

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

Ocurrencia de *Schyzocotyle acheilognathi*
(Yamaguti: 1934) (Cestoda:
Bothriocephalidea) en peces de la Laguna
Verde de Coapilla, Chiapas.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

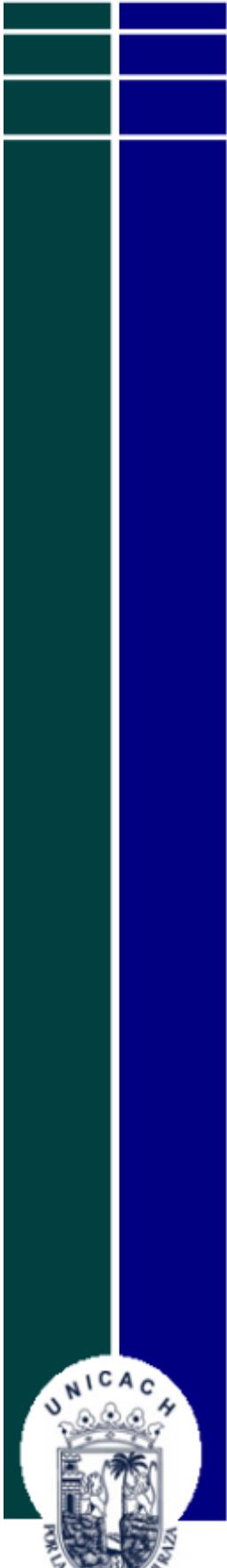
PRESENTA

JUAN DE DIOS ZENTENO BARRERA



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Diciembre de 2025



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIENCIAS
Y ARTES DE CHIAPAS**
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

Ocurrencia de *Schyzocotyle acheilognathi*
(Yamaguti: 1934) (Cestoda:
Bothriocephalidea) en peces de la Laguna
Verde de Coapilla, Chiapas.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA
JUAN DE DIOS ZENTENO BARRERA

DIRECTOR

DR. ERNESTO VELÁZQUEZ VELÁZQUEZ
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNICACH.

ASESOR

M. EN C. DIDIER CASANOVA HERNÁNDEZ
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, UNICACH.



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Diciembre de 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

Secretaría General

Dirección de Servicios Escolares

Departamento de Certificación Escolar

Autorización de impresión

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Fecha: 11 de diciembre de 2025

C. Juan de Dios Zenteno Barrera

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

**Ocurrencia de *Schyzocotyle achenognathi* (Yamaguti: 1934) (Cestoda:
Bothriocephalidea) en peces de la Laguna Verde de Coapilla, Chiapas**

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dra. Sara Elizabeth Domínguez Cisneros

Dr. Miguel Angel Peralta Meixueiro

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez

Firmas:



2025, Año de la mujer indígena

Año de Rosario Castellanos



Ciudad Universitaria Libramiento Norte Pte. 1150, Colonia Lajas Macie. CP. 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Tel. (961) 617 0440 ext. 4246
titulacion.biologia@unicach.mx

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Ernesto Velázquez Velázquez, por su apoyo, amistad y por sus invaluables e incansables enseñanzas. Agradezco profundamente la confianza y el profesionalismo que me brindó para permitirme participar en este proyecto, así como la enorme dedicación que otorgó al desarrollo de esta investigación.

A la Dra. Sara Elizabeth Domínguez Cisneros, por abrirme las puertas para trabajar en el Museo de Zoología, por sus consejos, su confianza, su buen trato y por las múltiples enseñanzas compartidas día a día, las cuales contribuyeron significativamente a mi formación académica y profesional.

Al Mtro. Didier Casanova Hernández, por su invaluable ayuda, apoyo constante, dedicación y el tiempo brindado durante este proceso.

Al Dr. Manuel de Jesús Anzueto, por sus consejos, su apoyo y la confianza depositada en mí desde el primer día.

A la Mtra. Faby, por su cariño, su dedicación y sus consejos, los cuales fueron de gran importancia durante mi formación.

Finalmente, agradezco a todos los maestros y tutores que tuve a lo largo de la licenciatura, quienes con su enseñanza, orientación y compromiso contribuyeron de manera fundamental a mi formación académica y profesional.

Mi más sincero agradecimiento a todos ustedes, quienes han sido un pilar muy importante en este camino académico.

“El conocimiento científico no se hereda, se conquista”

— Claude Bernard

DEDICATORIAS

Dedico de manera especial el presente trabajo a mi señora madre, Yasmin Elizabeth Barrera Utrilla, quien ha sido el pilar fundamental de este logro. Gracias a su esfuerzo incondicional, su amor, su confianza y sus constantes palabras de aliento, fue posible alcanzar esta meta. La persona que soy hoy es reflejo de su ejemplo, sus enseñanzas y su fortaleza. Mi admiración y amor hacia ella son infinitos, y aspiro algún día a ser, aunque sea en parte, la gran persona que ella es.

A mi padre, Juan Manuel Zenteno Gutiérrez, por su apoyo, su respaldo y sus sabios consejos, los cuales han sido guía en mi formación personal y profesional. Sus lecciones de vida han contribuido de manera significativa a forjar mi carácter, mis valores y mi compromiso con cada meta que me propongo.

A mis hermanos, quienes han estado presentes en los momentos difíciles, brindándome apoyo y compañía. Les agradezco profundamente por estar siempre ahí para mí.

A mi novia Valeria, con quien he compartido no solo este proceso académico, sino también un camino de crecimiento personal y profesional. Su amor, paciencia y apoyo incondicional han sido un impulso constante en los momentos de mayor esfuerzo y desafío. Caminar a su lado, aprendiendo y construyendo juntos, ha hecho que este logro tenga un significado aún más profundo. Gracias por creer en mí, por acompañarme siempre y por ser parte esencial de este logro.

A mi segunda madre, Xiomara Barrera, por estar siempre presente cuando más la necesito, brindándome su apoyo incondicional. Su amor, comprensión, ternura y constantes palabras de aliento han sido un refugio y una fortaleza a lo largo de este camino. Su cariño y cercanía han marcado de manera significativa mi vida, por lo cual le estaré siempre profundamente agradecido.

Finalmente, al resto de mis familiares y amigos, por su respaldo constante, sus palabras de ánimo y su apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS	4
2.1.1. Parásitos	5
2.1.2. Helmintos	7
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PARÁSITO <i>Schyzocotyle achenognathi</i> (Yamaguti, 1934)	8
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	10
2.2.2. Morfología.....	10
2.2.3. Escólex	11
2.2.4. Estróbilo	12
2.2.5. Tegumento.....	12
2.2.6. Hábitat	12
2.3. HOSPEDEROS	12
2.3.1. H ospederos intermedios	14
2.4. HOSPEDEROS DE <i>Schyzocotyle achenognathi</i>	14
2.4.1. <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	14
2.4.2. <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758).....	16
2.4.3. <i>Vieja hartwegi</i> (Taylor & Miller, 1980).....	18
2.4.4. <i>Poeciliopsis pleurospilus</i> (Günther, 1866)	20
2.4.5. <i>Tlaloc labialis</i> (Günther, 1866).....	22
2.5. IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y PATOLÓGICA.....	24
2.6. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y EXPANSIÓN	25
2.7. LOS PARÁSITOS COMO UN COMPONENTE DE LA BIODIVERSIDAD.....	26
III. ANTECEDENTES.....	28
IV. OBJETIVOS	31
4.1. GENERAL	31
4.2. ESPECÍFICOS	31
V. ZONA DE ESTUDIO	32
VI. MÉTODO	34
6.1. MÉTODO DE CAMPO	34
6.2. CAPTURA DE ORGANISMOS	34

6.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO	35
6.4. RECOLECTA DE PARÁSITOS	35
6.5. CONSERVACIÓN, FIJACIÓN Y MONTAJE	35
6.6. PARÁMETROS DE INFECCIÓN	36
6.6.1. Prevalencia	36
6.6.2. Intensidad media.....	36
6.6.3. Abundancia media	36
6.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	36
VII. RESULTADOS	37
7.1. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN <i>Tlaloc labialis</i>	37
7.2. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN <i>Vieja hartwegi</i>	37
7.3. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN <i>Cyprinus carpio</i>	38
7.4. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN <i>Oreochromis niloticus</i>	38
7.5. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN <i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	38
7.6. VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INFECCIÓN POR ESPECIE	39
7.6.1. Prevalencia media.....	39
7.6.2. Intensidad media.....	40
7.6.3. Abundancia media	41
7.7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ESPECIES.....	42
7.8 ESTADIOS DE DESARROLLO ONTOGÉNICO DE LA TENIA ASIÁTICA.....	42
VIII. DISCUSIÓN.....	44
IX. CONCLUSIÓN.....	47
X. RECOMENDACIONES.....	48
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de <i>Schyzocotyle acheilognathi</i> . Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.....	10
Figura 2. Ejemplar de <i>Oreochromis niloticus</i> . Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.	16
Figura 3. Ejemplar de <i>Cyprinus carpio</i> . Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.....	18
Figura 4. Ejemplar de <i>Vieja hartwegi</i> . Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.	20
Figura 5. Ejemplar de <i>Poeciliopsis pleurospilus</i> . Fuente: Velázquez-Velázquez, 2024.....	22
Figura 6. Ejemplar de <i>Tláloc labialis</i> . Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.	24
Figura 7. Ubicación geográfica de la Laguna Verde de Coapilla, Chiapas. Fuente: Zenteno-Barrera, 2025.	33
Figura 8. Variación de la prevalencia media agrupada por especie (caja \pm 1 EE; bigotes \pm 1 DE).	39
Figura 9. Variación de la intensidad media agrupada por especie (caja \pm 1 EE; bigotes \pm 1 DE).	40
Figura 10. Variación de la abundancia media agrupada por especie (caja \pm 1 EE; bigotes \pm 1 DE).	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de peces recolectados, parasitados, así como el número de cestodos recuperados por especie.....	37
Cuadro 2. Parámetros de infección de <i>S.acheilognathi</i> agrupados por especie de hospederos analizados.....	38
Cuadro 3. Estadios de desarrollo ontogénico de <i>S.acheilognathi</i> , en los hospederos analizados.....	43

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó la ocurrencia y los parámetros de infección del parásito invasor, conocido como la Tenia de las carpas (*Schyzocotyle acheilognathi*) (Yamaguti, 1934) en peces de la Laguna Verde de Coapilla, Chiapas, un ecosistema de agua dulce que alberga especies nativas y exóticas. Este parásito, introducido globalmente a través de la acuacultura y la translocación de carpas asiáticas, se caracteriza por su amplio espectro de hospederos, su capacidad invasora y sus efectos patológicos severos, especialmente en peces juveniles. El propósito del estudio fue determinar parámetros de infección: prevalencia, intensidad media y abundancia, en cinco especies de peces, tres de ellas nativas *Poeciliopsis pleurospilus*, *Vieja hartwegi* y *Tlaloc labialis* y dos especies exóticas *Cyprinus carpio* y *Oreochromis niloticus*. Los hospederos fueron colectados durante un ciclo anual (entre mayo de 2024 y abril de 2025) y analizados en el laboratorio del Museo de zoología de la UNICACH. Se examinaron un total de 399 hospederos pertenecientes a cinco especies: *Tlaloc labialis* (n= 1), *Vieja hartwegi* (n= 31), *Cyprinus carpio* (n= 99), *Oreochromis niloticus* (n= 100) y *Poeciliopsis pleurospilus* (n= 168). Los valores de prevalencia, intensidad media y abundancia media fueron más altos en *V. hartwegi*, con una prevalencia de 43.93%; seguida por *P. pleurospilus* con 11.44%; mientras que *O. niloticus* mostró la prevalencia más baja, con valores de 1.85%. Además de los altos valores en los parámetros de infección registrados de *S. acheilognathi* en los peces nativos de Coapilla; se observó una persistencia a lo largo del año (estiaje y lluvias), así mismo se documentaron especímenes adultos y grávidos de este cestodo en los peces nativos y exóticos (*C. carpio* y *V. hartwegi*), por lo que es notorio inferir altas tasas de transmisión y desarrollo exitoso de las poblaciones de este cestodo. Por lo tanto, los datos presentados en este trabajo documentan la introducción, colonización y establecimiento exitoso de este parásito exótico invasor en los peces nativos y exóticos de la laguna de Coapilla, Chiapas, México.

I. INTRODUCCIÓN

La introducción de especies exóticas es causada por diferentes actividades humanas, puede ser de forma intencional o accidental, dentro de un mismo país o nación. Por tanto, entre las principales causas se incluyen la acuicultura, la pesca, el acuarismo, la pesca deportiva, la ganadería, el comercio de plantas ornamentales, la agricultura, el transporte por mar y por tierra, entre otros. Como consecuencia se ha comprobado que afecta a la biodiversidad y a los ecosistemas, impactando los servicios ambientales y la salud humana (Born-Schmidt *et al.*, 2017). Algunas especies pueden superar barreras biogeográficas y ambientales y establecer poblaciones viables fuera de su área de distribución natural, modificando drásticamente el entorno y causando daños ambientales, socioeconómicos y a la salud, que pueden llegar a provocar un colapso ambiental (Koleff, 2017).

En los ecosistemas naturales, los parásitos cumplen roles ecológicos significativos, tanto que prácticamente no hay ningún ambiente sin ellos. Las poblaciones de sus hospederos son reguladas por los parásitos de diferentes formas, ya sea mediante el desarrollo de enfermedades o la reducción de su competitividad. Además, pueden existir invasiones biológicas, lo cual podría ser relevante no solo para los residentes nativos o endémicos, sino también para los exóticos (Ribeiro *et al.*, 2008; Dunn, 2009).

En México, la introducción de peces exóticos y sus parásitos ha generado alteraciones en los ecosistemas de agua dulce, principalmente debido a su rápida propagación y la dificultad de eliminarlos una vez que se establecen (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003). Además, el territorio de México presenta condiciones geográficas complejas en las que se encuentran las regiones biogeográficas del Neártico y Neotropical, lo que facilita la coexistencia de especies con distintas historias evolutivas (García-Prieto *et al.*, 2022).

Uno de los parásitos con mayor impacto en la ictiofauna de México es la Tenia de las carpas (*Schyzocotyle acheilognathi*) o AFT por sus siglas en inglés (*Asian fish tapeworm*), un cestodo que afecta el intestino de sus hospederos. Fue descrita por primera vez por Yamaguti en (1934) a partir del pez ciprínido *Acheilognathus*

rhombeus en el lago Ogura, Japón, aunque su hospedero más común es la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*) (Yamaguti, 1934; Kuchta *et al.*, 2018).

Schyzocotyle acheilognathi, en comparación con otros parásitos que infectan a peces de agua dulce, presenta una amplia lista de hospederos definitivos. Se ha detectado que afecta alrededor de 312 especies de peces de agua dulce, distribuidas en 38 familias y 14 órdenes a nivel mundial, y además, se ha identificado en otros vertebrados, como anfibios, reptiles y aves, aunque estos se consideran huéspedes accidentales (García-Prieto y Osorio-Sarabia, 1991; Kuchta *et al.*, 2018; Peréz-Ponce de Léon *et al.*, 2018).

La presencia de este parásito plantea un riesgo particular, ya que las especies nativas, al no haber coevolucionado con él, son más susceptibles a sus efectos. *S. acheilognathi* es un parásito generalista, capaz de infectar una amplia variedad de hospederos definitivos e intermediarios, provocando problemas de salud e incluso la muerte (Casanova-Hernández *et al.*, 2024). Se aloja en el intestino de los peces, donde causa botriocelosis, una enfermedad que afecta principalmente a individuos juveniles y que se manifiesta con alteraciones fisiológicas, anatómicas y de comportamiento (López, 1981).

