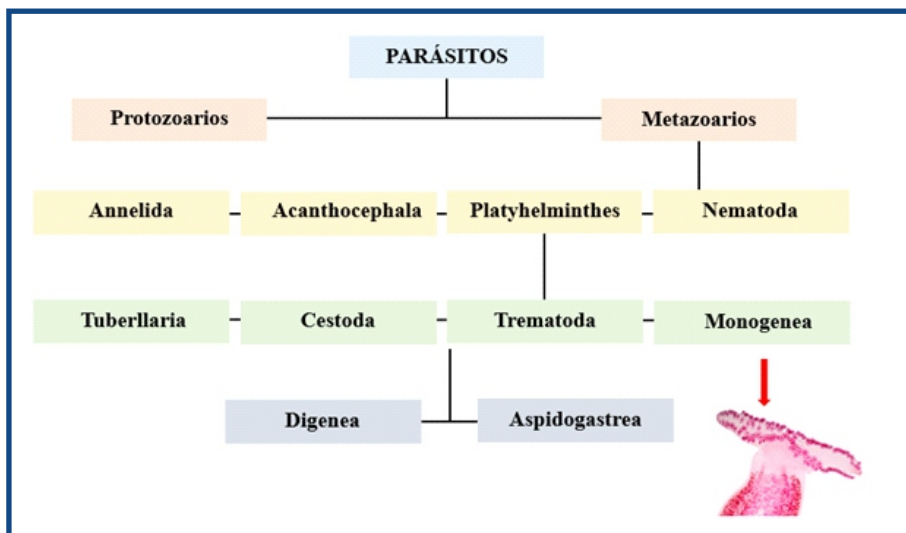


Figura 1. Clasificación general de parásitos según Drago & Núñez (2017).

Los protozoarios son parásitos unicelulares, mientras que los metazoarios son pluricelulares. Entre estos últimos se encuentran los helmintos, con cuatro Phyla ampliamente estudiados en el área de acuicultura: Annelida, Nematoda, Acanthocephala y Platyhelminthes. Este último *Phylum* se refiere a los gusanos planos, que se clasifican en tres clases: Trematoda, Cestoda y Monogenea (Nielsen, 2003).

OPEN ACCESS

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

Monogeneos

Los monogeneos pertenecen al *Phylum* Platyhelminthes, es decir, gusanos planos que afectan principalmente a peces y anfibios (Paululat & Purschke, 2025), no obstante, también se han reportado en mamíferos como los hipopótamos (Rubtsova *et al.*, 2018). Estos platelmintos poseen órganos de fijación complejos: uno anterior (prohaptor), adhesivo y pareado, y uno posterior (opisthaptor), formado por ventosas, pinzas y ganchos (Dărăbuș *et al.*, 2024). Este último es de valor taxonómico y se utiliza para dividirlos en dos subgrupos: Polyopisthocotylea (opisthaptor complejo) y Monopisthocotylea (opisthaptor sencillo) (Pulido-Flores, 2024) (Figura 2).

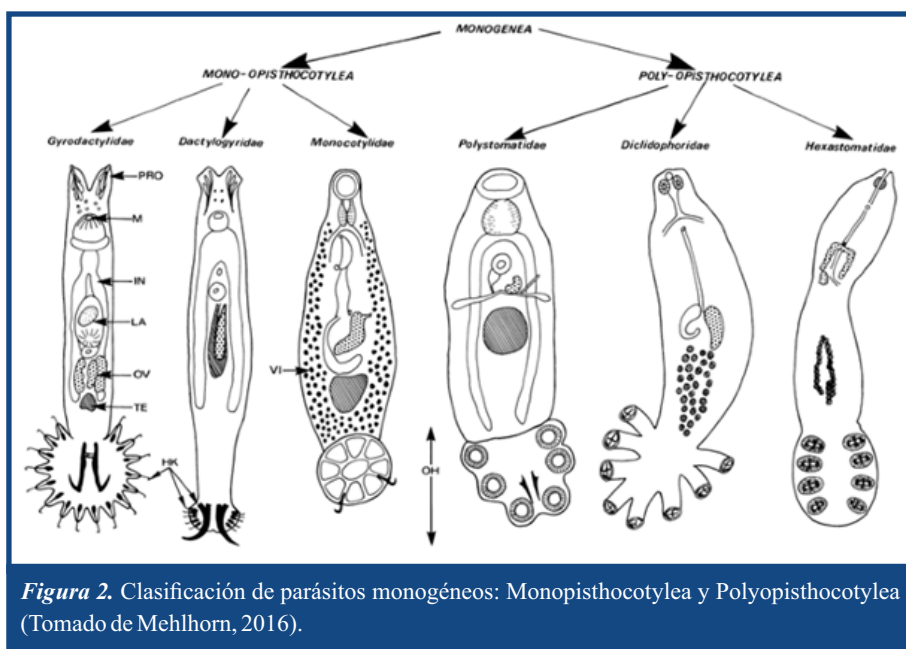


Figura 2. Clasificación de parásitos monogéneos: Monopisthocotylea y Polyopisthocotylea (Tomado de Mehlhorn, 2016).

El tamaño de los monogeneos varía según la especie, pero generalmente los adultos alcanzan entre 0.3 y 20 mm (Drago & Núñez, 2017). Poseen sistema digestivo, sistema osmorregulatorio e incluso sistema nervioso formado por dos ganglios cerebrales ubicados en la región anterior (Pulido-Flores, 2024). La mayoría de estos parásitos se clasifican como ectoparásitos. No obstante, existen algunas excepciones, como *Polystomum integerrimum* en la vejiga urinaria de ranas y *Aspidogaster conchicola* en el intestino de peces y reptiles (Mehlhorn, 2016). Se alimentan de sangre, moco y tejido epitelial de sus hospederos,

OPEN ACCESS

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



generando lesiones, daño e incluso mortalidad masiva en tilapias y robalos en la acuicultura (Grano-Maldonado *et al.*, 2018; Enríquez-Benavides *et al.*, 2025). Los monogenos se distribuyen por todo el mundo, tanto en ambientes dulceacuícolas como en marinos, lo que les permite infectar a un gran número de hospederos (Paululat & Purschke, 2025). Podemos encontrar especies ovíparas *Neobenedenia* sp., y vivíparas *Gyrodactylus* sp., dotadas de ovarios y testículos. Ambas formas de reproducción son muy eficientes y, al combinarse con su ciclo de vida directo, las convierten en amenazas potenciales para los sistemas acuícolas (Pulido-Flores, 2024).