Los peces constituyen el grupo de vertebrados con mayor cantidad de especies; actualmente en México se han registrado 2 763 especies lo que equivale a alrededor del 9.8% de todas las especies de peces conocidas en el mundo (Espinosa-Pérez, 2014). Esta impresionante diversidad se debe a la confluencia de dos grandes regiones biogeográficas (la Neártica y la Neotropical) y a su vasta extensión costera. Del total de peces registrados, en nuestro país, cerca de 505 especies son dulceacuícolas (continentales), muchas de las cuales son endémicas, especialmente en sistemas fluviales como el Lerma-Santiago, el Balsas y la cuenca del Grijalva-Usumacinta (Espinosa-Pérez, 2014). En esta última se ubica el estado de Chiapas; uno de las regiones más ricas en recursos hídricos, lo cual ha favorecido la presencia de una rica diversidad de peces. Actualmente, se calcula que en Chiapas hay una riqueza estimada de 311 especies de peces, de las cuales diez son especies introducidas (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2016).

La Laguna Verde de Coapilla es un cuerpo de agua dulce, localizado en la cuenca del río Grijalva, que alberga tanto peces nativos (como cíclidos y poecílidos) como exóticos (carpas y tilapias), en los cuales se ha detectado la presencia de *S. acheilognathi*. Sin embargo, hasta el momento no existen estudios que documenten su ocurrencia y abundancia en los peces de esta localidad. En este contexto, la presente investigación se enfoca en el estudio de los parámetros de infección de *Schyzocotyle acheilognathi*, en cinco especies de peces (*Poeciliopsis pleurospilus*, *Cyprinus carpio*, *Vieja hartwegi*, *Tlaloc labialis* y *Oreochromis niloticus*) de la Laguna Verde de Coapilla, Chiapas, México.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

Las especies exóticas son aquellas cuya presencia en una región es atribuible a acciones humanas, deliberadas o involuntarias, que les permitieron superar barreras biogeográficas (Rendón-Hernández *et al.*, 2024).

Una vez que las especies exóticas logran establecerse, reproducirse y dispersarse en los ecosistemas receptores, inician un proceso de invasión con repercusiones ecológicas, económicas y sociales considerables lo que las convierte en especies exóticas invasoras (Cuthbert *et al.*, 2021).

Estos organismos destruyen los reinos biogeográficos, afectan la riqueza y abundancia de las especies nativas, aumentan el riesgo de extinción de estas, afectan la composición genética de las poblaciones nativas, modifican el comportamiento animal nativo, alteran la diversidad filogenética en las comunidades y modifican las redes tróficas. Muchas especies exóticas invasoras también alteran el funcionamiento de los ecosistemas y la prestación de sus servicios al alterar el ciclo de nutrientes y contaminantes, la hidrología, la estructura del hábitat y los regímenes de perturbación (Pyšek *et al.*, 2020).

Se ha aceptado durante mucho tiempo que la introducción de especies invasoras tiene efectos negativos sobre los ecosistemas y la fauna local, sin embargo, hasta hace poco estos se habían minimizado (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014). Los registros recientes indican que la introducción de especies exóticas constituye la segunda principal amenaza para la biodiversidad a nivel global (Vitousek *et al.*, 1996).

Mientras que, en el hábitat de agua dulce, el rápido desarrollo de la acuicultura mundial, basado en especies invasoras, ha sido el principal responsable de un aumento significativo de las introducciones masivas de especies exóticas, en los últimos años (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

En Chiapas, la introducción de especies invasoras representa una amenaza creciente para la biodiversidad local, ya que altera la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

La evidencia científica ha identificado estrategias políticas para reducir futuras invasiones, pero estas estrategias a menudo se implementan de manera insuficiente (Pyšek *et al.*, 2020).

2.1.1. Parásitos

Con el desarrollo de la piscicultura y la transferencia indiscriminada de peces comerciales y ornamentales se han introducido diferentes especies de parásitos en lugares en donde antes no existían (López, 1981).

El parasitismo representa una de las formas de vida más exitosas sobre el planeta, pues más del cincuenta por ciento de las especies conocidas son parásitos, incluyendo a los virus y a la mayoría de las bacterias, así como a los organismos eucariontes más comúnmente asociados a la parasitología (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2010).

Los parásitos son organismos que viven sobre o en el interior de otros, causándoles problemas en su estado de salud. Mientras tanto, al organismo que alberga al parásito se le conoce como hospedero. Dicho de otra forma, los parásitos viven a merced de su hospedero, quien lo resguarda y le brinda los recursos necesarios para sobrevivir (Casanova-Hernández *et al.*, 2024).

Los gusanos parásitos pueden habitar en el interior de sus hospedadores (endoparásitos) o, en ocasiones, en su superficie (ectoparásitos). Se alimentan de ellos durante períodos que pueden extenderse desde semanas hasta varios años y, al mismo tiempo, encuentran en el hospedador un refugio, aunque a costa de interferir en su capacidad para absorber adecuadamente los nutrientes (Sures *et al.*, 2025).

Todos los grupos importantes de parásitos animales se encuentran en los peces, y los peces silvestres aparentemente sanos a menudo son portadores de importantes cargas parasitarias. Los parásitos con ciclos vitales indirectos pueden ser patógenos importantes en los peces de acuicultura; los parásitos con ciclo indirecto a menudo utilizan a los peces como hospedadores intermediarios (Petty *et al.*, 2022).

En los ecosistemas acuáticos, los peces dulceacuícolas son hospedadores comunes de diversos parásitos, que pueden afectar su salud, crecimiento y supervivencia. El comportamiento y el desarrollo del parásito también puede estar

asociado a cambios patológicos, fisiológicos o conductuales en el hospedador, con probables consecuencias adversas para su crecimiento, supervivencia y bienestar. A pesar de tener un tamaño corporal mucho menor que el de sus hospedadores, las infecciones parasitarias suelen tener consecuencias significativas para la biología del hospedador; estas suelen ser nutricionales, debido a que el parásito se alimenta del hospedador o dentro de él (Médoc *et al.*, 2017).

El tracto gastrointestinal (GI) de los vertebrados alberga un microecosistema dinámico y complejo, que incluye bacterias, hongos, protozoos y en este caso parásitos helmintos. Estos coevolucionan con el huésped y son vitales para su fisiología y homeostasis. Al compartir el mismo nicho en el intestino del huésped, la microbiota y los helmintos pueden interactuar entre sí (Fu *et al.*, 2022).

Un aspecto cautivador de los parásitos es su capacidad para invadir y adaptarse a sus hospederos, por lo que los parásitos frecuentemente sufren tremendas transformaciones físicas a lo largo de su vida, haciendo del parasitismo un estilo de vida genuino, auténtico. Pese a que los parásitos comúnmente presentan movimientos limitados y una gran dependencia por sus hospederos, algunos parásitos se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, fuera del cuerpo de sus hospederos. En parte, esto es debido a su pequeño tamaño y a que desarrollan formas que les permiten ocultarse en sus hospederos o de propagarse en gran número en el ambiente, como ocurre con los huevos y estadios de muchas especies de helmintos, los cuales son un tipo de gusanos parásitos alargados y blandos (Casanova-Hernández *et al.*, 2024).

Si bien, el parasitismo es en sí una fuerza biótica capaz de determinar la biodiversidad de las comunidades. Se ha demostrado, que los parásitos pueden jugar un papel determinante en la estructuración de las comunidades de sus hospederos. Algunas especies de parásitos pueden afectar la abundancia relativa de diferentes especies de animales de forma equivalente a la depredación o a la limitación de recursos. Una especie de parásito puede afectar la comunidad de organismos de vida libre entre los que vive; puede modular la abundancia de otras especies de muchas formas, directas (motivando patologías) o indirectas (no por patología) (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

La presencia de parásitos es normal en la naturaleza y no debe verse como un proceso asociado a la contaminación o a la actividad antropogénica. Son parte de la biodiversidad, donde son un componente importante de la biota ya que constituyen grupos numerosos de especies de amplia distribución que establecen relaciones simbióticas con otros organismos produciendo mecanismos que regulan la densidad poblacional de sus hospederos (Bustamante-Jiménez, 2021).

El conocimiento de la diversidad y distribución de las especies de patógenos (tanto de las ya conocidas como de aquellas potenciales) es importante, pues permite hacer valoraciones sobre las denominadas enfermedades infecciosas emergentes (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2010).

2.1.2. Helmintos

El término helminto deriva de la voz latina *helmins*, que significa gusano; como helmintos consideramos a todos aquellos organismos que poseen las características de ser vermiciformes y parásitos; los helmintos constituyen un grupo de invertebrados cuyos miembros han manifestado diferentes historias evolutivas; de esta manera, el término helminto incluye a organismos no relacionados filogenéticamente, pero con características comunes adquiridas de manera convergente (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996).

Los taxones animales agrupados como helmintos no forman una unidad filogenéticamente sistemática, sino que contienen varios filos, muchos de los cuales son completamente independientes. Al ser organismos multicelulares, tienden a ser más grandes que los protistas y suelen ser visibles a simple vista (Sures *et al.*, 2025).

Dentro de los helmintos internos se incluyen tres grupos: Nematoda (gusanos redondos), Acanthocephala (gusanos de cabeza con espina) y Neodermata (gusanos planos). Dentro de Neodermata se encuentran las llamadas tenias o solitarias, que son parásitos que en su estado adulto viven en el tracto digestivo de sus hospederos (Casanova-Hernández *et al.*, 2024).

Los helmintos son parásitos similares a los gusanos. Los grupos clínicamente relevantes se clasifican según su forma externa general y el órgano hospedador que habitan. Existen especies hermafroditas y bisexuales. La clasificación definitiva se

basa en la morfología externa e interna de los estadios de huevo, larva y adulto (Castro, 1996).

Dentro de los parásitos que afectan a los peces, los helmintos son de particular relevancia. Estos pueden causar diversas patologías en los peces, como lesiones en órganos internos, obstrucciones intestinales y debilitamiento general, lo que puede llevar a una disminución en las poblaciones de peces y afectar la pesca y acuicultura (García-López *et al.*, 2016).

El estudio de los helmintos en México cuenta con una trayectoria de más de 65 años, durante los cuales se han examinado numerosas especies de vertebrados en busca de estos parásitos. No obstante, los peces marinos, dulceacuícolas y estuarinos han constituido el grupo de hospederos más atendido por la mayoría de los investigadores, lo que ha dado lugar al desarrollo de las principales líneas de investigación en esta área (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996).

En México, los peces de agua dulce constituyen el grupo de vertebrados más estudiado en relación con los parásitos helmintos. Donde casi el 51% de las especies de peces de agua dulce han sido analizadas y se han registrado casi 300 especies de helmintos (García-López *et al.*, 2016).

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PARÁSITO *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934)

Schyzocotyle acheilognathi, anteriormente conocido como *Bothriocephalus acheilognathi* y comúnmente llamado “tenia de las carpas”, es un platelminto perteneciente al grupo de los cestodos (Figura 1). Actualmente se considera uno de los parásitos invasores más exitosos y se ha reportado prácticamente en todos los continentes excepto la Antártida (Alves de Assis y Alves-Pinto, 2024). Esta especie fue descrita por primera vez por Yamaguti en (1934). Su nombre común se debe a que sus principales hospederos naturales son la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*) (Casanova-Hernández *et al.*, 2024).

La tenia de las carpas fue introducida a México en 1965, junto con 6 000 crías de “carpa herbívora” *Ctenopharyngodon idella*, procedentes de China. Posteriormente, en 1972, a través del primer plan Ciprinícola de SEPESCA, este pez

se distribuyó en los principales cuerpos de agua del territorio nacional, distribuyendo de forma simultánea a *S. acheilognathi*, a lo extenso del país y transmitiendo a los peces de diversas regiones (Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2005; López, 1981).

Esta es una de las especies de helmintos más exitosas a nivel mundial, considerando el número de especies hospedadoras en las que se ha registrado. El caso de la invasión del cestodo asiático a los peces dulceacuícolas de México es destacable por la rapidez de su dispersión y la cantidad de especies de peces nativos a los que ha llegado (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

En los últimos 35 años, la tenia asiática de los peces ha colonizado aproximadamente el 22% de las especies de agua dulce en México. Dado que las comunidades de peces mexicanas se caracterizan por su alta riqueza de especies y elevados niveles de endemismo, *S. acheilognathi* se considera una especie cointroducida y coinvasora (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018).

Desde su identificación inicial, *S. acheilognathi* ha sido reconocido como un patógeno de gran relevancia en las pesquerías, causando pérdidas económicas significativas en la cría de peces juveniles en cautiverio (Scott y Grizzle, 1979).

Particularmente, a este organismo se le ha descrito como un parásito generalista, y que presenta baja plasticidad, lo que le permite abarcar un gran número de hospederos finales, con mayor impacto en peces de talla pequeña o estadios de crías y juveniles (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018). Ocasiona en sus hospederos la enfermedad conocida como botriocefalosis, caracterizada por provocar alteraciones fisiológicas, anatómicas y de comportamiento en los peces. A nivel intestinal, puede causar obstrucción, compresión e incluso perforación de la pared, lo que deriva en hemorragias, necrosis, ulceraciones, desgarros e inclusive la perforación completa del tubo digestivo. Los peces infectados, además, presentan talla reducida, ingieren poco alimento y muestran un patrón de nado anómalo (Casanova-Hernández *et al.*, 2024).

Las especies de peces hospedadores del AFT se encuentran distribuidas en regiones tropicales, subtropicales y templadas. Este cestodo es considerado termófilo, con una temperatura óptima de reproducción entre 25 y 30 °C; sin embargo, también se ha registrado en zonas con temperaturas más bajas, donde su desarrollo

se ralentiza considerablemente por debajo de los 12 °C (Rave, 2025). Esta amplia tolerancia térmica, junto con su baja especificidad hacia hospedadores definitivos e intermediarios, favorece su introducción y dispersión en distintos ambientes, desde tropicales hasta más fríos. A ello se suma la intervención humana, en particular la intensa translocación comercial de peces infectados, lo que potencia aún más su éxito invasor (Alves de Assis y Alves-Pinto, 2024).



Figura 1. Ejemplar de *Schyzocotyle acheilognathi*. Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.

2.2.1. Clasificación taxonómica

- Reino: Animalia
- Filo: Platyhelminthes
- Clase: Cestoda
- Orden: Bothriocephalidea
- Familia: Bothriocephalidae
- Género: *Schyzocotyle*
- Especie: *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934).

2.2.2. Morfología

Schyzocotyle acheilognathi se caracteriza por un cuerpo alargado, segmentado y aplanado dorsoventralmente. Tiene un color blanco o blanquecino, el cuerpo consiste de numerosos proglótidos y un escólex en forma de corazón, visto lateralmente. Posee dos botrios formando cavidades. Poseen simetría bilateral, el tubo digestivo es poco diferenciado, por lo que absorben sus alimentos a través de la mucosa intestinal (Hernández-Sánchez, 2007).

Presentan numerosos testículos ovales, difícilmente visibles en segmentos maduros y grávidos, la bolsa del cirro es musculosa, oval, mediana, se abre al poro genital en posición medio dorsal. El ovario es alargado, con márgenes laterales ligeramente doblados anteriormente, situado en la línea media del segmento. Vagina tubular, corta, abriendo en un poro genital común cerca del margen posterior de la bolsa del cirro. Conducto uterino tubular, sinuoso que termina en un saco uterino muscular; orificio uterino medio ventral (Hernández-Sánchez, 2007).

La longitud del gusano es variable dependiendo del hospedador, el entorno ecológico y la edad del hospedador, la edad de la infección y el número de gusanos; 3, 5-8 cm es típico, aunque se han reportado especímenes de hasta 1 m de longitud (Rave, 2025).

Poseen glándulas vitelígenas foliculares, folículos ovales o esféricos numerosos ocupando las partes laterales del segmento. Cada proglótido posee en la región dorsal un orificio genital y en la región ventral el orificio uterino por donde salen los huevos. Estos últimos son operculados con muchas células vitelígenas, sin embrión formado (Hernández-Sánchez, 2007).

La identificación de este parásito puede confundirse con la de otras especies morfológicamente similares; por ello, el diagnóstico basado únicamente en características morfológicas debe corroborarse mediante análisis moleculares (Bean *et al.*, 2007).

Su morfología especializada le permite adaptarse a su nicho parasítico dentro del intestino del hospedador.

2.2.3. Escólex

Los especímenes maduros de *S.acheilognathi* tienen un cuerpo segmentado con un escólex en forma de punta de flecha o de corazón con botrios (hendiduras) situadas dorsoventralmente a lo largo del escólex que terminan en un disco apical débil (Yeh, 1955). Este órgano funciona como un par de surcos de sujeción que permiten al parásito adherirse firmemente al tracto gastrointestinal del hospedador (Brabec *et al.*, 2015).

El escólex es uno de los órganos más importantes que debe considerarse cuando se manipula este grupo, el cual se encuentra firmemente adherido a la pared intestinal del hospedero (Bustamante-Jimenez, 2021). Esta estructura le proporciona una sujeción firme, lo que impide que sea arrastrado por el tránsito intestinal.

2.2.4. Estróbilo

El estróbilo (cuerpo) de la tenia consiste en numerosos proglótidos cada uno conteniendo un conjunto de órganos reproductivos. La forma de estos segmentos difiere con la madurez. Los segmentos inmaduros que carecen de órganos genitales completamente desarrollados siempre son más anchos que largos; mientras que los segmentos grávidos más desarrollados que llevan huevos son rectangulares y más largos que anchos (Tanveer *et al.*, 2014).

Los últimos proglótidos son solo bolsas con huevos que se rompen y los liberan en el intestino del hospedero para ser excretados al medio junto con las heces, estos son monoicas (hermafroditas) (Hernández-Sánchez, 2007; Rave, 2025).

2.2.5. Tegumento

La superficie corporal está constituida por un tegumento, que confiere una gran superficie de contacto y permite el intercambio metabólico entre el hospedador y el parásito (Velasco-Peña, 2015).

2.2.6. Hábitat

El parásito se localiza en el estómago e intestino de los peces hospedadores (Hernández-Sánchez, 2007).

2.3. HOSPEDEROS

Se denomina hospedero (también llamado hospedador o parasitífero) a todo organismo vertebrado o invertebrado que garantiza la evolución de cualquier estadio parasitario, ya sea larval o imaginal, brindándole las condiciones ecológicas y fisiológicas necesarias para su desarrollo (Pardo-Cobas y Buitrago, 2005).

En este contexto, la relación entre un microorganismo y su hospedero involucra interacciones complejas dentro de la denominada *tríada ecológica*, que considera al

hospedero, al microorganismo y al medio ambiente. Aunque estas interacciones pueden presentarse en distintos taxones, resultan especialmente relevantes en plantas y animales superiores. Desde la microbiología, se entiende que la enfermedad es el resultado del ataque de patógenos microbianos específicos a hospederos susceptibles (Rocha-Gracia *et al.*, 2004).

Además, los parásitos ejercen una influencia significativa sobre sus hospederos, comparable a la de depredadores, competidores y otros enemigos naturales. Esta influencia puede modificar la respuesta del hospedero frente a competidores y mutualistas, alterar su reacción ante condiciones ambientales, afectar su estado de salud, su capacidad reproductiva, su habilidad para obtener recursos e incluso comprometer su conservación como especie (Rico-Hernández, 2011).

Las interacciones parásito-hospedero son sumamente complejas y han dado lugar a procesos de coevolución. El parásito no suele destruir a su hospedero, ya que ello equivaldría a comprometer su propia supervivencia (Paulu, 2000).

En este sentido, cuando hablamos de la relación hospedero-parásito, nos referimos a una asociación dinámica entre dos protagonistas que desempeñan funciones activas y fundamentales. Las interacciones que se generan son altamente particulares, dependiendo del tipo de parásito involucrado y de las características del hospedero (Rodríguez-Diego *et al.*, 2014).

Los estudios de genética evolutiva evidencian el papel fundamental de estas relaciones en la transmisión y patogenia de las enfermedades infecciosas, así como la diversidad genética de agentes patógenos y vectores involucrados (Paulu, 2000).

Finalmente, cabe señalar que muchos parásitos dependen de las expresiones génicas del hospedero, ya que han perdido algunos de sus propios mecanismos fisiológicos. Por adaptaciones convergentes u otros mecanismos evolutivos, los parásitos adquieren información genética similar a la de sus hospederos, lo cual los convierte en organismos más eficientes para evadir las defensas inmunológicas. Desde una perspectiva inmunológica, el parasitismo puede considerarse exitoso cuando el parásito logra integrarse al hospedero sin ser identificado como extraño (Rodríguez-Diego *et al.*, 2014).

2.3.1. Hospederos intermedios

El término hospedero intermedio se emplea para señalar a aquellos organismos, ya sean vertebrados o invertebrados, en los cuales el parásito, en su forma larval, debe desarrollarse obligatoriamente para completar parte de su ciclo biológico. En muchos casos, durante su estancia en el hospedero intermedio, el parásito realiza algunos estadios de desarrollo larval. Incluso, en ciertos parásitos, ocurre una multiplicación partenogenética (es decir, reproducción asexual), como parte del proceso adaptativo (Pardo-Cobas y Buitrago, 2005).

Ahora bien, los hospederos intermedios (H.I.) pueden clasificarse en distintas categorías, según el tipo de transformación, desarrollo o maduración que las formas larvales efectúen en ellos. Esta clasificación se basa especialmente en si el parásito realiza cambios morfológicos significativos o simplemente adquiere la capacidad de infectar a su próximo hospedero. En estos casos, el hospedero intermedio funciona como un medio preparatorio para que el parásito esté listo para ingresar y completar su desarrollo sexual en el hospedero definitivo (Pardo-Cobas y Buitrago, 2005).

Dicho esto, se sabe que este parásito, en su fase adulta, habita en el intestino de peces de agua dulce, por lo que estos se consideran sus hospederos definitivos. Los peces adquieren la infección al consumir copépodos, principalmente del grupo de los ciclópidos, que han sido parasitados previamente por las larvas del cestodo. Los copépodos, a su vez, se parasitan cuando son infectados por una larva nadadora que eclosiona a partir de los huevos del cestodo, los cuales han sido liberados al ambiente junto con los excrementos del pez (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014). En este proceso, los copépodos actúan como el primer hospedero intermedio del cestodo.

2.4. HOSPEDEROS DE *Schyzocotyle acheilognathi*

2.4.1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

La tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Figura 2), es un pez de agua dulce perteneciente a la familia Cichlidae, originario del continente africano. A partir de la segunda mitad del siglo XX, esta especie fue introducida en diversas regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo, convirtiéndose en una de las más empleadas en la acuicultura

global. Su popularidad se debe, principalmente, a su rápido crecimiento, rusticidad y notable capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales (El-Sayed, 2006).

Clasificada como un pez teleósteo del orden Perciformes, la tilapia habita actualmente en gran parte de las regiones tropicales, donde las condiciones naturales favorecen su reproducción y desarrollo. Esta amplia distribución ha sido posible gracias a su resistencia y facilidad de manejo, características que la han posicionado como una especie clave en la producción acuícola mundial (Arcos-Guzmán, 2011).

El cuerpo de la tilapia es relativamente alto y moderadamente comprimido, con un perfil anterior que puede ser recto o ligeramente cóncavo. La boca es pequeña, con mandíbulas de igual tamaño y labios delgados. Los dientes son laminares y bífidos, y se observa un número superior a 14 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. La aleta dorsal presenta entre 15 y 18 espinas y de 12 a 13 radios blandos; la anal cuenta con 3 espinas y entre 9 y 11 radios. Las aletas pectorales son largas y alcanzan el origen de la aleta anal. Además, el cuerpo presenta entre 30 y 35 escamas dispuestas en serie longitudinal (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

Este organismo presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que cumple una doble función: permite tanto la entrada como la salida del agua hacia la cavidad nasal. Su cuerpo es generalmente comprimido lateralmente y tiene una forma discoidal, aunque en algunas ocasiones puede adoptar una silueta más alargada. La boca, habitualmente ancha, suele estar bordeada por labios gruesos, y las mandíbulas contienen dientes cónicos, aunque en ciertos casos también pueden observarse dientes incisivos (Arcos-Guzmán, 2011).

En su coloración, exhibe un tono pardo grisáceo, acompañado por una serie de franjas oscuras poco definidas en los costados. Las aletas son de color ceniza y muestran un patrón característico de barras delgadas en las aletas dorsal, anal y caudal. En los ejemplares juveniles, se distingue una mancha oscura en la base de la aleta dorsal, la cual tiende a desaparecer progresivamente a medida que el pez crece (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

En cuanto a la locomoción, esta especie posee aletas pares e impares. Las aletas pares incluyen las pectorales y las ventrales, mientras que las impares están representadas por la dorsal, la caudal y la anal, todas esenciales para el movimiento y la estabilidad durante la natación (Arcos-Guzmán, 2011).

El género *Oreochromis* se clasifica como omnívoro, debido a la amplia diversidad de alimentos que consume. Su dieta incluye desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, con una tendencia marcada hacia el consumo de zooplancton (Arcos-Guzmán, 2011). Esta especie se alimenta de una gran variedad de organismos tanto de origen vegetal como animal, entre los que se encuentran micro algas, macro algas, plantas acuáticas, pequeños crustáceos, larvas de insectos e incluso detritos (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

Las tilapias son especies exóticas originarias de África, fueron introducidas a nuestro país debido a sus múltiples atributos para la piscicultura. Prácticamente se encuentran en todas las zonas tropicales del mundo. Su hábitat y ecología se basa en ríos, arroyos, lagos y embalses de agua dulce, incluso toleran grandes variaciones de salinidad, por lo que ocasionalmente penetran a los ambientes estuarinos (Gordillo-Ruiz *et al.*, 2018).



Figura 2. Ejemplar de *Oreochromis niloticus*. Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.

2.4.2. *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

La carpa común (*Cyprinus carpio*) (Figura 3), pertenece al orden Cypriniformes y a la familia Cyprinidae, considerada la más extensa de peces de agua dulce. Habita generalmente en ambientes de agua dulce, especialmente estanques, lagos y ríos, y rara vez en ambientes de agua salobre (Rahman, 2015).

Esta especie es reconocida como una de las más ampliamente distribuidas en el mundo. Se cree que es originaria del este de Europa y de Asia central, pero ha sido introducida con éxito en todos los continentes, excepto en la Antártida. Estas introducciones han ocurrido tanto en cuerpos de agua naturales como en sistemas de cultivo (Kloskowski, 2011).

Los ejemplares de esta especie fueron introducidos a México, desde 1885, con fines acuiculturales y desde entonces se han difundido en la mayoría de los cuerpos de agua del país (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

La carpa común posee una alta tolerancia al estrés ambiental y hábitos alimenticios omnívoros, características que la hacen atractiva para la acuicultura comercial, pero que también contribuyen a su carácter de especie altamente invasora. En muchos ecosistemas donde ha sido introducida, se la ha relacionado con procesos de degradación ambiental, siendo considerada una de las especies invasoras de agua dulce más perjudiciales desde el punto de vista ecológico (Kloskowski, 2011).

Cyprinus carpio habita en las partes medias e inferiores de los ríos y en aguas poco profundas y confinadas. Su mejor crecimiento se logra a temperaturas del agua entre 23 y 30 °C. Sin embargo, el pez puede sobrevivir a períodos fríos durante el invierno (Svåsand *et al.*, 2007).

En lagos y estanques someros eutróficos, al alcanzar una densidad crítica, la carpa puede inducir una transformación del ecosistema, pasando de un estado de agua clara dominado por macrófitas a un estado turbio con alta abundancia de fitoplancton. Esto se debe principalmente a su modo de alimentación bentónica, mediante el cual succiona sedimento junto con organismos alimenticios y expulsa el material no apto, lo que aumenta la turbidez del agua y la disponibilidad de nutrientes (Kloskowski, 2011).

Además, se ha observado que la carpa común puede provocar una reducción significativa en los recursos de presas de invertebrados y en la cobertura de macrófitas acuáticas, alterando así la estructura trófica de los ecosistemas. Aunque sus efectos en la calidad del agua y la vegetación acuática han sido ampliamente documentados, los impactos potenciales sobre las comunidades de peces nativos han sido menos estudiados (Weber, 2011).

Esta especie es omnívora, con una marcada preferencia por el consumo de organismos bentónicos, como insectos acuáticos, larvas, lombrices, moluscos y zooplancton. Al rebuscar en el fondo en busca de alimento, provocan un aumento de la turbidez del agua. Además, la carpa consume tallos, hojas y semillas de plantas acuáticas y terrestres, así como restos de plantas acuáticas en descomposición, entre otros (Svåsand *et al.*, 2007).

En su morfología, presenta un cuerpo robusto y relativamente alto, con ojos pequeños y una boca de tamaño moderado, desprovista de dientes en las mandíbulas. Posee dientes faríngeos robustos, de forma molariforme, dispuestos en tres series. Sobre la boca se observan dos pares de barbillones. La aleta dorsal cuenta con 3 a 4 espinas fuertes y de 17 a 23 radios. La aleta anal presenta de 2 a 3 espinas y de 5 a 6 radios. Las aletas pélvicas, de posición torácica, tienen 8 o 9 radios, mientras que las pectorales presentan generalmente 15 o 16 radios, aunque ocasionalmente pueden variar entre 14 y 17. La aleta caudal es bifurcada. Las escamas son grandes y gruesas, con 35 a 39 dispuestas a lo largo de la línea lateral. La coloración es muy variable; sin embargo, los adultos suelen presentar un dorso de tonalidad verde olivo y un vientre amarillento (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).



Figura 3. Ejemplar de *Cyprinus carpio*. Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.

2.4.3. *Vieja hartwegi* (Taylor & Miller, 1980)

Vieja hartwegi (Figura 4), es una especie de pez cíclido endémico de México, particularmente de la cuenca del río Grijalva, en los estados de Chiapas y Tabasco (Miller *et al.*, 2009).

Tiene un cuerpo y pedúnculo caudal moderadamente deprimidos. Aleta caudal redondeada o ligeramente emarginada, cuenta con una aleta dorsal con 17 espinas y

12 radios, y una aleta anal con 6 espinas y 9 radios; en el primer arco branquial tiene de 8 a 12 branquiespinas totales. La boca es pequeña y presenta dientes cónicos o ligeramente aplanados en la serie externa de la mandíbula superior se encuentran entre ocho y once dientes en cada lado, aumentando su tamaño hacia la parte anterior. La mandíbula inferior posee tres o cuatro dientes anteriores de la serie externa, los cuales son alargados, subyugales y puntiagudos, claramente distinguibles de los dientes laterales más pequeños (Velázquez-Farrera, 2023).