Ciclo de vida de monogeneos

Los monogeneos tienen un ciclo de vida directo, es decir, solo necesitan de un hospedero para completarlo, a diferencia de otros platelmintos, como los digeneos, que requieren más de uno (Blasco-Costa & Poulin, 2017). Su ciclo de vida se divide en tres fases: adulto, oncomiracidio y huevo (Figura 3) (Drago & Núñez, 2017). El parásito monogeneo adulto se encuentra fijo al hospedero ya sea en branquias o en piel, por medio de su órgano de sujeción (opisthaptor) dotado de ganchos (Hoai, 2020; Jia *et al.*, 2025). Estos liberan huevos cuya forma varía según la especie, pero generalmente es tetraédrica u ovalada (Figura 4), y poseen un apéndice alargado que permite la sujeción al sustrato (Drago & Núñez, 2017). El huevo entra en un periodo de incubación que puede durar de 3 a 7 días dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales. Se ha demostrado que parámetros como la salinidad y la temperatura afectan el tiempo de desarrollo de la larva (Grano-Maldonado *et al.*, 2011; Repullés-Albelda *et al.*, 2012; Maciel *et al.*, 2017; Hoai, 2020). Del huevo emerge una larva ciliada, conocida como oncomiracidio (fase infectiva), que puede nadar para buscar a su hospedero (Drago & Núñez, 2017).



OPEN ACCESS

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

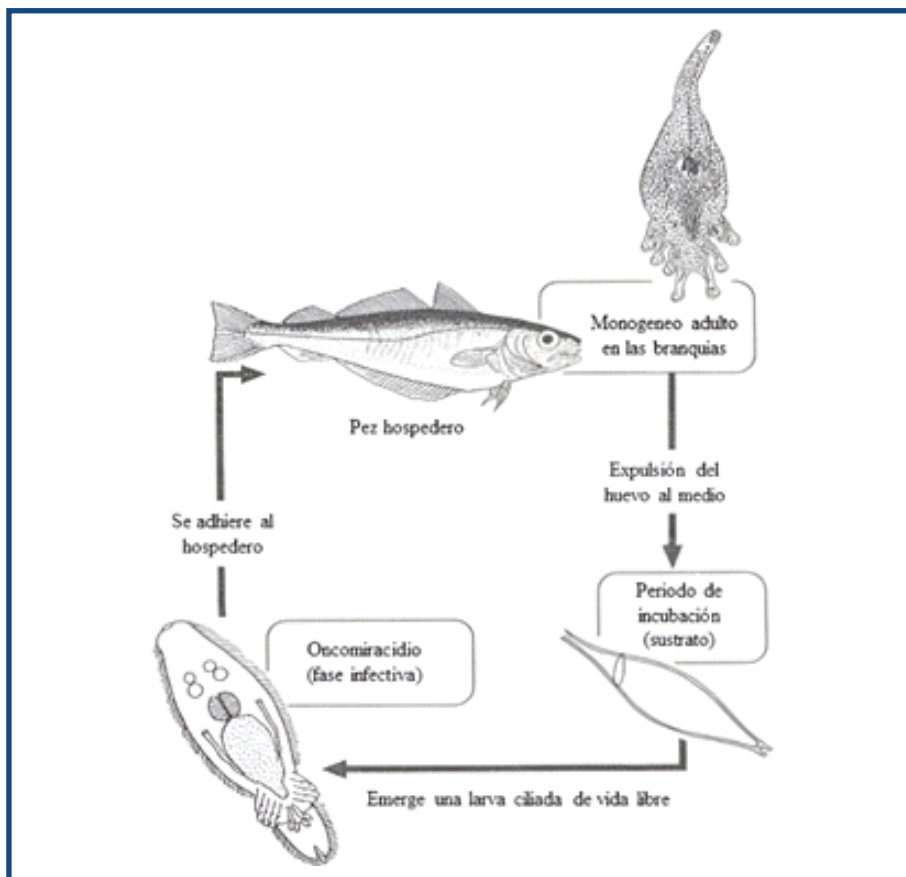


Figura 3. Ciclo de vida de monogeneo ovíparo Mackenzie *et al.*, 1995 (modificado por Grano-Maldonado, 2004)



Figura 4. Diversidad morfológica de huevos de monogeneos (Drago & Núñez, 2017).

OPEN ACCESS

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



El oncomiracidio, o larva, tiene forma alargada y sus cilios se disponen en tres zonas: anterior, media y posterior. En el extremo anterior, posee uno o dos pares de ocelos, según la especie. En esta fase, ya es posible diferenciar el tracto digestivo, identificando la boca, la faringe e intestinos (Llewellyn, 1963). Los oncomiracidios tienen un periodo corto para encontrar a su hospedero; de lo contrario, morirán. Una vez en el hospedero, estas larvas pierden sus cilios y empieza su desarrollo hacia la fase adulta (Drago & Núñez, 2017). En los sistemas de acuicultura, el confinamiento de los peces facilita que los oncomiracidios encuentren a sus hospederos (Grano-Maldonado et al., 2011; Enríquez-Benavides et al., 2025).

Monogeneos en la acuicultura

En acuicultura, es muy frecuente la presencia de agentes patógenos y parásitos, especialmente aquellos de ciclo de vida directo, como crustáceos, protozoarios y monogeneos. Estos últimos son los que causan mayor daño (Whittington & Chisholm, 2008) y se propagan rápidamente debido a su ciclo de vida, lo que se traduce en altas tasas de mortalidad y grandes pérdidas económicas en estos sistemas (Grano-Maldonado et al., 2018). Entre las especies reportadas recientemente como causantes de mortalidad se encuentran *Gyrodactylus* sp., *Cichlidogyrus* sp. (López-Ceseña et al., 2024), *Rhabdosynochus viridisi* (Enríquez-Benavides et al., 2025), entre otras. Estas infecciones por monogeneos se han reportado en peces de gran importancia comercial a nivel mundial como la tilapia (*Oreochromis niloticus*) (López-Ceseña et al., 2024), el salmón (*Salmo salar*) (Mo et al., 2024), la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (Hansen et al., 2022), y la carpa (*Cyprinus carpio*) (Roohi et al., 2019), así como en peces cuyo cultivo en México es emergente como el botete (*Shoeroides annulatus*) (Grano-Maldonado et al., 2011) y el róbalo (*Centropomus viridis*) (Enríquez-Benavides et al., 2025).

Para remediar y controlar estas situaciones, se ha propuesto un gran número de tratamientos de diversos compuestos como formalina (Tancreado et al., 2019; Enríquez-Benavides et al., 2025), medicamentos (López-Ceseña et al., 2024; Enríquez-Benavides et al.,



OPEN ACCESS

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



2025), extractos de plantas (Trasviña-Moreno *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2021) y cloruro de sodio (de Araújo *et al.*, 2023; Bocanegra *et al.*, 2024), entre otros. Sin embargo, existe una gran limitante, ya que aún persiste el desconocimiento del ciclo de vida de muchas de estas especies. Esta falta de información crea un sesgo al momento de aplicar tratamientos por ignorancia de la fase infectiva (Hoai, 2020). En este contexto, es fundamental proponer soluciones reales para prevenir y controlar infecciones parasitarias, evitando el daño a los cultivos y al medio ambiente (Buchmann, 2022).

Técnica de hilos de algodón

El método estándar para el estudio de los monogeneos implica la extracción directa de los adultos del pez. Este procedimiento conlleva el sacrificio del animal, especialmente cuando los parásitos se encuentran fuertemente adheridos a las branquias (Adawy *et al.*, 2016; Lim *et al.*, 2016; Cheng *et al.*, 2023). Si bien esto funciona para el estudio de la fase adulta, omite el huevo y la fase infectiva que (oncomiracidio), lo que limita efectividad de los tratamientos (Hoai, 2020). Como alternativa a este problema, Grano-Maldonado propuso en 2004 una técnica de colección de huevos mediante hilos de algodón. Este método no invasivo permite incubar huevos y, con ello, obtener oncomiracidios (Grano-Maldonado *et al.*, 2004). Esta técnica se ha implementado a lo largo de los años en diferentes investigaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Estudios publicados empleando la técnica de hilos colectores de huevos desde (2004-2025)

Titulo del trabajo	Parásito	Hospedero	*Familia de parásitos		Tipo de trabajo	Referencia
			Familia	Localidad		
DICLIDOPHORIDAE*						
Ciclo de vida de <i>Heterobothrium ecuadori</i> (Meserve, 1938) Strosten, 1946 (Monogenea: Diclidophoridae) ectoparasito de botete diana <i>Shoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842).	<i>Heterobothrium ecuadori</i>	<i>Shoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	Mazatlán, México	Tesis Maestría	Grano-Maldonado (2004)
Development of <i>Heterobothrium ecuadori</i> (Monogenea: Diclidophoridae) in Bullseye Puffer Fish <i>Sphoeroides annulatus</i> under Experimental Conditions	<i>Heterobothrium ecuadori</i>	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	Mazatlán, México	Artículo	Grano-Maldonado <i>et al.</i> (2010)
Egg morphology, larval development and description	<i>Heterobothrium ecuadori</i>	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	Mazatlán, México	Artículo	Grano-Maldonado <i>et al.</i> (2011)



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



Diclidophoridae) parasitising the bullseye pufferfish, *Sphoeroides annulatus*

In vitro effect of low salinity on egg hatching and larval survival of *Heterobothrium ecuadori* (Monogenea) infecting bullseye puffer fish *Sphoeroides annulatus*

<i>Heterobothrium ecuadori</i>	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	Mazatlán, México	Artículo	Grano Maldonado <i>et al.</i> (2015)
--------------------------------	------------------------------	----------------	------------------	----------	--------------------------------------

Efficacy of praziquantel and a combination anthelmintic (Adecto®) in bath treatments against *Tagia ecuadori* and *Neobenedenia melleni* (Monogenea), parasites of bullseye puffer fish

<i>Tagia ecuadori</i> (= <i>Heterobothrium ecuadori</i>)	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	Mazatlán, México	Artículo	Morales-serna <i>et al.</i> (2018)
---	------------------------------	----------------	------------------	----------	------------------------------------

ANCYROCEPHALINAE*

Effectiveness of treatments against eggs and adults of *Hallotrema* sp. and *Euryhallotrema* sp. (Monogenea):

<i>Hallotrema</i> sp.	<i>Lutjanus guttatus</i>	Lutjanidae	Mazatlán, México	Artículo	Fajer <i>et al.</i> (2007)
<i>Euryhallotrema</i> sp.					