Su coloración va de plateado metálico a azul plateado, con una serie de pequeñas líneas verticales onduladas y puntos dispuestos en cada escama y a través de todas las aletas. Dos amplias barras interorbitales (algunas veces tenues o ausentes en juveniles), una por debajo de las órbitas de los ojos y la segunda conectando el margen dorsal de las órbitas. Una marca oscura a lo largo del margen posterior del opérculo sobre la base de la aleta pectoral. Los radios de las aletas verticales pueden estar manchados o con tonos oscuros (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

Se distribuye en la vertiente Atlántica del estado de Chiapas, México, es endémica de la cuenca media y alta del río Grijalva en Chiapas y Guatemala (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014). Encontrándose en ríos, arroyos y embalses en la parte baja, media y superior de la cuenca, siendo registrada en los embalses de Peñitas, El Zapote, Frio, La Venta, Grande, Santo Domingo, Tachinua y Yayahuita (Velázquez-Farrera, 2023).

Habita en ambientes de aguas claras a ligeramente oscuras, con temperaturas que oscilan entre los 23 y 29 °C, con variaciones en la velocidad de la corriente que pueden ser rápidas, lentas o nulas, con sustrato rocoso, arenoso o lodoso y generalmente poca o nula vegetación acuática (Velázquez-Farrera, 2023). Los juveniles se congregan en aguas estancadas, con sustrato rocoso, arenoso o lodoso sin vegetación. Los adultos prefieren profundidades cercanas a los 3 m, mientras que los jóvenes se encuentran en aguas poco profundas (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014).

Este organismo es una especie omnívora, cuya alimentación se compone principalmente de plantas acuáticas, invertebrados como insectos, detritus y, ocasionalmente, pequeños peces (Schmitter-Soto *et al.*, 2006).



Figura 4. Ejemplar de *Vieja hartwegi*. Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.

2.4.4. *Poeciliopsis pleurospilus* (Günther, 1866)

Poeciliopsis pleurospilus (Figura 5), es una especie de pez dulceacuícola perteneciente a la familia Poeciliidae. Es nativa de América Central y el sur de México, ubicándose principalmente en ríos, arroyos y lagunas con aguas cálidas y bien oxigenadas (Miller *et al.*, 2009).

P. pleurospilus es una especie de pez dulceacuícola tropical, perteneciente a la familia Poeciliidae, que alcanza una longitud total (LT) máxima de aproximadamente 69 mm, aunque los machos raramente superan los 30 mm de LT (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014; Córdova-Gómez, 2024).

Presenta un cuerpo alargado y moderadamente robusto, con un alto grado de dimorfismo sexual, siendo los machos portadores de un gonopodio bien desarrollado, estructura que permite la fecundación interna característica de los peces vivíparos (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2010; Córdova-Gómez, 2024).

En cuanto a la morfología externa, las hembras presentan la aleta dorsal insertada ligeramente por detrás del origen de la aleta anal. La fórmula merística incluye 8 radios en la aleta dorsal, 12 a 14 radios en las aletas pectorales, y siete u ocho radios en la aleta anal. El número de escamas en la línea longitudinal es constante, con 28 escamas cicloideas dispuestas en una serie. El gonopodio del

macho se caracteriza por ser elongado, con un segmento distal curvado en forma de uña, más largo que los segmentos adyacentes. Su extremo alcanza una línea vertical imaginaria que se proyecta desde el borde posterior de la aleta dorsal, lo cual constituye un carácter diagnóstico relevante para la identificación de la especie (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2010).

La coloración general del cuerpo es gris plateada, presentando en ambos flancos una serie de manchas laterales grandes, ovaladas y oscuras, cuyo tamaño supera el diámetro de la pupila. Estas marcas pueden estar acompañadas por una a tres barras verticales o semicirculares, y en algunos ejemplares se observan puntos y comas pigmentados a lo largo del cuerpo. Las aletas son de color amarillo pálido (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2010; Ward, 2022).

Desde el punto de vista taxonómico, esta especie fue originalmente descrita como *Girardinus pleurospilus*, a partir de ejemplares recolectados en el Lago Dueñas, Guatemala, dentro de la cuenca del Pacífico. Actualmente se reconoce bajo el nombre válido *Poeciliopsis pleurospilus*, y se distingue por la presencia de marcas laterales conspicuas de morfología y patrón únicos (Ward, 2022).

Su distribución geográfica abarca la región centro y sureste de México, donde es conocida localmente como guppy, guapote, charal o topote (Córdova-Gómez, 2024).

Habita cuerpos de agua con corriente lenta, vegetación ribereña y sustrato fangoso o rocoso. Se encuentra en altitudes medias a bajas, en temperaturas que oscilan entre los 22 °C y 30 °C. Su distribución geográfica es en el sur de México, en la vertiente atlántica desde la parte alta del río Grijalva hacia Guatemala; en la vertiente del Pacífico, desde los ríos del Istmo de Tehuantepec hacia el río Choluteca, Honduras (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2010).

En términos ecológicos, se trata de una especie vivípara, euriótica y eurifágica, con hábitos alimenticios omnívoros, que consume principalmente zooplancton, insectos acuáticos y materia orgánica particulada (detritus) (Córdova-Gómez, 2024).

En México, ha sido registrada en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Miller *et al.*, 2009; Velázquez-Velázquez *et al.*, 2010).



Figura 5. Ejemplar de *Poeciliopsis pleurospilus*. Fuente: Velázquez-Velázquez, 2024.

2.4.5. *Tlaloc labialis* (Günther, 1866)

Tlaloc labialis, anteriormente conocido como *Profundulus labialis* (Günther, 1866), es una especie de pez dulceacuícola endémico perteneciente a la familia Profundulidae (Figura 6). Este grupo está compuesto por peces con una distribución geográfica restringida, que abarca desde el sur de México hasta América Central. *T. labialis* constituye uno de los elementos representativos de la ictiofauna endémica de las tierras altas del sur de México y Centroamérica, ya que la mayoría de las especies del grupo se encuentran limitadas a unos pocos sistemas fluviales adyacentes (Domínguez-Cisneros *et al.*, 2023).

Esta especie se distingue por presentar la mandíbula inferior tan ancha y fuerte como la superior, proyectada al mismo nivel o incluida dentro de esta. No presenta puntos oscuros en la base de la aleta caudal. En cuanto a la escamación, posee entre 35 y 38 escamas en la serie lateral (normalmente 36 a 38) y entre 35 y 39 vértebras, siendo lo más común de 36 a 38 (Valeriano-Cabrera, 2023; Morcillo, 2004).

Adicionalmente, las características diagnósticas incluyen: región preorbital generalmente desnuda o con una o dos escamas; coloración del cuerpo clara en adultos, sin una banda lateral definida, pero con marcas claras interrumpidas y puntos claros en los costados. La aleta caudal se encuentra cubierta por escamas en menos de la mitad de su superficie, y presenta seis escamas dorsolaterales predominantes, con algunas variaciones entre cinco y siete. En hembras adultas, la aleta anal es alargada, con los radios anteriores más largos que los posteriores, y el origen de la

aleta dorsal se sitúa ligeramente por detrás del origen de la anal. El rostral en adultos está normalmente desarrollado (Valeriano-Cabrera, 2023).

La distribución de *T. labialis* está casi restringida a la vertiente atlántica del centro de Guatemala y del estado de Chiapas, México. Se ha registrado en las cabeceras de la cuenca del Motagua, en el río Negro (cuenca Grijalva–Usumacinta), en la cuenca del Polochic, en el río de Chiapa (también Grijalva–Usumacinta) y en el río Jataté. En la vertiente del Pacífico, su presencia se limita a tierras altas de Guatemala: ríos Samalá, Panajachel y Madre Vieja. Su rango altitudinal varía desde los 400 m s.n.m. en la cuenca del río Chiapa hasta los 2400 m.s.n.m. cerca de Totonicapán (Morcillo, 2004).

Tlaloc labialis habita ríos principales de agua dulce y arroyos tributarios, preferentemente en zonas de corriente lenta a rápida, relativamente caudalosa, y con fondos compuestos por grava, rocas, guijarros, arena y limo. Las aguas pueden variar de claras a turbias según la estación, especialmente durante la temporada de lluvias, y la vegetación puede ser escasa o estar representada por algas o *Potamogeton* de hojas angostas. La profundidad del hábitat puede alcanzar hasta un metro (Miller *et al.*, 2009).

Además, esta especie puede encontrarse en manantiales, depresiones kársticas con poco o ningún flujo, así como en estanques de aguas lentes y arroyos pequeños a moderados. Los cuerpos de agua ocupados son generalmente poco profundos, con un sustrato variable que incluye desde arena y limo profundo hasta rocas y cantos rodados (Valeriano-Cabrera, 2023).

Las poblaciones de *T. labialis* en la cuenca del Grijalva–Usumacinta se enfrentan a presiones crecientes por especies exóticas invasoras, particularmente de la familia Loricariidae, así como a la deforestación progresiva que ha afectado a la región en las últimas décadas. Sin embargo, esta misma área es objeto de diversos esfuerzos de conservación, en parte motivados por su relevancia turística, lo que ha permitido que algunos ecosistemas acuáticos de esta región se mantengan en condiciones ecológicas relativamente buenas (Valeriano-Cabrera, 2023).



Figura 6. Ejemplar de *Tlaloc labialis*. Fotografía: Zenteno-Barrera, 2025.

2.5. IMPORTANCIA BIOLÓGICA Y PATOLÓGICA

S. acheilognathi es responsable de episodios de mortandad en carpas cultivadas y ferales en distintas regiones del mundo. La patología causada por este cestodo en el intestino de los peces incluye diversos efectos adversos, como obstrucción intestinal, descamación y erosión del epitelio, así como perforación de la pared intestinal (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

La llamada “tenia asiática” constituye un parásito altamente patógeno para peces de agua dulce, particularmente para carpas jóvenes y alevines, en los cuales puede ocasionar pérdidas económicas significativas en criaderos y granjas acuícolas. Este organismo presenta una notable capacidad para colonizar nuevas regiones y adaptarse a un amplio espectro de hospederos. Se considera uno de los ejemplos más evidentes y desafortunados de un parásito ampliamente diseminado por la acción humana, principalmente a través del transporte e introducción de peces. El grado de dispersión y éxito en la colonización ha sido facilitado por la distribución cosmopolita tanto de los hospederos intermediarios como de los definitivos (Ahmad *et al.*, 2018).

Cuando alcanza su fase adulta, el parásito se localiza en el tracto intestinal de los peces que infecta, provocando la enfermedad conocida como botriocefalosis, cuyos efectos son más graves en organismos inmaduros y juveniles. Esta enfermedad se caracteriza por generar alteraciones fisiológicas, anatómicas y conductuales. En el intestino, produce obstrucción, compresión e incluso perforación de la pared intestinal, lo que conduce a hemorragias, necrosis, ulceraciones y desgarros del tejido, llegando a perforar el tubo digestivo. Los peces afectados muestran además nado anómalo, menor talla corporal y baja ingesta alimenticia (Casanova-Hernández *et al.*, 2024).

La tenia asiática es patógena para los peces de agua dulce, especialmente los alevines de carpa, y puede causar grandes pérdidas económicas en criaderos y piscifactorías (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018).

En consecuencia, la presencia de *S. acheilognathi* representa un riesgo considerable para la biodiversidad acuática, en especial en cuerpos de agua donde habitan especies nativas vulnerables.

2.6. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y EXPANSIÓN

S. acheilognathi es originaria de Asia Oriental, posee una extraordinaria capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y, debido a ello, desde su origen geográfico natural en Asia continental, ha colonizado todos los continentes excepto la Antártida (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018; Kuchta *et al.*, 2018). Su propagación se debe a las diferentes actividades humanas (Ahmad *et al.*, 2018).

La tenia, presenta una notable capacidad para colonizar nuevas regiones y adaptarse a un amplio espectro de peces hospedadores. Constituye uno de los ejemplos más evidentes y lamentables de un parásito cuya amplia diseminación ha sido facilitada por los movimientos de peces promovidos por la actividad humana. Su elevada tasa de propagación y éxito en la colonización se han visto favorecidos por la distribución cosmopolita tanto de los hospedadores intermediarios como de los definitivos (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018).

Desde su origen asiático, fue introducido a México en 1 965 junto a la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus*, en la actualidad ha invadido al menos 50 especies de 28 géneros y siete familias de peces dulceacuícolas de México (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

En los últimos 35 años, la tenia asiática de los peces ha invadido aproximadamente el 22% de los peces de agua dulce en México. Debido a que las comunidades de peces en México se caracterizan por una alta riqueza de especies y niveles de endemismo, *S. acheilognathi* se considera una especie cointroducida y coinvasora (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018).

Actualmente se distribuye en México desde los cenotes de la Península de Yucatán y la cuenca del río Usumacinta en el seno de la selva lacandona Chiapas, hasta la cuenca del río Bravo (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

2.7. LOS PARÁSITOS COMO UN COMPONENTE DE LA BIODIVERSIDAD

El parasitismo constituye una de las estrategias de vida más exitosas en el planeta. Se estima que, al menos, el 50 % de las especies de plantas y animales que habitan la Tierra presentan esta forma de vida (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001).

Las comunidades bióticas saludables albergan de manera natural una fauna parasitaria que forma parte integral de la biota regional. Así, las plantas son parasitadas por determinados animales y, a su vez, los animales lo son por otros organismos. Los parásitos están presentes en prácticamente todos los ambientes, por lo que resulta difícil encontrar poblaciones de seres vivos que carezcan de ellos. Lo habitual es suponer que cada especie de vida libre cuenta, al menos, con una especie parasitaria asociada (Poulin, 1999).

Prácticamente la totalidad de los organismos hospedan, de manera endo o ectoparasitaria, al menos una especie de parásito. En consecuencia, resulta esperable que cualquier organismo analizado presente asociaciones parasitarias. La riqueza parasitaria de un hospedero está determinada por un conjunto de factores interrelacionados, algunos vinculados a sus características intrínsecas (como la fisiología, historia de vida o comportamiento), otros asociados a las condiciones del ambiente en el que se desarrolla, y otros relacionados con los atributos biológicos propios del parásito, como su especificidad, ciclo de vida y estrategias de transmisión (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001).

Sin embargo, los parásitos desempeñan funciones ecológicas comparables a las de los depredadores o a las restricciones impuestas por la disponibilidad de recursos; en este sentido, contribuyen a la regulación de las poblaciones de organismos de vida libre. Los parásitos constituyen un componente natural y necesario de las comunidades biológicas, ya que participan en el mantenimiento de su estructura tal como se reconoce en un momento determinado. La eliminación de

una especie parasitaria podría derivar en alteraciones significativas en la organización y dinámica de la comunidad (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

Los parásitos son un componente natural en los ecosistemas, y las poblaciones sanas de organismos albergan poblaciones sanas de parásitos. Es un error frecuente suponer que el estudio de los parásitos tiene como propósito exclusivo su eliminación por considerarlos organismos dañinos. De igual manera, constituye una equivocación común asumir que la detección de descargas de aguas residuales o drenajes implica que la biota del cuerpo de agua afectado estará necesariamente “más contaminada de parásitos”. Tal inferencia es incorrecta, pues los parásitos presentes en los peces, por ejemplo, no guardan relación directa con los contaminantes de origen humano; del mismo modo que los peces poseen sus propios parásitos, los seres humanos cuentan con los suyos (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

III. ANTECEDENTES

Los parásitos en peces de agua dulce representan una amenaza significativa tanto para especies nativas como para especies cultivadas, especialmente en ecosistemas vulnerables donde los peces son parte esencial de la biodiversidad y economía local. Entre estos parásitos, *Schyzocotyle acheilognathi* (Yamaguti, 1934) ha destacado por su amplia distribución, carácter invasivo y capacidad para infectar múltiples hospederos.

Este parásito, conocido como la "tenia de las carpas", es un cestodo nativo del este de Asia, donde originalmente parasita a peces del género *Acheilognathus*. Fue descrito por primera vez por Yamaguti en 1934, bajo el nombre de *Bothriocephalus acheilognathi*. Su propagación a otros continentes ha sido facilitada principalmente por la introducción de carpas asiáticas como *Cyprinus carpio* y *Ctenopharyngodon idella*, utilizadas en acuacultura y programas de control biológico de vegetación acuática.