Ancyrocephalinae)

infecting red snapper, *Lutjanus guttatus*

CALCEOSTOMATIDAE*

First report of *Calceostoma glandulosum* (Monogenea) in *Argyrosomus regius*: morphological and molecular characterization and temperature effects on life cycle

<i>Calceostoma glandulosum</i>	<i>Argyrosomus regius</i>	Sciaenidae	Olhão, Portugal	Artículo	Ribeiro <i>et al.</i> (2025)
--------------------------------	---------------------------	------------	-----------------	----------	------------------------------

CAPSALIDAE*

Efficacy of praziquantel and a combination anthelmintic (Adecto®) in bath treatments against *Tagia ecuadori* and *Neobenedenia melleni* (Monogenea), parasites of bullseye puffer fish

<i>Neobenedenia melleni</i>	<i>Sphoeroides annulatus</i>	Tetraodontidae	Mazatlán, México	Artículo	Morales-Serna <i>et al.</i> (2018)
-----------------------------	------------------------------	----------------	------------------	----------	------------------------------------

Effects of temperature on the life cycle of *Neobenedenia* sp. (Monogenea: Capsalidae) from *Seriola rivoliana* (Almaco jack) in Bahía de La Paz, BCS México

<i>Neobenedenia</i> sp.	<i>Seriola rivoliana</i>	Carangidae	La Paz, Baja California Sur	Artículo	Valles-Vega <i>et al.</i> (2019)
-------------------------	--------------------------	------------	-----------------------------	----------	----------------------------------

Efecto de la temperatura sobre el sistema inmune de *Seriola rivoliana* frente a la infestación de *Neobenedenia* sp.

<i>Neobenedenia</i> sp.	<i>Seriola rivoliana</i>	Carangidae	La Paz, México	Tesis doctoral	Valles-Vega (2020)
-------------------------	--------------------------	------------	----------------	----------------	--------------------

Proteomic analysis of *Neobenedenia* sp. and *Rhabdosynochus viridisi* (Monogenea, Monopisthocotyles): Insights into potential vaccine targets and diagnostic markers for finfish aquaculture

<i>Neobenedenia</i> sp.	<i>Centropomus viridis</i>	Centropomidae	Mazatlán, México	Artículo	Caña-Bozada <i>et al.</i> (2024)
-------------------------	----------------------------	---------------	------------------	----------	----------------------------------



OPEN ACCESS

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



from *Seriola rivoliana*
(Almaco jack) in Bahía de
La Paz, BCS México

Efecto de la temperatura sobre el sistema inmune de *Seriola rivoliana* frente a la infestación de *Neobenedenia* sp.

Neobenedenia sp. *Seriola rivoliana* Carangidae La Paz, México Tesis doctoral Valles-Vega (2020)

Proteomic analysis of *Neobenedenia* sp. and *Rhabdosynochus viridisi* (Monogenea, Monopisthocotylea): Insights into potential vaccine targets and diagnostic markers for finfish aquaculture

Neobenedenia sp. *Centropomus viridis* Centropomidae Mazatlán, México Artículo Caña-Bozada et al. (2024)

Control of *Neobenedenia* sp. infestations in the ocean tank at Gran Acuario Mazatlán

Neobenedenia sp. *Caranx caninus*, *Chaetodipterus zonatus* y *Lutjanus colorado* Carangidae, Ephippidae y Lutjanidae Mazatlán, México Informe de caso Morales-Sema et al. (2025)

DIPLECTANIDAE*

Proteomic analysis of *Neobenedenia* sp. and *Rhabdosynochus viridisi* (Monogenea, Monopisthocotylea): Insights into potential vaccine targets and diagnostic markers for finfish aquaculture

Rhabdosynochus viridisi *Centropomus viridis* Centropomidae Mazatlán, México Artículo Caña-Bozada et al. (2024)

Metazoan parasites of the red grouper, *Epinephelus morio*, in a pilot aquaculture system in Yucatán, Mexico

Pseudorhabdosynochus yucatanensis *Epinephelus morio* Serranidae Mérida, Yucatán Artículo Canul-Cámara et al. (2025)

Effective control and treatment of *Rhabdosynochus viridisi* (Monogenea: Diplectanidae) in *Centropomus viridis* (Teleostei: Centropomidae) in marine aquaculture

Rhabdosynochus viridisi *Centropomus viridis* Centropomidae Mazatlán, México Artículo Enriquez-Benavides et al. (2025)

Respuesta histológica e inmune en el pez *Centropomus viridis* causadas por el parásito *Rhabdosynochus viridisi*

Rhabdosynochus viridisi *Centropomus viridis* Centropomidae Mazatlán, México Artículo López-Moreno et al. (2025)

Transcriptomic analysis of immune-related genes in Pacific white snook (*Centropomus viridis*) gills infected with the monogenean parasite *Rhabdosynochus viridisi*

Rhabdosynochus viridisi *Centropomus viridis* Centropomidae Mazatlán, México Artículo Mirabent-Casals et al. (2025)



OPEN ACCESS

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



► DISCUSIÓN

Las aportaciones científicas más sobresalientes en el estudio de los huevos de monogenos fueron realizadas por Llewelyn (1963), Kearn (1986) y Whittington *et al.* (2000). De estos estudios (Kearn *et al.*, 1992) se desprende que la presencia de filamentos en los huevos facilita su captura al enredarse fácilmente en cualquier material. Sin embargo, el uso de materiales ha sido variado. En la literatura se han reportado otras técnicas de colecta de huevos; por ejemplo, se sumergió un trozo de red de malla (0.5×0.5 mm) de 5 cm² en cada acuario y se revisó diariamente bajo un estereomicroscopio (Hoai & Hudson, 2014). Esta técnica se implementó durante una estancia en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) con el Dr. Juan Carlos Urreola. En ese estudio, que abordaba parásitos en peces de cultivo marino, se empleaban hilos de plástico (plástico) en los tanques. No obstante, estos hilos tendían a concentrar una gran cantidad de materia orgánica junto con los huevos, lo que dificultaba su observación. Posteriormente, esta técnica se adaptó mediante el uso de un hilo de algodón durante la investigación de los ciclos de vida en botetes (Grano-Maldonado 2004). Este cambio permitió concentrar grandes cantidades de huevos y poca materia orgánica. A partir de entonces, en México, se ha empleado la técnica para el estudio de monogeneos de diferentes familias, específicamente Ancyrocephalinae (Fajer *et al.*, 2007), Calceostomatidae (Ribeiro *et al.*, 2025), Capsalidae (Morales-serna *et al.*, 2018; Valles-Vega *et al.*, 2019; Valles-Vega, 2020; Caña-Bozada *et al.*, 2024; Morales-Serna *et al.*, 2025), Diclidophoridae (Grano-Maldonado 2004; Grano-Maldonado *et al.*, 2010; Grano-Maldonado *et al.*, 2011; Grano-Maldonado *et al.*, 2015; Morales-Serna *et al.*, 2018) y Diplectanidae (Caña-Bozada *et al.*, 2024; Enríquez-Benavides *et al.*, 2025; López-Moreno *et al.*, 2025; Mirabent-Casals *et al.*, 2025). Esta técnica se reporta con mayor frecuencia en artículos científicos y también se ha empleado en trabajos de investigación de posgrado. Por ejemplo, fue utilizada originalmente por Grano-Maldonado (2004) en una tesis de maestría y, posteriormente, en un estudio de doctorado, para determinar el efecto de la temperatura sobre el sistema inmune de *Seriola rivoliana* bajo infección por *Neobenedenia* sp. (Valles-Vega, 2020).



OPEN ACCESS

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



Esta técnica se destaca porque permite la colecta de huevos y su incubación posterior para obtener larvas. Por ende, se utiliza con monogéneos ovíparos, siendo frecuentemente usada para el estudio de tres especies: *Neobenedenia* sp. (Morales-serna *et al.*, 2018; Valles-Vega *et al.*, 2019; Valles-Vega, 2020; Caña-Bozada *et al.*, 2024; Morales-Serna *et al.*, 2025), *Rhabdosynochus viridisi* (Caña-Bozada *et al.*, 2024; Enríquez-Benavides *et al.*, 2025; López-Moreno *et al.*, 2025; Mirabent-Casals *et al.*, 2025) y *Heterobothrium ecuadoi* (Grano-Maldonado 2004; Grano-Maldonado *et al.*, 2010; Grano-Maldonado *et al.*, 2011; Grano-Maldonado *et al.*, 2015; Morales-Serna *et al.*, 2018). Las investigaciones realizadas con hilos de algodón han aportado información importante para comprender los ciclos de vida de los monogéneos y proponer alternativas para su control. Esta técnica fue implementada en otros países, como Portugal (Ribeiro *et al.*, 2025), durante estancias académicas (Figura 2), lo que permitió determinar las fases larvarias de monogéneos en peces marinos. Esto resalta la importancia de las estancias académicas para compartir conocimiento científico de vanguardia.

► CONCLUSIÓN

La técnica de los hilos de algodón, al permitir la obtención de las etapas de vida libre, es clave para la investigación y el desarrollo de estrategias de control y bioseguridad que protejan los cultivos sin causar estrés ni daño a los peces. La técnica ha sido de gran importancia para el estudio de los parásitos monogéneos, contribuyendo a comprender su desarrollo, biología y reproducción, los cuales causan graves daños en la acuicultura. Sin duda, este método no invasivo ofrece herramientas y posibilidades para desarrollar una amplia variedad de investigaciones que contribuyan a resolver problemas reales.



OPEN ACCESS

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

**LITERATURA CITADA**

Abba, A. M., Abdulkarim, B., Omenesa, R. L., Abdulhamid, Y., & Mudassir, I. (2018). Study on physico-chemical parameters and prevalence of fish parasites in Jibia Reservoir, Katsina State, Nigeria. *UMYU Journal of Microbiology Research*, 3(2), 1–6.

<https://www.ajol.info/index.php/ujmr/article/view/286561/269995>

Adawy, R., Meged, R., & Sorour, S. (2016). Some studies on Monogenea infections in gills of marine water fishes in Egypt. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 62(151), 1–11.

<https://doi.org/10.21608/avmj.2016.166636>

Ageng'o, F. O., Waruiru, R. M., Wanja, D. W., Nyaga, P. N., Hamisi, M. M., Khasake, C. N., & Chadag, M. V. (2024). Relationship between water quality parameters and parasite infestation in farmed *Oreochromis niloticus* in selected rift Valley Counties, Kenya. *Aquaculture Research*, 2024(1), 6139798.

<https://doi.org/10.1155/2024/6139798>

Angel, D., Jokumsen, A., & Lembo, G. (2019). Aquaculture production systems and environmental interactions. En G. Lembo & E. Mente (Eds.), *Organic Aquaculture* (pp. 147-190). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05603-2_6

Bellay, S., De Oliveira, E. F., Almeida-Neto, M., & Takemoto, R. M. (2020). Ectoparasites are more vulnerable to host extinction than co-occurring endoparasites: evidence from metazoan parasites of freshwater and marine fishes. *Hydrobiologia*, 847(13), 2873-2882. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04279-x>

Bellay, S., De Oliveira, E. F., Almeida-Neto, M., Mello, M. A., Takemoto, R. M., & Luque, J. L. (2015). Ectoparasites and endoparasites of fish form networks with different structures. *Parasitology*, 142(7), 901-909.

<https://doi.org/10.1017/S0031182015000128>

Blasco-Costa, I., & Poulin, R. (2017). Parasite life-cycle studies: a plea to resurrect an old parasitological tradition. *Journal of Helminthology*, 91(6), 647-656.