En México, se ha documentado la presencia de *S. acheilognathi* en diversas regiones del país. Por ejemplo, el estudio realizado por Gutierrez-Cabrera *et al.*, (2005); se investigó la presencia del cestodo *Schyzocotyle acheilognathi* en peces dulceacuícolas del río y la laguna de Metztitlán, ubicados dentro de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Esta investigación representó el primer registro de este parásito en dicha región. Se identificaron a *Astyanax mexicanus* y *Aramis brama* como nuevos hospederos para la especie. Los valores más altos de infección se registraron en *Chirostoma jordani*, mientras que *A. mexicanus* y *Cyprinus carpio* presentaron niveles bajos de infestación. Por otro lado, *Ictalurus mexicanus* y *Oreochromis niloticus* no mostraron presencia del parásito durante el periodo de muestreo.

Por su parte, el trabajo realizado por Hernández-Sánchez (2007), se estudiaron los parámetros de infección del parásito exótico *Schyzocotyle acheilognathi* en *Profundulus hildebrandi*, un pez endémico de Chiapas, en la cuenca hidrológica de San Cristóbal de las Casas. Los resultados mostraron altas cargas parasitarias, incluyendo crías de *P. hildebrandi* ya infectadas por *B. acheilognathi*, lo que las pone en riesgo de desarrollar Botriocefalosis. Se registró una prevalencia del 38%, con una

intensidad media de 6.21, una abundancia de 2.36 y un intervalo de intensidad que varió de 1 a 189.

Un estudio realizado por Velázquez-Velázquez *et al.* (2011) en la cuenca endorreica de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, se reportó por primera vez la presencia de *Schyzocotyle acheilognathi* en el pez nativo y en peligro de extinción *Profundulus hildebrandi*. La infección fue detectada en 10 de 11 localidades muestreadas, con prevalencias superiores al 60% y una abundancia media mayor a 4.5 parásitos por pez.

En el municipio de Teopisca, Chiapas, Méndez-Gómez (2012) realizó entre junio de 2008 y mayo de 2009 seis estancias de recolección en arroyos locales con el propósito de evaluar los parámetros de infección del parásito exótico *Schyzocotyle acheilognathi* en *Profundulus candalarius*, una especie de pez casi endémica de Chiapas, que está catalogada como "Casi Amenazada" en el Libro Rojo de la UICN. Durante el estudio, se identificaron un total de 437 helmintos de *S. acheilognathi*, con una prevalencia del 35.12 %, una intensidad media de 5.14 cestodos por pez infectado y un intervalo de intensidad que varió entre 1 y 35.

García-López *et al.* (2016) reportaron su presencia en peces del Lago de Xochimilco, uno de los cuerpos de agua dulce más importantes del Valle de México. Su estudio indicó que el parásito afecta tanto a especies nativas como a introducidas, representando un riesgo para la salud ictiológica de los sistemas acuáticos urbanos y rurales.

En el trabajo de Barrios-Gutiérrez *et al.* (2018) se realizó un inventario de parásitos en peces dulceacuícolas de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, en la región de Oaxaca. Entre octubre y noviembre de 2015 se examinaron 235 peces pertenecientes a 13 especies, recolectados en 21 sitios de muestreo. Se identificaron 1 466 helmintos agrupados en 16 taxones, incluyendo trematodos, monogeneos, céstodos y nemátodos. Dentro de este conjunto, *Schyzocotyle acheilognathi* se destacó por presentar una prevalencia del 100% en al menos un sitio, evidenciando su capacidad para establecerse en ambientes naturales protegidos.

Asimismo, un trabajo desarrollado por Ahmad *et al.* (2018) reporta que el cestodo invasor *Schyzocotyle acheilognathi*, se ha establecido en más de 200

especies de peces dulceacuícolas a nivel mundial, principalmente en carpas silvestres y cultivadas. El parásito ocasiona inflamación intestinal, necrosis y altas tasas de mortalidad en alevines y juveniles, generando pérdidas económicas en acuacultura y riesgos para peces nativos en peligro. Su éxito como especie invasora se atribuye a su ciclo de vida corto, amplio rango de hospederos y facilidad de dispersión a través de la acuacultura, el comercio ornamental y vectores secundarios como aves piscívoras.

Una investigación realizada por Palermo *et al.* (2020) reportó por primera vez la presencia del cestodo invasor *Schyzocotyle acheilognathi* en peces introducidos del suroeste de Australia Occidental. Durante un programa de control de especies exóticas, se encontró el parásito con prevalencias de 3.3% en *Carassius auratus*, 37% en *Cyprinus carpio haematopterus* y hasta 65% en *Gambusia holbrooki*. Los análisis moleculares del gen 18S rRNA confirmaron la identidad del parásito, aunque algunos aislados mostraron divergencias genéticas que podrían corresponder a un nuevo genotipo del género *Schyzocotyle*. Las infecciones presentaron cargas parasitarias extremadamente altas, con más de 600 helmintos en un solo pez, provocando perforaciones intestinales y obstrucciones.

A su vez Alves de Assis y Alves-Pinto (2024) analizaron especímenes de *Poecilia reticulata* (guppy) en un arroyo urbano de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, capturados en abril de 2021, encontrando que el 38.5% de los peces estaban infectados con tenias intestinales compatibles morfológica y genéticamente con *S. acheilognathi*.

Por último, un trabajo realizado por Villa-O'Dogherty *et al.* (2025) en humedales de Tabasco y Chiapas evaluó la presencia de helmintos parásitos en peces nativos y exóticos. Se identificó a *Schyzocotyle acheilognathi* infectando principalmente a tilapia (*Oreochromis niloticus*), con prevalencias que superaron el 40% en algunas localidades y evidencias de lesiones intestinales en los hospederos. Los autores destacan la importancia de este registro en humedales del sureste de México, ya que el parásito representa una amenaza para la salud de peces silvestres y acuícolas debido a su carácter invasor.

IV. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Evaluar los parámetros de infección de *Schyzocotyle acheilognathi* en peces de la Laguna Verde de Coapilla, Chiapas.

4.2. ESPECÍFICOS

- Determinar la prevalencia de *Schyzocotyle acheilognathi* en peces de la Laguna Verde de Coapilla, Chiapas.
- Determinar la intensidad media y abundancia de *Schyzocotyle acheilognathi* en la ictiofauna de la Laguna Verde de Coapilla.
- Realizar un análisis comparativo de los parámetros de infección de *Schyzocotyle acheilognathi* entre diferentes especies de peces en la Laguna Verde de Coapilla.

V. ZONA DE ESTUDIO

El estado de Chiapas se localiza al sureste de la república mexicana y cuenta con una superficie de 73 272.3 km². Su complejo relieve se enmarca en siete regiones fisiográficas: Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre de Chiapas, Depresión Central, Altiplanicie Central, Montañas del Oriente, Montañas del Norte y Llanura Costera del Golfo (Jiménez y Aguilar, 2020).

La Laguna Verde de Coapilla (Figura 7), se localiza en el municipio de Coapilla, situado en la región de las Montañas del Norte, tiene una extensión territorial de 106.8 km² y su altitud varía entre los 400 y 2 300 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas son 17° 08' N y 93° 10' W. Limita al norte con Ocotepec, Tapalapa y Pantepéc; al este con Bochil; al sur con Chicoasén; y al oeste con Copainalá (Jiménez y Aguilar, 2020; Sobrino-Galdámez, 2011).

La cobertura vegetal de Coapilla se compone principalmente de vegetación secundaria, derivada de bosques de encino y mesófilo de montaña con estratos arbustivos y herbáceos, que representa el 46.97% de la superficie municipal. Le siguen los bosques de coníferas (pino-encino) con 22.01% y el bosque mesófilo de montaña con 3.50%. En menor proporción se encuentran pastizales inducidos (2.28%) y remanentes de bosque deciduo de encino (0.32%) (H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Coapilla, Chiapas, 2021).

En los meses de mayo a octubre, la precipitación media fluctúa entre los 1 000 mm y los 2 300 mm, y en el periodo de noviembre- abril, la precipitación media va de los 100 mm a 1 000 mm (H. Ayuntamiento Municipal Constitucional Coapilla, Chiapas, 2021).

El clima del municipio es uniformemente semicálido subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación pluvial de 1 800 milímetros anuales (H. Ayuntamiento Municipal Constitucional Coapilla, Chiapas, 2021).

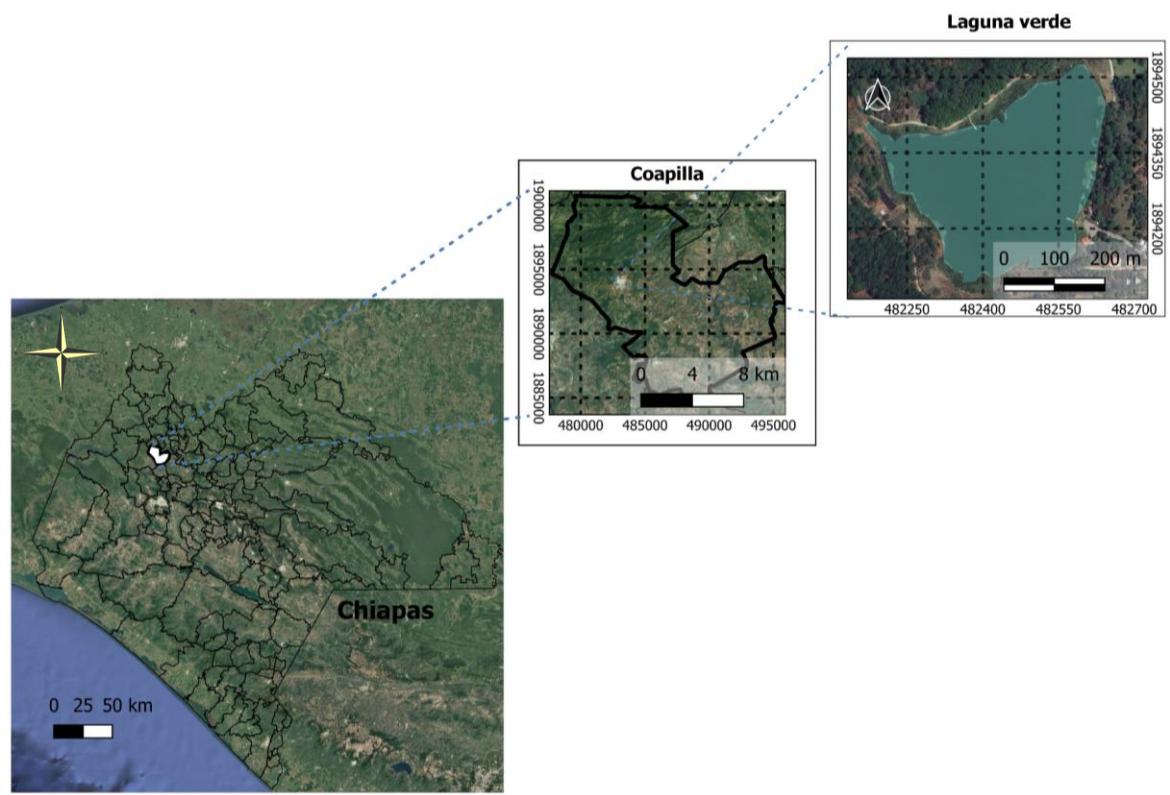


Figura 7. Ubicación geográfica de la Laguna Verde de Coapilla, Chiapas. Fuente: Zenteno-Barrera, 2025.

VI. MÉTODO

6.1. MÉTODO DE CAMPO

El trabajo de campo para la recolección de hospederos se realizó entre mayo de 2024 y abril de 2025, con el propósito de abarcar un ciclo anual completo. Se efectuaron cuatro muestreos durante la temporada de lluvias (mayo, junio, agosto y septiembre de 2024), y dos muestreos durante la temporada de estiaje (febrero y abril de 2025).

En el sitio de muestreo se registraron distintos parámetros fisicoquímicos del agua, incluyendo temperatura, conductividad, conductividad específica, sólidos disueltos totales, salinidad, oxígeno disuelto, pH y potencial de óxido-reducción (ORP) mediante el uso de un equipo multiparámetrico portátil (YSI) a una profundidad aproximada de 20 cm desde la superficie (Chavarría-Márquez *et al.*, 2024; Carrera y Daza, 2021).

6.2. CAPTURA DE ORGANISMOS

Los hospederos fueron recolectados mediante tres tipos de artes de pesca: una red tipo chinchorro (2.5 m de largo por 1 m de alto y 5 mm de luz de malla), una red agallera (15 x 3 m, con 3 cm de luz de malla) y una atarraya tipo camaronera (2 m de diámetro, 3 m de altura y 1 cm de luz de malla) (Anzueto-Calvo *et al.*, 2016). Con la red tipo chinchorro se realizaron 15 arrastres de 10 metros por muestreo; la red agallera se dejó instalada durante cuatro horas; y se efectuaron 15 lances con la atarraya tipo camaronera en cada muestreo.

Los ejemplares recolectados se preservaron en formalina al 10% y se conservaron en alcohol al 70% según el método de Lagler *et al.* (1977). A cada muestreo o lote se le agregó una etiqueta con los datos de colecta de campo (especie, fecha, localidad, arte de pesca usado y recolector).

Los peces recolectados fueron depositados para su análisis en el Museo de Zoología “Álvarez del Villar” del Instituto de Ciencias Biológicas de la UNICACH.

Adicionalmente unas muestras de cada especie de pez se transportaron vivos al laboratorio, donde se analizaron y se extrajeron los cestodos, lo anterior con la finalidad de obtener muestras frescas para su fijación y tinción.

6.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO

En el laboratorio, a cada hospedero se le tomaron las mediciones morfométricas tales como longitud patrón (LP) y longitud total (LT) expresado en milímetros con el vernier digital, y el peso no eviscerado con una balanza digital (0.1g) (Lagler *et al.*, 1977).

6.4. RECOLECTA DE PARÁSITOS

A cada hospedero se le practicó un examen helmintológico que consistió en realizar un corte longitudinal en la región ventral, desde el ano hasta la unión opercular. Posteriormente, se retiró el aparato digestivo completo y se revisaron el estómago y el intestino para la detección del cestodo *Schyzocotyle acheilognathi*. Los órganos fueron colocados en cajas Petri con solución salina al 0.7 % y examinados bajo un microscopio estereoscópico (Scholz *et al.*, 2012).

Durante la extracción de los parásitos se tuvo especial cuidado en conservar el escólex, ya que suele encontrarse firmemente adherido a la pared intestinal. La fijación de los cestodos adultos se realizó mediante la técnica de formalina caliente, depositándolos en viales con una pequeña cantidad de formalina al 4 % previamente calentada (Salgado-Maldonado *et al.*, 2015). Todos los ejemplares recolectados fueron contabilizados y registrados, especificando su localización en el hospedero (estómago o intestino), así como su estado de desarrollo y madurez.

Los parásitos obtenidos de cada hospedero fueron contabilizados y asentados en hojas de registro, para posteriormente integrarse en una base de datos en Excel, utilizada para su análisis continuo.

6.5. CONSERVACIÓN, FIJACIÓN Y MONTAJE

Para el análisis morfológico, los cestodos se conservaron en viales con formol al 4 %, de acuerdo con la técnica descrita por Salgado-Maldonado *et al.* (2015). Cada vial fue identificado con el número del hospedero, su sexo, la localidad, la estación y la fecha de colecta.