<https://doi.org/10.1017/S0022149X16000924>

**OPEN ACCESS**

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



- Bocanegra, G. T., Rojas, C. A., de Sousa, A. L., Guimaraes, L. C., & Morey, A. M. (2024).** Sodium chloride and formalin to control monogenoids of *Colossoma macropomum* in the Peruvian Amazonia. *Ciência Animal*, 34(1), 88-a.
- Buchmann, K. (2022).** Control of parasitic diseases in aquaculture. *Parasitology*, 149(14), 1985-1997. <https://doi.org/10.1017/S0031182022001093>
- Caña-Bozada, V. H., Huerta-Ocampo, J. Á., Bojórquez-Velázquez, E., Elizalde-Contreras, J. M., May, E. R., & Morales-Serna, F. N. (2024).** Proteomic analysis of *Neobenedenia* sp. and *Rhabdosynochus viridisi* (Monogenea, Monopisthocotylea): Insights into potential vaccine targets and diagnostic markers for finfish aquaculture. *Veterinary Parasitology*, 329, 110196. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2024.110196>
- Canul-Cámara, M. G., Durruty-Lagunes, C. V., Solórzano-García, B., & Pérez-Ponce de León, G. (2025).** Metazoan parasites of the red grouper, *Epinephelus morio*, in a pilot aquaculture system in Yucatán, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 53(5). <https://doi.org/10.3856/vol53-issue5-fulltext-3483>
- Cebrián-Camisón, S., Martínez-de la Puente, J., Ruiz-López, M. J., & Figuerola, J. (2025).** Do specialist and generalist parasites differ in their prevalence and intensity of infection? A test of the niche breadth and trade-off hypotheses. *International Journal for Parasitology*, 55(2), 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2024.11.009>
- Cheng, J., Zou, H., Li, M., Wang, J., Wang, G., & Li, W. (2023).** Morphological and molecular identification of *Dactylogyryrus gobiocypris* (Monogenea: Dactylogyridae) on gills of a Model Fish, *Gobiocypris rarus* (Cypriniformes: Gobionidae). *Pathogens*, 12(2), 206. <https://doi.org/10.3390/pathogens12020206>
- Colón-Llavina, M. M., Mattiucci, S., Nascetti, G., Harvey, J. T., Williams, E. H., & Mignucci-Giannoni, A. A. (2019).** Some metazoan parasites from marine mammals stranded in California. *Pacific Science*, 73(4), 461-473. <https://doi.org/10.2984/73.4.3>

**OPEN ACCESS**

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



Combes, C. (2020). *The art of being a parasite*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/9780226778723>

CONAPESCA. (2024). *Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2024: Ficha estadística mojarra, 2012-2024*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. https://nube.conapesca.gob.mx/sites/cona/dgppe/2024/ANUARIO_ESTADISTICO_DE_ACUACULTURA_Y_PESCA_2024.pdf

Dărăbuș, G., Ujvari, K. R., & Imre, M. (2024). Parasitism with protozoa and monogeneans in fish from the natural waters of Romania. *Microorganisms*, 12(8), 1519. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12081519>

De Araújo, P. A., Maciel-Honda, P. O., de Oliveira Costa-Fernandes, T., Dos Santos, G. G., & Martins, M. L. (2023). Efficacy of chlorine, sodium chloride and trichlorfon baths against monogenean *Dawestrema cycloancistrum* parasite of pirarucu *Arapaima gigas*. *Journal of Fish Diseases*, 46(2), 113-126. <https://doi.org/10.1111/jfd.13725>

Drago, F., & Núñez, V. (2017). Clase Monogenea. En F. Drago (Ed.), *Macroparásitos* (pp. 69-82). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/62010>

Enríquez-Benavides, L. E., López-Ceseña, J. Á. G., Rodríguez-Montes-de Oca, G. A., Abad-Rosales, S. M., Maciel-Ibarra, D. A., Rodríguez-Vázquez, E. A., & Grano-Maldonado, M. I. (2025). Effective control and treatment of *Rhabdosynochus viridisi* (Monogenea: Diplectanidae) in *Centropomus viridis* (Teleostei: Centropomidae) in marine aquaculture. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 53(3). <https://doi.org/10.3856/vol53-issue3-fulltext-3338>

Fajer-Ávila, E. J., Velásquez-Medina, S. P., & Betancourt-Lozano, M. (2007). Effectiveness of treatments against eggs, and adults of *Haliotrema* sp. and *Euryhaliotrema* sp. (Monogenea: Ancyrocephalinae) infecting red snapper, *Lutjanus guttatus*. *Aquaculture*, 264(1-4), 66-72. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.035>



OPEN ACCESS

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



- FAO. (2024). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024: La transformación azul en acción*. <https://doi.org/10.4060/cd0683es>
- FAO. (2024). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2024*. <https://doi.org/10.4060/cd2971en>
- Geisen, S., Mitchell, E. A., Adl, S., Bonkowski, M., Dunthorn, M., Ekelund, F., & Lara, E. (2018). Soil protists: a fertile frontier in soil biology research. *FEMS Microbiology Reviews*, 42(3), 293–323.
- Grano Maldonado, M. I. (2004). *Ciclo de vida de Heterobothrium ecuadori (Meserve, 1938) Stroston, 1946 (Monogenea: Diclidophoridae) ectoparásito de botete diana Shoeroides annulatus (Jenyns, 1842)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TESO1000600405>
- Grano-Maldonado, M. I., Aguirre-Villaseñor, H., Betancourt-Lozano, M., & Fajer-Ávila, E. J. (2015). In vitro effect of low salinity on egg hatching and larval survival of *Heterobothrium ecuadori* (Monogenea) infecting bullseye puffer fish *Sphoeroides annulatus*. *Aquaculture Research*, 46(6), 1339–1343. <https://doi.org/10.1111/are.12300>
- 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. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(5), 961–968. <https://doi.org/10.3856/vol46-issue5-fulltext-9>
- Grano-Maldonado, M. I., Roque, A., & Fajer-Ávila, E. J. (2010). Development of *Heterobothrium ecuadori* (Monogenea: Diclidophoridae) in Bullseye Puffer Fish *Sphoeroides annulatus* under experimental conditions. *Fish Pathology*, 45(4), 175–178. <https://doi.org/10.3147/jfsp.45.175>



OPEN ACCESS

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



- Grano-Maldonado, M. I., Roque, A., Aguirre, H., & Fajer-Avila, E. (2011).** Egg morphology, larval development and description of the oncomiracidium of *Heterobothrium ecuadori* (Monogenea: Diclidophoridae) parasitising the bullseye pufferfish, *Sphoeroides annulatus*. *Helminthologia*, 48(1), 51–55. <https://doi.org/10.2478/s11687-011-0009-3>
- Hansen, H., Leshko, E., Rusch, J. C., Samokhvalov, I., Melnik, V., Mogue, N., & Parshukov, A. (2022).** *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea, Gyrodactylidae) spreads further—a consequence of rainbow trout farming in Northern Russia. *Aquatic Invasions*, 17(2). <https://doi.org/10.3391/ai.2022.17.2.06>
- Hoai, D. T., & Hutson, K. S. (2014).** Reproductive strategies of the insidious fish ectoparasite, *Neobenedenia* sp. (Capsalidae: Monogenea). *PLoS One*, 9(9), e108801. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108801>
- Hoai, T. D. (2020).** Reproductive strategies of parasitic flatworms (Platyhelminthes, Monogenea): the impact on parasite management in aquaculture. *Aquaculture International*, 28(1), 421–447. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00471-6>
- Jia, T., Meng, F. Y., Xu, W. J., & Fan, L. X. (2025).** Parasitic life and environment of monogenean: geometric morphometric study of haptor anchors in seven *Diplorchis* species (Monogenea: Polystomatidae). *BMC Zoology*, 10(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40850-025-00226-2>
- Jiang, Q., Bhattarai, N., Pahlow, M., & Xu, Z. (2022).** Environmental sustainability and footprints of global aquaculture. *Resources, Conservation and Recycling*, 180, 106183. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106183>
- Kearn, G. (1986).** The eggs of Monogeneans. *Advances in Parasitology*, 25, 175–273. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60344-9](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60344-9)



OPEN ACCESS

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



- Kearn, G. C., Ogawa, K., & Maeno, Y. (1992).** The oncomiracidium of *Heteraxine heterocerca*, a monogenean gill parasite of the yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 35(6), 347–350.
- Lazard, J., Baruthio, A., Mathé, S., Rey-Valette, H., Chia, E., Clément, O., & René, F. (2010).** Aquaculture system diversity and sustainable development: fishfarms and their representation. *Aquatic Living Resources*, 23(2), 187–198. <https://doi.org/10.1051/alr/2010018>
- Lester, R. J. G., & Moore, B. R. (2015).** Parasites as valuable stock markers for fisheries in Australasia, East Asia and the Pacific Islands. *Parasitology*, 142(1), 36–53. <https://doi.org/10.1017/S003118201400016X>
- Lim, S. Y., Ooi, A. L., & Wong, W. L. (2016).** Gill monogeneans of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red hybrid tilapia (*Oreochromis* spp.) from the wild and fish farms in Perak, Malaysia: infection dynamics and spatial distribution. *SpringerPlus*, 5(1), 1609. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3266-2>
- Liu, H. R., Liu, Y. M., Hou, T. L., Li, C. T., & Zhang, Q. Z. (2021).** Antiparasitic efficacy of crude plant extracts and compounds purified from plants against the fish monogenean *Neobenedenia girellae*. *Journal of Aquatic Animal Health*, 33(3), 155–161. <https://doi.org/10.1002/aah.10128>
- Llewellyn, J. (1963).** Larvae and larval development of monogeneans. *Advances in Parasitology*, 1, 287–326. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60506-0](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60506-0)
- López-Ceseña, J. A. G., Rodríguez-Montes de Oca, G. R., Hernández, A. B., Soto, M. N., & Grano-Maldonado, M. I. (2024).** Tratamiento para el control de *Gyrodactylus* sp. y *Cichlidogyrus* sp. asociados con mortalidad en tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista Ciencias del Mar UAS*, 1(2), 30–58.



OPEN ACCESS

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



- López-Moreno, D., Yazdi, Z., Morales-Serna, F. N., Martínez-Brown, J. M., Ibarra-Castro, L., García-Gasca, A., & Soto, E. (2024). Respuesta histológica e inmune en el pez *Centropomus viridis* causadas por el parásito *Rhabdosynochus viridisi*. *Revista MVZ Córdoba*, 29(2). <https://doi.org/10.21897/rmvz.3381>
- Maciel, P. O., Muniz, C. R., & Alves, R. R. (2017). Eggs hatching and oncomiracidia lifespan of *Dawestrema cycloancistrum*, a monogenean parasitic on *Arapaima gigas*. *Veterinary Parasitology*, 247, 57–63.
- Mehlhorn, H. (2016). Worms (Helminths). In *Animal parasites: Diagnosis, treatment, prevention* (pp. 251–498). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46403-9_5
- Mirabent-Casals, M., Caña-Bozada, V. H., Morales-Serna, F. N., Martínez-Brown, J. M., Medina-Guerrero, R. M., Hernández-Cornejo, R., & García-Gasca, A. (2025). Transcriptomic analysis of immune-related genes in Pacific white snook (*Centropomus viridis*) gills infected with the monogenean parasite *Rhabdosynochus viridisi*. *Parasitology International*, 104, Article 102981. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2024.102981>
- Mo, T. A. (2024). The battle against the introduced pathogenic monogenean *Gyrodactylus salaris* in Norwegian Atlantic salmon rivers and fish farms. *Journal of Fish Diseases*, 47(9), Article e13981. <https://doi.org/10.1111/jfd.13981>
- Morales-Serna, F. N., Chapa-López, M., Martínez-Brown, J. M., Ibarra-Castro, L., Medina-Guerrero, R. M., & Fajer-Ávila, E. J. (2018). Efficacy of praziquantel and a combination anthelmintic (Adecto®) in bath treatments against *Tagia ecuadori* and *Neobenedenia melleni* (Monogenea), parasites of bullseye puffer fish. *Aquaculture*, 492, 361–368. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.04.043>