Los helmintos mejor conservados fueron seleccionados para su tinción y fijación en el Laboratorio de Parasitología del Necton del Instituto de Ecología (INECOL), Xalapa, Veracruz.

6.6. PARÁMETROS DE INFECCIÓN

Para evaluar el grado de parasitismo en las poblaciones de peces analizadas, se emplearon los parámetros cuantitativos propuestos por Bush *et al.* (1997), ampliamente aceptados en estudios de ecología parasitaria. Estos indicadores permiten estandarizar la comparación entre muestras y describir de manera precisa la relación hospedero–parásito. En este sentido, se consideraron la prevalencia, la intensidad media y la abundancia media, cuyos conceptos se detallan a continuación.

6.6.1. Prevalencia

Corresponde al número de peces de una misma especie que albergan un determinado parásito, dividido entre el total de peces de esa especie analizados en una muestra, y luego multiplicado por 100. Se expresa en porcentaje.

6.6.2. Intensidad media

Se refiere al número total de individuos de una especie de parásito dividido entre la cantidad total de hospederos infectados en la muestra.

6.6.3. Abundancia media

Es la cantidad total de parásitos encontrados en una muestra, dividida por el número total de huéspedes analizados.

6.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los parámetros de infección fueron analizados en función a los meses de muestreo y de los estadios de *Schyzocotyle aheilognathi* en los peces a lo largo del ciclo anual del estudio.

Para evaluar las diferencias en los parámetros de infección entre las especies de peces analizadas, se aplicó una prueba de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Dado que los datos no cumplieron con dichos supuestos ($p < 0.05$), se optó por utilizar un enfoque no paramétrico.

VII. RESULTADOS

Se examinaron un total de 399 hospederos pertenecientes a cinco especies: *Tlaloc labialis* (n= 1), *Vieja hartwegeri* (n= 31), *Cyprinus carpio* (n= 99), *Oreochromis niloticus* (n= 100) y *Poeciliopsis pleurospilus* (n= 168).

El único ejemplar de *T. labialis* analizado no presentó infección por *Schyzocotyle acheilognathi*. En el caso de *V. hartwegeri*, de los 31 organismos revisados, ocho resultaron parasitados. Para *C. carpio*, de los 99 individuos examinados, 22 presentaron infección. En *O. niloticus*, únicamente un ejemplar de los 100 evaluados se encontró infectado. Finalmente, en *P. pleurospilus* se detectó infección en ocho de los 168 ejemplares analizados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de peces recolectados, parasitados, así como el número de cestodos recuperados por especie.

ESPECIE	P. R.	P. P.	C. R.
<i>V. hartwegeri</i>	31	8	25
<i>C. carpio</i>	99	22	67
<i>O. niloticus</i>	100	1	1
<i>P. pleurospilus</i>	168	8	12
<i>T. labialis</i>	1	0	0

P. R. = peces recolectados; P. P. = peces parasitados; C. R. = cestodos recuperados.

7.1. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN *Tlaloc labialis*

Se examinó un único hospedero, el cual no presentó evidencia de parasitismo. En consecuencia, los valores de prevalencia media, intensidad media y abundancia media fueron iguales a cero.

7.2. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN *Vieja hartwegeri*

De los 31 hospederos examinados, ocho resultaron parasitados, registrándose una prevalencia de 25.8%. En dichos individuos se recuperaron 25 helmintos, lo que representa una intensidad media de 3.1 helmintos por hospedero infectado. Al considerar la totalidad de los peces analizados, tanto parasitados como no

parasitados, la abundancia media fue de 0.81 helmintos por hospedero examinado (Cuadro 2).

7.3. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN *Cyprinus carpio*

De los 99 ejemplares analizados, 22 se encontraron parasitados, registrándose la recuperación de 67 cestodos en el intestino anterior. En este caso, la prevalencia media fue de 22.2%, la intensidad media se estimó en 3.05 helmintos por hospedero infectado, y la abundancia media correspondió a 0.68 helmintos por hospedero examinado (Cuadro 2).

7.4. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN *Oreochromis niloticus*

De los 100 hospederos examinados, únicamente un individuo resultó parasitado, recuperándose un helminto localizado en el intestino anterior. Para esta especie, la prevalencia media fue de 1%, la intensidad media correspondió a un helminto por hospedero infectado, y la abundancia media fue de 0.01 helmintos por hospedero examinado (Cuadro 2).

7.5. PARÁMETROS DE INFECCIÓN EN *Poeciliopsis pleurospilus*

En un total de 168 hospederos revisados, ocho presentaron infección, con la recuperación de 12 helmintos en el intestino anterior. En esta población, la prevalencia media alcanzó un 4.8%, la intensidad media fue de 1.5 helmintos por hospedero infectado, y la abundancia media fue de 0.07 helmintos por hospedero examinado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros de infección de *S. acheilognathi* agrupados por especie de hospederos analizados.

ESPECIE	P. P.	I. M.	A. M.
<i>V. hartwegi</i>	25.8%	3.1	0.81
<i>C. carpio</i>	22.2%	3.05	0.68
<i>O. niloticus</i>	1%	1	0.01
<i>P. pleurospilus</i>	4.8%	1.5	0.07

P. P. = Prevalencia Promedio; I. M. = Intensidad Media; A. M. = Abundancia Media.

7.6. VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INFECCIÓN POR ESPECIE

7.6.1. Prevalencia media

La prevalencia promedio (Figura 8) registrada en las cuatro especies analizadas mostró los valores más elevados en *V. hartwegi*, con una prevalencia de 43.93% (rango: 0-100%); seguida por *C. carpio* con 7.33% de prevalencia (rango: 0-44%); *O. niloticus* mostró la prevalencia más baja, con valores de 1.85% (rango: 0-11%); y *P. pleurospilus* obtuvo una prevalencia de 11.44% (rango: 0-50%).

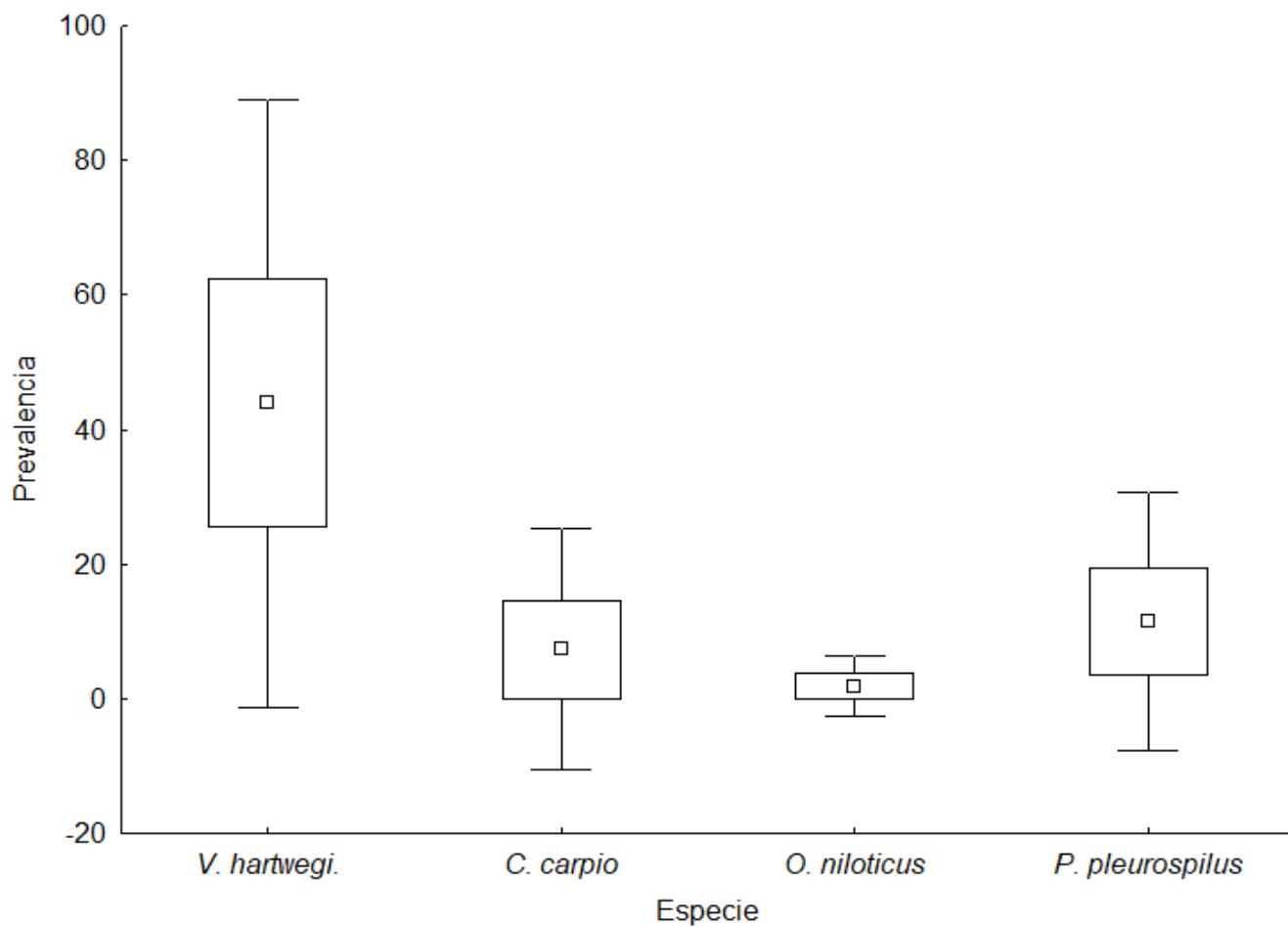


Figura 8. Variación de la prevalencia media agrupada por especie (caja \pm 1 EE; bigotes \pm 1 DE).

7.6.2. Intensidad media

La intensidad media (Figura 9) presentó los valores más elevados en la especie *V. hartwegi*, con una intensidad media de 2.79 (rango: 0-6%), Seguida de *C. carpio* con una intensidad media de 0.50 (rango: 0-3.05%); *P. pleurospilus* presentó una intensidad de 1.0 (rango: 0-2%), y *O. niloticus* mostró los valores más bajos de intensidad media con 0.16 (rango: 0-1%).

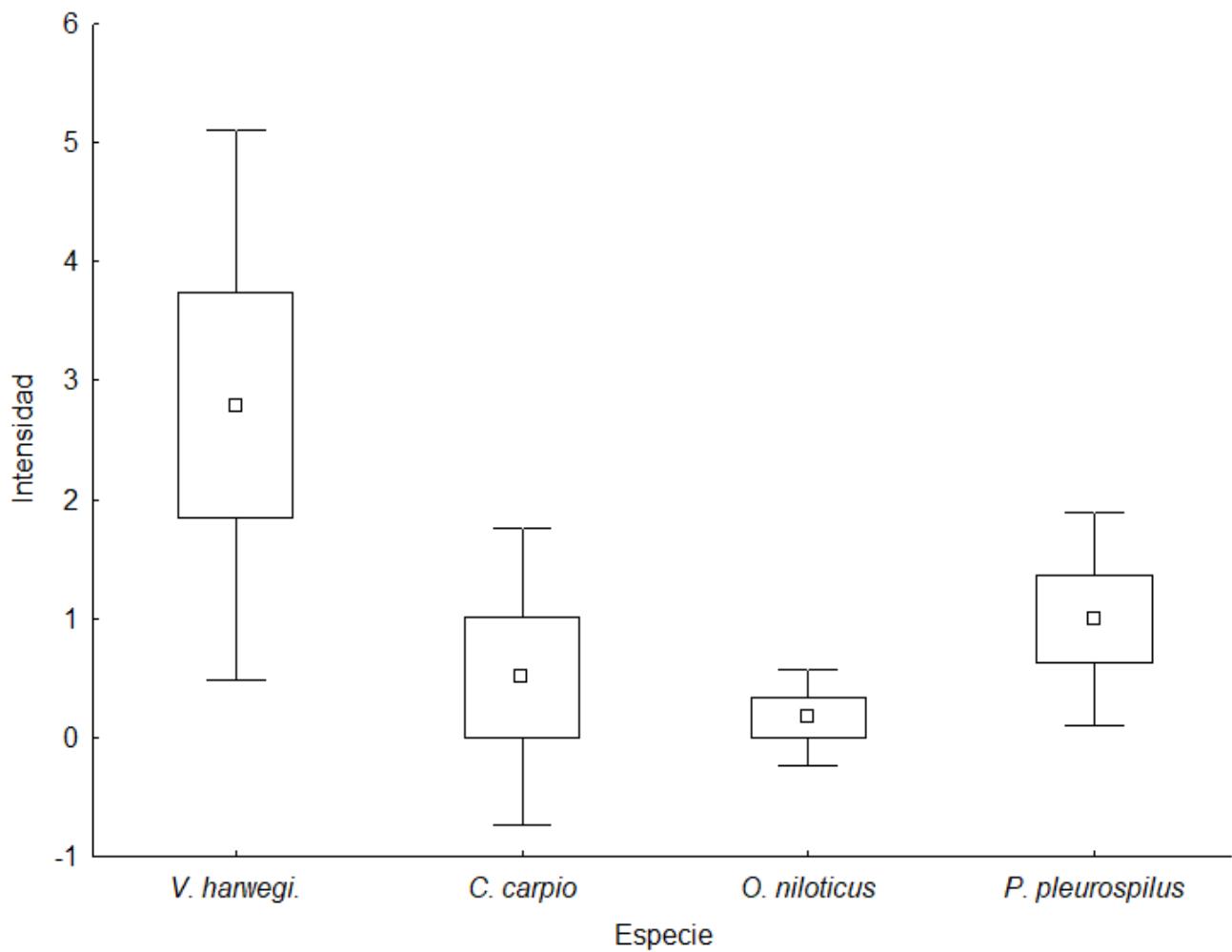


Figura 9. Variación de la intensidad media agrupada por especie (caja \pm 1 EE; bigotes \pm 1 DE).

7.6.3. Abundancia media

La abundancia media (Figura 10) registrada en las cuatro especies analizadas mostró los valores más elevados en *V. hartwegi* con una abundancia de 1.085 (rango: 0-2.75%); *C. carpio* obtuvo una abundancia de 0.22 (rango: 0-1.34%); Por su parte, *P. pleurospilus* presentó una abundancia media de 0.14 (rango: 0-0.50%), y *O. niloticus* presentó una abundancia de 0.1 (rango: 0-0.11%).