OPEN ACCESS

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



- Morales-Serna, F. N., López-Moreno, D., Velázquez Garay, J. A., & Rendón-Martínez, L. A. (2025).** Control of *Neobenedenia* sp. infestations in the ocean tank at Gran Acuario Mazatlán. *Parasitologia*, 5(2), Article 16. <https://doi.org/10.3390/parasitologia5020016>
- Nielsen, C. (2003).** Defining phyla: Morphological and molecular clues to metazoan evolution. *Evolution & Development*, 5(4), 386–393. <https://doi.org/10.1046/j.1525-142X.2003.03046.x>
- Paululat, A., & Purschke, G. (2025).** Platyhelminthes (Flatworms). In *Metazoa–Morphology and evolution of animals: A practical guide to the dissection and comparative study of animals* (pp. 27–47). Springer Berlin Heidelberg.
- Poulin, R., & Kamiya, T. (2015).** Parasites as biological tags of fish stocks: A meta-analysis of their discriminatory power. *Parasitology*, 142(1), 145–155. <https://doi.org/10.1017/S003118201400016X>
- Pulido-Flores, G. (2024).** Monogenea (Class). *Concepts in animal parasitology, Ectoparasites* (Vol. 5, pp. 733–742). Zea Books. <https://doi.org/10.32873/unl.dc.ciap060>
- Repullés-Albelda, A., Holzer, A. S., Raga, J. A., & Montero, F. E. (2012).** Oncomiracidial development, survival and swimming behaviour of the monogenean *Sparicotyle chrysophrii* (Van Beneden and Hesse, 1863). *Aquaculture*, 338, 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.02.003>
- Revilla, D., García-Ándres, A., & Sánchez-Juárez, I. (2015).** Identification of key productive sectors in the Mexican economy. *Expert Journal of Economics*, 3(1), 22–39.
- Ribeiro, M. C., Lourenço-Marques, C., Baptista, T., Pousão-Ferreira, P., & Soares, F. (2025).** First report of *Calceostoma glandulosum* (Monogenea) in *Argyrosomus regius*: Morphological and molecular characterization and temperature effects on life cycle. *Aquaculture Research*, 2025, Article 9397751. <https://doi.org/10.1155/are/9397751>



OPEN ACCESS

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



- Ridgway, R. L.** (2013). *Biological control by augmentation of natural enemies: Insect and mite control with parasites and predators* (11th ed.). Springer Science Business Media.
- Roohi, J. D., Asl, A. D., Pourkazemi, M., & Shamsi, S.** (2019). Occurrence of dactylogyrid and gyrodactylid Monogenea on common carp, *Cyprinus carpio*, in the Southern Caspian Sea Basin. *Parasitology International*, 73, Article 101977. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.101977>
- Rubtsova, N. Y., Heckmann, R. A., Smit, W. J., Luus-Powell, W. J., Halajian, A., & Roux, F.** (2018). Morphological studies of developmental stages of *Oculotrema hippopotami* (Monogenea: Polystomatidae) infecting the eye of *Hippopotamus amphibius* (Mammalia: Hippopotamidae) using SEM and EDXA with notes on histopathology. *The Korean Journal of Parasitology*, 56(5), 463–471. <https://doi.org/10.3347/kjp.2018.56.5.463>
- Tancredo, K. R., Marchiori, N. D., Pereira, S. A., & Martins, M. L.** (2019). Toxicity of formalin for fingerlings of *Cyprinus carpio* var. *koi* and *in vitro* efficacy against *Dactylogyrus minutus* Kulwièc, 1927 (Monogenea: Dactylogyridae). *Journal of Parasitic Diseases*, 43(1), 46–53. <https://doi.org/10.1007/s12639-018-1056-1>
- Trasviña-Moreno, A. G., Ascencio, F., Angulo, C., Hutson, K. S., Avilés-Quevedo, A., Inohuye-Rivera, R. B., & Pérez-Urbiola, J. C.** (2019). Plant extracts as a natural treatment against the fish ectoparasite *Neobenedenia* sp. (Monogenea: Capsalidae). *Journal of Helminthology*, 93(1), 57–65. <https://doi.org/10.1017/S0022149X17001122>
- Valles-Vega, G. I.** (2020). *Efecto de la temperatura en el sistema inmune de *Seriola rivoliana* contra la infestación de *Neobenedenia* sp.* [Effect of temperature on the immune system of *Seriola rivoliana* against *Neobenedenia* sp. infestation] [Doctoral dissertation, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR-IPN)]. Repositorio Institucional CIBNOR.

**OPEN ACCESS**

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



- Valles-Vega, I., Ascencio, F., Sicard-González, T., Angulo, C., Fajera-Avila, E. J., Inohuye-Rivera, R. B., & Pérez-Urbiola, J. C.** (2019). Effects of temperature on the life cycle of *Neobenedenia* sp. (Monogenea: Capsalidae) from *Seriola rivoliana* (Almaco jack) in Bahía de La Paz, BCS, México. *Parasitology Research*, *118*(12), 3267–3277. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06460-1>
- Whittington, I. D., & Chisholm, L. A.** (2008). Diseases caused by Monogenea. In *Fish diseases* (Vol. 2, pp. 697–737). CRC Press.
- Whittington, I. D., Chisholm, L. A., & Rohde, K.** (2000). The larvae of Monogenea (Platyhelminthes). *Advances in Parasitology*, *44*, 139–232. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60232-8](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60232-8)



OPEN ACCESS

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