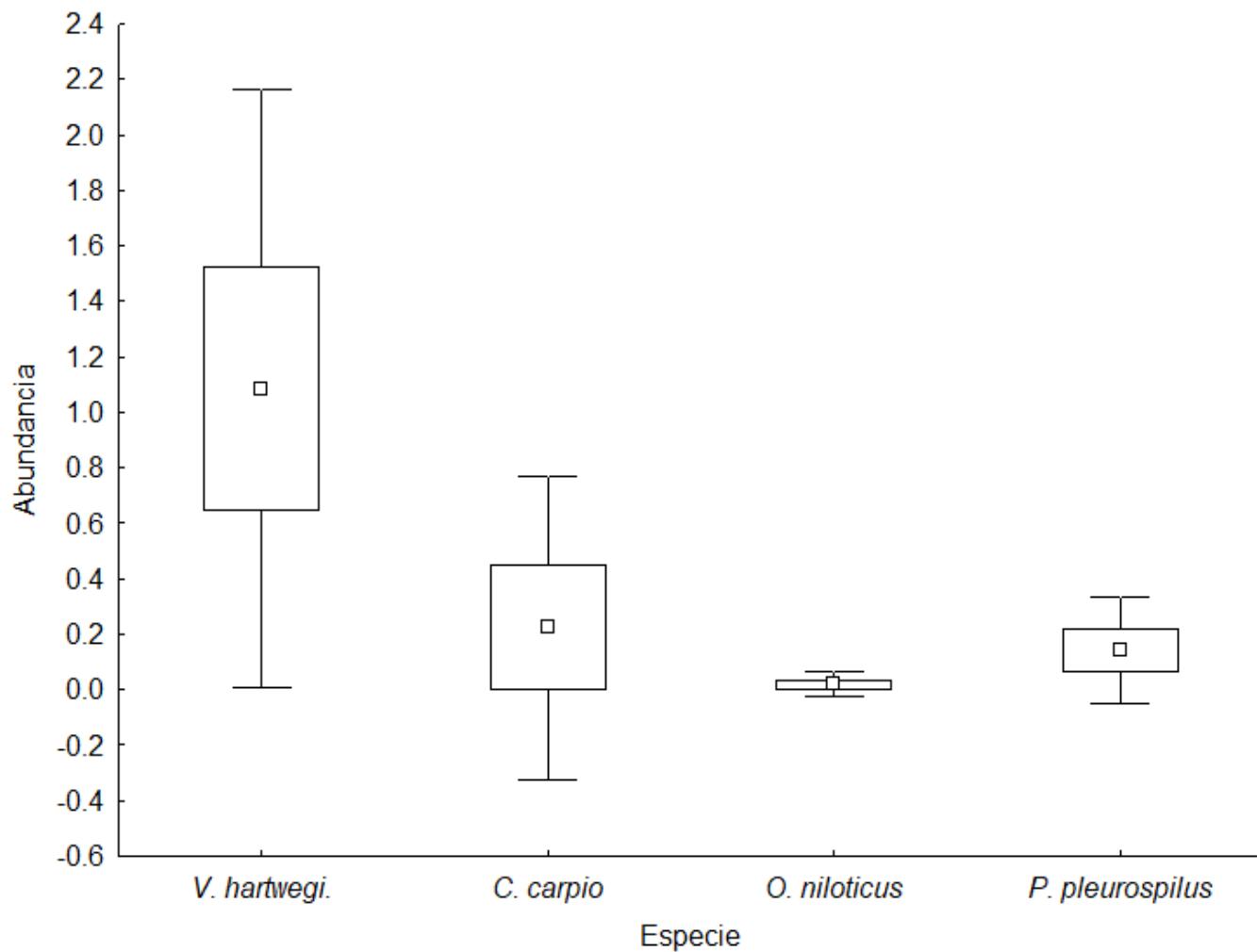


Figura 10. Variación de la abundancia media agrupada por especie (caja \pm 1 EE; bigotes \pm 1 DE).

7.7. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ESPECIES

Con el propósito de evaluar las diferencias de los parámetros de infección entre las especies de peces analizadas, se realizó un análisis de varianza no paramétrica Kruskal-Wallis; dado que al verificar los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk) y la homogeneidad de varianzas (Levene), los datos no superaron los supuestos ($p>0.05$).

Al comparar los parámetros parasitológicos entre las especies analizadas, se observó que los valores más altos de prevalencia correspondieron a *Vieja hartwegeri* ($\bar{x}= 43.93$; $DE= 45.13$), *Cyprinus carpio* obtuvo una prevalencia promedio de 7.33 ($DE= 17.96$). A su vez, *Poeciliopsis pleurospilus* ($\bar{x}= 11.44$; $DE= 19.25$) y *Oreochromis niloticus* ($\bar{x}= 1.85$; $DE= 4.53$) presentaron valores considerablemente menores. Las diferencias observadas entre las especies fueron estadísticamente significativas (K-W; $H= 7.9162$; $p= 0.0478$) (Figura 8).

La intensidad media registrada (Figura 9) fue mayor en *Vieja hartwegeri* ($\bar{x}= 2.79$; $DE= 2.32$), seguida por *Cyprinus carpio* ($\bar{x}= 0.50$; $DE= 1.25$). Por otro lado, *Poeciliopsis pleurospilus* presentó una intensidad media de 1.00 ($DE= 0.89$), mientras que *Oreochromis niloticus* mostró el valor más bajo ($\bar{x}= 0.16$; $DE= 0.41$). Las diferencias observadas entre las especies fueron estadísticamente significativas (K-W; $H= 8.6898$; $p= 0.0337$).

La abundancia media (Figura 10) fue superior en *Vieja hartwegeri* ($\bar{x}= 1.085$; $DE= 1.078$) y *Cyprinus carpio* ($\bar{x}= 0.22$; $DE= 0.547$). En contraste, *Oreochromis niloticus* ($\bar{x}= 0.018$; $DE= 0.0449$) y *Poeciliopsis pleurospilus* ($\bar{x}= 0.14$; $DE= 0.1915$) presentaron los valores más bajos. Las diferencias observadas entre las especies fueron estadísticamente significativas (K-W; $H= 9.4515$, $p= 0.0239$).

7.8 ESTADIOS DE DESARROLLO ONTOGÉNICO DE LA TENIA ASIÁTICA

El análisis de los estadios de desarrollo de la Tenia Asiática, reveló la existencia de cestodos adultos y grávidos en solamente dos especies *C. carpio* (40.3%) y *V. hartwegeri* (28%); mientras que los céstodos inmaduros y no estrobilizados constituyen la mayor proporción para las cuatro especies donde ocurrió el parásito (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estadios de desarrollo ontogénico de *S. acheilognathi*, en los hospederos analizados.

Especie	Estadio juvenil	Estadio adulto	Estadio grávido	Total
<i>V. hartwegi</i>	18 (72%)	5 (20%)	2 (8%)	25
<i>C. carpio</i>	39 (58.2%)	13 (19.4%)	14 (20.9%)	67
<i>O. niloticus</i>	1 (100%)	0	0	1
<i>P. pleurospilus</i>	12 (100%)	0	0	12
<i>T. labialis</i>	0 (0%)	0	0	0

VIII. DISCUSIÓN

Las especies invasoras acuáticas y sus patógenos han plagado las diferentes cuencas hidrológicas de México durante décadas (Contreras-Balderas, 2000) y las nuevas introducciones y difusión de especies no autóctonas de organismos sigue siendo una amenaza significativa para las comunidades de peces (Clavero y Garcia-Berthou, 2005; Boonthai *et al.*, 2017).

Los datos presentados en nuestro estudio sugieren *S. acheilognathi* es una amenaza potencial para la ictiofauna de la Laguna de Coapilla, Chiapas. Primero, porque *S. acheilognathi* se registró tanto en las especies exóticas (*O. niloticus* y *C. carpio*) y nativas (*V. hartwegi* y *P. pleurospilus*) capturadas en la laguna. En segundo lugar, es posible que los niveles de prevalencia e intensidad media de *S. acheilognathi* puedan alcanzar niveles suficientes para causar problemas patológicos en sus hospederos, particularmente en las dos especies de peces nativos, *V. hartwegi* y *P. pleurospilus*, las cuales presentaron los parámetros de infección más altos (prevalencia de 43.93% y 11.44% respectivamente). Se ha documentado que los valores más altos de infección causada por este cestodo en México se registran en las especies nativas y no en las exóticas (Salgado-Maldonado y Pineda López, 2003; Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2005, Velázquez-Velázquez *et al.*, 2011); lo cual coincide con lo documentado en el presente trabajo.

Además de los altos valores en los parámetros de infección registrados de *S. acheilognathi* en los peces nativos de Coapilla; se observó una persistencia a lo largo del año (estiaje y lluvias), así mismo se documentaron especímenes adultos y grávidos de este cestodo en los peces nativos y exóticos (*C. carpio* y *V. hartwegi*), por lo que es notorio inferir altas tasas de transmisión y desarrollo exitoso de las poblaciones de este cestodo. Por lo tanto, los datos presentados en este trabajo documentan la introducción, colonización y establecimiento exitoso de este parásito exótico invasor en los peces nativos y exóticos de la laguna de Coapilla, Chiapas, México.

La presencia de *S. acheilognathi* en peces de la laguna verde de Coapilla, debe ser considerado como un caso de transfaunación, debido a que se introdujo a la laguna en la década de los 90', con la siembra de crías la carpa común (*C. carpio*),

provenientes del centro de producción Acuícola “Coapilla”, localizado en las márgenes de la Laguna de Coapilla (com. per. Fredy Penagos), el cual estuvo operando durante más de dos décadas en la región, a cargo del gobierno del estado de Chiapas. Este fenómeno de transfaunación de *S. acheiognathi*, se ha documentado en repetidas ocasiones en el continente americano (Salgado-Maldonado y Pineda López, 2003; Gutiérrez-Cabrera *et al.*, 2005, Velázquez-Velázquez *et al.*, 2011, Muzzall *et al.*, 2016); donde el principal vector de su propagación parece ser la introducción de su huésped natural, la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la carpa común (*C. carpio*), para su uso en acuacultura o para el control de vegetación acuática (Fazili *et al.*, 2018); aunque probablemente también intervengan otros peces.

El cestodo *S. acheiognathi* es considerado una seria amenaza para los peces nativos y endémicos en México debido a sus efectos patogénicos sobre sus hospederos que van desde daños graves e incluso puede provocar la muerte de crías y juveniles de peces pequeños, asociados a altas infecciones (Bauer *et al.*, 1973; Salgado-Maldonado *et al.*, 1986; Salgado-Maldonado y Pineda-López 2003).

La introducción de *S. acheiognathi* puede tener efectos ecológicos negativos sobre los peces nativos de Chiapas; la laguna de Coapilla pertenece a la cuenca del Grijalva-Usumacinta, ubicada en el sureste de México; esta cuenca contiene más de 150 especies de peces (Miller 1986), con alrededor del 30% de endemismos, muchas de ellas amenazadas de extinción (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2016). La invasión de la Laguna de Coapilla, sin duda alguna, podría estar facilitando la propagación de *S. acheiognathi* a las cuencas vecinas en Chiapas, ubicado en la frontera de México y Centro América.

S. acheiognathi es muy notable entre los cestodos de peces debido a su amplia especificidad de hospederos; el cual se ha documentado en más 300 especies de peces de agua dulce del mundo, incluyendo peces nativos y exóticos (Scholz *et al.*, 2012; Kuchta *et al.*, 2018; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018). Mientras que en México se ha registrado su ocurrencia en 110 especies de peces, que incluyen 14 especies exóticas invasoras y 96 especies nativas (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2018), muchas de ellas endémicas y amenazadas de extinción (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2011, 2015); en el presente trabajo se adicionan dos nuevos registros de hospederos en los que no habían sido reportados la presencia de *S. acheiognathi*, el cíclido

nativo *V. hartwegi*, y el gupy de río *P. pleurospilus*, ambas especies nativas de la cuenca del río Grijalva; particularmente *V. hartwegi*, es considerada como una especie en peligro de extinción por el libro rojo de la UICN (Schmitter-Soto y Vega-Cendejas, 2019), y en la categoría de Amenazada por la Norma oficial Mexicana (NOM-ECOL-059) (DOF, 2025).

Debido a sus efectos patogénicos se considera que este parásito es una amenaza grave para peces endémicos en México (Salgado-Maldonado y Pineda-López 2003) y particularmente en Chiapas, el cual es un estado rico en diversidad de peces nativos y endémicos, debido a la presencia de la cuenca del Grijalva-Usumacinta; ambos ríos en Chiapas contienen más de 70 especies de peces (Miller, 1986, Velázquez-Velázquez, 2016), con alrededor del 30% de endemismos, catalogados como especies de gran preocupación en materia de conservación.

IX. CONCLUSIÓN

Se registró la presencia de la tenia de las carpas (*Schyzocotyle acheilognathi*) en cuatro de las cinco especies de peces analizados, *Vieja hartwegi*, *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus* y *Poeciliopsis pleurospilus*. Mientras que el único ejemplar de *T. labialis* analizado no se registró la presencia de este parásito exótico invasor.

Los parámetros de infección registrados (prevalencia, intensidad media y abundancia media) fueron más altos en las dos especies nativas de la Laguna Coapilla, la mojarra nativa (*V. hartwegi*), con una prevalencia de 43.93% y el guppy de río (*P. pleurospilus*) con 11.44%; mientras que la tilapia, especie exótica invasora (*O. niloticus*) mostró la prevalencia más baja, con valores de 1.85%.

Se registró la persistencia del parásito exótico a lo largo del año (estiaje y lluvias), además de la ocurrencia de especímenes adultos y grávidos de este cestodo en los peces nativos y exóticos (*C. carpio* y *V. hartwegi*), por lo que es notorio inferir altas tasas de transmisión y desarrollo exitoso de las poblaciones de este cestodo.

Las especies nativas *Vieja hartwegi* y *Poeciliopsis pleurospilus* presentaron los valores más altos de prevalencia, intensidad media y abundancia, por lo que se infiere que los peces nativos, son más susceptibles a la infección que las especies exóticas invasoras.

Se documentan dos nuevos registros de hospederos nativos para México (*V. hartwegi* y *P. pleurospilus*), lo cual amplía el número de hospederos que es capaz de parasitar *S. acheilognathi*. Este hecho es relevante, ya que demuestra que el cestodo continúa expandiéndose y adaptándose a nuevas especies, incluyendo peces nativos amenazados de extinción como la Mojarra nativa de Chiapa de Corzo *Vieja hartwegi*.

El presente estudio confirma el establecimiento de *Schyzocotyle acheilognathi* en la Laguna Verde de Coapilla, un ecosistema endorreico de agua dulce, donde interactúan peces nativos y especies exóticas introducidas. La detección del parásito en prácticamente todas las especies examinadas evidencia que su ciclo de vida se encuentra completo y activo dentro de la laguna, constituyendo un caso claro de colonización exitosa.

X. RECOMENDACIONES

Derivado de la experiencia obtenida en el presente trabajo y con la finalidad de mejorarlo, se emiten las siguientes recomendaciones y áreas de oportunidad:

Se recomienda un mayor esfuerzo de captura que permita la captura de un mayor número de ejemplares, particularmente de la mojarra nativa (*Vieja hartwegi*) y el popoyote (*Tlaloc labialis*), utilizando una mayor variedad de artes de captura que aseguren una mayor recolecta; lo anterior con la finalidad de tener un mayor número de réplicas por muestreo que nos permitan realizar estimaciones más robustas de la parasitosis que enfrentan las especies nativas.

Así mismo se recomienda que se realice un estudio sobre la fauna helmintológica de las especies que habitan la laguna Coapilla, ya que nuestras observaciones realizadas logramos detectar a varias especies de otros grupos de parásitos; los cuales habría que identificar y evaluar los parámetros de infección, particularmente en las especies nativas; a fin de detectar los parásitos nativos y al mismo tiempo evaluar problemas de transfaunación.

Dado que en la laguna Coapilla se realiza pesca de autoconsumo, basada en las especies exóticas (Tilapias y Carpas), además del cíclido nativo (*V. hartwegi*); es fundamental evaluar la calidad del producto a nivel de parásitos que pudieran representar posibles zoonosis; pero también por posible presencia de contaminantes en la carne.

XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Ahmad, F., Fazili, K., Sofi, O., Sheikh, B. y Sofi, T. 2018. Distribución y patología causada por *Bothriocephalus acheilognathi*, Yamaguti 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae). *Revista Veterinaria*. 29 (2): 142–149.
- Alves de Assis, J. y Assis-Pinto, H. 2024. Infection of guppies (*Poecilia reticulata*) with the Asian fish tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi* in an urban stream in Brazil. *Brazilian Journal of veterinary parasitology*. 33 (1): e020323. doi: 10.1590/S1984-29612024018.
- Anzueto-Calvo, M. J., Velázquez-Velázquez, E. y Gómez-González, A. E. 2016. Peces de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y presa Nezahualcóyotl (Malpaso) Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87 (3): DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.002>
- Arcos-Guzmán, I. 2011. Cultivo de Tilapia en México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnista. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México. 50 pp.
- Barrios-Gutiérrez, J. J., Martínez-Ramírez, E., Gómez-Ugalde, R. M., García-Varela, M. y Pinacho-Pinacho, C. D. 2018. Helmintos parásitos de los peces dulceacuícolas de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, región Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89: 29-38.
- Bauer O., Musselius V. y Strelkov Y. 1973. Diseases of pond fishes. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 230 pp.
- Bean, M. G., Seríková, A., Bonner, T. H., Scholz, T. y Huffman, D. G. 2007. First Record of *Bothriocephalus acheilognathi* in the Rio Grande with Comparative Analysis of ITS2 and V4-18S rRNA Gene Sequences. *Journal of Aquatic Animal Health*. 19: 71–76.
- Boonthai, T., Herbst, S., Whelan, G., Deuren, M., Loch, T. y Faisal, M. The Asian fish tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi* is widespread in baitfish retail stores in Michigan, USA. *Parasit Vectors*. 10: 618. <http://dx.doi.org/10.1186/s13071-017-1186>

2541-6.

Born-Schmidt, G., De Alba, F., Parpal-Serlove, J. y Koleff, P. 2017. Principales retos que enfrenta México ante las especies exóticas invasoras. CESOP, México. 255 pp.

Brabec, J., Waeschenbach, A., Scholz, T., Timothy D., Littlewood, J. y Kuchta, R. 2015. Molecular phylogeny of the Bothriocephalidea (Cestoda): molecular data challenge morphological classification. *International Journal for Parasitology*. 45 (12): 761-771.

Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. y Shostak, A. W. 1977. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al revisited. *The Journal of Parasitology*. 83 (4): 575-583.

Bustamante-Jimenez, J. 2021. Helmintos parásitos de los peces del arroyo Danta, en la reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. 64 pp.

Carrera, S. C. y Daza, O. E. 2021. Caracterización de las variables fisicoquímicas de la calidad del agua en el embalse de Betania. *Revista De Investigaciones Agroempresariales*. 8: <https://doi.org/10.23850/25004468.4736>.

Casanova-Hernández, D., Pinacho-Pinacho, C. D., Calixto-Rojas, M., Velázquez Velázquez, E. y Zamora Briseño, J. A. 2024. La solitaria de las carpas. Inecol. Instituto de Ecología AC. <http://inecol.edu.mx/index.php/divulgacion/ciencia-hoy/la-solitaria-de-las-carpas#:~:text=En%20los%20peces%2C%20un%20ejemplo,y%20en%20v%C3%ADas%20de%20extinci%C3%B3n>. Consultado el 12 de mayo de 2025.

Castro, G. 1996. Helmintos: Estructura, clasificación, crecimiento y desarrollo. En: Baron, S. (Editor) *Medical Microbiology*, 4th edition. Rama Médica de la Universidad de Texas en Galveston (TX). 1045 pp.

Chavarría-Marquez, E. Y., Chávez-De La Torre, M. Y., Lopez-Yupanqui, G. M., Orellana-Reyes, D. E., Perez-Hijar, J. B. y Guillermo-Roca, W. 2014. Evaluación

de parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad de agua del río San Juan de Pillo, Tayacaja. Fondo editorial Universidad Autónoma de Tayacaja. 90 pp.

Clavero, M. y García-Berthou, E. 2005. Invasive Species Are a Leading Cause of Animal Extinctions. *Trends in Ecology and Evolution*. 20: 110-119.

Córdova-Gómez, B. 2024. Ictiofauna de la cuenca del río Ostuta, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca México. Tesis de Licenciatura, Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 66 pp.

Contreras-Balderas, S. 2000. Biodiversidad en las Aguas Continentales de México. In: Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. Estado de Salud de la Acuacultura IV, 1-13.

Cuthbert, R. N., Diagne, C., Haubrock, P. J., Turbelin, A. y Courchamp, F. 2021. Are the “100 of the world’s worst” invasive species also the costliest?. *Biological Invasions*. 24: 1895–1904.

DOF. 2025. PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janum/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/DO9620.pdf>. Consultado el 18 de noviembre de 2025

Dominguez-Cisneros, S. E., Dominguez-Dominguez, O., Velazquez-Velazquez, E. y Perez-Rodriguez, R. 2023. Redescription and diagnoses of the genera *Profundulus* and *Tlaloc* (Cyprinodontiformes: Profundulidae), Mesoamerican endemic fishes. *Neotropical Ichthyology*. 23 (2): e240096. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2022-0089>.

Dunn, A. 2009. Parasites and biological invasions. *Advances in parasitology*. 68: 161-84.

El-Sayed, A. F. M. 2006. Tilapia Culture. CABI Publishing is a division of CAB International. 277 pp.

Espinosa-Pérez, H. 2014. Biodiversity of fishes in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 450-459.

Fu, P. P., Xiong, F., Wu, S. G., Zou, H., Li, M., Wang, G. T. y Wen, X. 2022. Effects of *Schyzocotyleacheilognathi* (Yamaguti, 1934) infection on the intestinal microbiota, growth and immune reactions of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *PLoS One* 17(4): e0266766. doi: 10.1371/journal.pone.0266766.

García-López, M. L., Salguero-Vargas, G., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D. y Pérez-Ponce de León, G. 2016. Endohelmintos de algunos peces del lago de Xochimilco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87 (4): <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.018>

García-Prieto, L. y Osorio-Sarabia, D. 1991. Distribución actual de *Bothriocephalusacheilognathi* en México. *Anales del Instituto de Biología serie Zoología*. 62 (3): 523-526.

García-Prieto, L., Dátilo, W., Rubio-Godoy, M., y Pérez-Ponce de León, G. 2022. Fish-parasite interactions: A dataset of continental waters in Mexico involving fishes and their helminth fauna. *Ecology*. 103 (12): e3815. doi: 10.1002/ecy.3815.

Gordillo-Ruiz, M. C., Cruz-Bermúdez, J., Espíritu-Tlatempla G. y Ramos Hernández, S. 2018. El capital natural de la subcuenca Río Sabinal conocimiento, problemáticas y perspectivas. SEMAHN. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Gobierno del Estado de Chiapas. 354 pp.

Gutiérrez-Cabrera, A. E., Pulido Flores, G., Monks, S. y Gaytán, J. 2005. Presencia de *Bothriocephalusacheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoidea: Bothriocephalidae) en peces de Metztitlán, Hidalgo, México. *Hidrobiológica*. 15(3): 283-288.

H. Ayuntamiento Municipal Constitucional Coapilla, Chiapas. 2021. Notas de gestión administrativa enero-marzo 2021. <http://auditoresase.ddns.net:8001/documentos/18/1/2021/LGCG/e68da3a7-3939-4f0e-8c7e-f3f1e71a310e.pdf>. Consultado el 12 de agosto de 2025.}

Hernandez-Sanchez, J. C. 2007. Parámetros de infección de *Bothriocephalusacheilognathi* (Yamaguti, 1934) en el pez endémico de Chiapas, *Profundulus*

hildebrandi Miller, 1950. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 35 pp.

Jimenez, O. y Aguilar, F. 2020. Análisis de producción de semilla “*Pinus Tecunumanii*” para los programas de reforestación en la unidad productora de germoplasma forestal Ejido Coapilla, Municipio de Coapilla, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 60 pp.

Kloskowski, J. 2011. Impact of common carp *Cyprinus carpio* on aquatic communities: direct trophic effects versus habitat deterioration. *Fundamental and Applied Limnology*. 178 (3): 245–255.

Koleff, P. 2017. Conceptos básicos sobre las invasiones biológicas y sus impactos a la biodiversidad. En: Born-Schmidt, G., De Alba, F., Parpal-Serlove, J. y Koleff, P. 2017. Principales retos que enfrenta México ante las especies exóticas invasoras. CESOP, México. 255 pp.

Kuchta, R., Choudhury, A. y Scholz, T. 2018. Asian Fish Tapeworm: The Most Successful Invasive Parasite in Freshwaters. *Trends Parasitol.* 34 (6): 511-523.

Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R. y May-Passino, D. R. 1977. Ictiología. AGT Editor. México. 506 pp.

López, J. S. 1981. Cestodos de peces I. *Bothriocephalus* (*Clestobothrium*) *acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). *Anales del Instituto de Biología Serie Zoología*. 51: 69-84.

Médoc, V., Firmat, C., Sheath, D. J. Pegg, J., Andreou, D. y Britton J. R. 2017. Chapter One - Parasites and biological invasions: Predicting Ecological Alterations at levels from individual hosts to Whole Networks. *Advances in Ecological Research*. 57: 1-54.

Méndez-Gómez, B. 2012. *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda) EN *Profundulus candalaria*, CHIAPAS, MÉXICO. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 36 pp.

Miller, R. R., Minckley, W. L. y Norris, S. M. 2009. Peces dulceacuícolas de México. University of Chicago Press. 490 pp.

Morcillo, F. 2004. El género Profundulus Hubbs, 1924 (Actinopterygii: Profundulidae): Sistemática, filogenia y biogeografía. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. España. 201 pp.

Muzzall, P., Thomas, M. y Whelan, G. Occurrence of the Asian Fish Tapeworm, *Bothriocephalus acheilognathi*, in *Notropis* spp. (Cyprinidae) in Saginaw Bay and Port Sanilac, Lake Huron, and Lake St. Clair, Michigan, U.S.A. Comparative Parasitology. 83: 124-129.

Palermo, C., Morgan, D., Beatty, S., Elliot, A. y Greay, T. 2021. The Discovery of Asian Fish Tapeworm (*Schyzocotyle Acheilognathi*) and *Schyzocotyle* Sp. In Western Australia May Pose a Threat to the Health of Endemic Native Fishes. *Journal of Helminthology*. 95: e60. doi:10.1017/S0022149X21000365.

Pardo-Cobas, E. y Buitrago, M. 2005. Parasitología veterinaria 1. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. 124 pp.

Paulu, M. 2000. Relación hospedero-parásito *Trypanosoma cruzi*. *Revista MVZ Córdoba*. 5 (1): 33-37.

Pérez-Ponce de León, G., García-Prieto, L., Osorio-Sarabria, D. y León-Régagnon, V. 1996. Listados faunísticos de México. VI Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología. UNAM. 35 pp.

Pérez-Ponce de León, G., García-Prieto, L. y Mendoza-Garfias, B. 2010. Helmintos parásitos de vertebrados silvestres. En: Molina-Freaner F. E. y Van Devender T.R. (Editores). Diversidad biológica de Sonora. UNAM, México. 263–283 pp.

Pérez-Ponce de León, G., Lagunas-Calvo, O., García-Prieto, L., Briosio-Aguilar, R. y Aguilar-Aguilar, R. 2018. Update on the distribution of the co-invasive *Schyzocotyle acheilognathi* (= *Bothriocephalus acheilognathi*), the Asian fish tapeworm, in freshwater fishes of Mexico. *Journal of Helminthology*. 92 (3): 279-290.

Pérez-Ponce de León, G. y García-Prieto, L. 2001. Los parásitos en el contexto de la biodiversidad y la conservación. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Editores). *Biodiversitas*. 6 (37): 7–11.

Petty, B. D., Francis-Floyd, R. y Yanong, R. 2022. Enfermedades parasitarias de los peces. <https://www.msdvetmanual.com/es/animales-ex%C3%B3ticos-y-de-laboratorio/peces-de-acuario/enfermedades-parasitarias-de-los-peces>. Consultado el 23 de agosto de 2025.

Poulin, R. 1999. The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels?. *International Journal for Parasitology*. 29 (6): 903-914.

Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L. C., Genovesi, P., Jeschke, J. M., Kühn, I., Liebhold, A. M., Mandrak, N. E., Meyerson, L. A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H. E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M. J. y Richardson, D. M. 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 95 (6): 1511-1534.

Rahman, M. M. 2015. Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Frontiers in Life Science*. 8 (4): 399–410.

Rave, A., López-Osorio, S., Uribe, M., Hermosilla, C. y Chaparro-Gutierrez, J. J. 2025. First report of the Asian tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi* in the Colombian freshwater fish *Parodon magdalenensis*. *Frontiers in Veterinary Science*. 12: 1614531. doi: 10.3389/fvets.2025.1614531.

Rendón-Hernández, E., Ayala-Pérez, L. A., Jordan Golubov, J. y Torres-Lara, R. 2024. Especies exóticas invasoras y sus implicaciones sobre los bosques de manglar en las reservas de la biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos. *Madera y Bosques*. 30 (4): e3042627. doi.org/10.21829/myb.2024.3042627

Ribeiro, F., Elvira, B., Collares-Pereira, M. J. y Moyle, P. 2008. Life-history traits of non-native fishes in Iberian watersheds across several invasion stages: a first approach. *Biological Invasions* 10: 89–102.

Rico-Hernández, G. 2011. Evolución de interacciones parásito - hospedero: coevolución, selección sexual y otras teorías propuestas. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*. 14 (2): 119-130.

Rocha-Gracia, R., Lozano-Zarain, P. y Martínez-Laguna, Y. 2004. Mecanismos de Patogenicidad e Interacción parásito-hospedero. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Dirección de Fomento Editorial. 151 pp.

Rodríguez-Diego, J., Pedroso-Reyes, M., Olivares, J. M., Sánchez-Castilleja, Y. M. y Arece-García, J. 2014. La interacción hospedero-parásito. Una visión evolutiva. *Revista de Salud Animal*. 36: 1-6.

Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., Ramirez-Martinez, C., Lozano Vilano, L., Garcia Ramirez, M. E. y Mendoza-Franco, E. F. 2014. Helmintos parásitos de los peces del río Lacantún en la reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 147 pp.

Salgado-Maldonado, G., Guillén-Hernández, S. y Osorio-Sarabia, D. 1986. Presencia de *Bothriocephalus* (= *Schyzocotyle*) *acheilognathi* Yamaguti, 1934 (Cestoda: Bothriocephalidae) en peces de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Annales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*. 57: 213–218.

Salgado-Maldonado, G., Matamoros, W. A., Kreiser, B. R., Caspeta-Mandujano, J. M. y Mendoza-Franco, E. F. 2015. First record of the invasive Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* in Honduras, Central America. *Parasite*. 22 (5): doi: 10.1051/parasite/2015007.

Salgado-Maldonado, G. y Pineda-López, R. F. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in México. *Biological invasions*. 5: 261-268.

Scott, A. L. y Grizzle, J. M. 1979. Pathology of cyprinid fishes caused by *Bothriocephalus gowkongensis* Yea, 1955 (Cestoda: Pseudophyllidea). *Journal of Fish Diseases*. 2: 69-73.

Schmitter-Soto, J. J., Rodiles-Hernández, M. R., Valdés-Moreno, M. E. y Hendrickson, D. A. 2006. Evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos y de los peces de la frontera sur incluidos en la NOM-059. Informe técnico final del proyecto CK001. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Departamento de Ecología y Sistemática Acuáticas, Chetumal, Quintana Roo, México. 122 pp.

Schmitter-Soto, J. y Vega-Cendejas, M. 2019. *Tlaloc hildebrandi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T169366A1274187. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T169366A1274187>. Consultado el 02 d diciembre de 2025.

Scholz, T., Kuchta, R. y Williams, C. 2012. *Bothriocephalus acheilognathi*. En: Woo, P. T. K. y Buchmann, K. (Editores). Fish Parasites: Pathobiology and Protection. Wallingford, UK: CAB International. Pp. 282–297.

Sobrino-Galdámez, I. 2011. Diversidad de aves en el área de manejo forestal de Coapilla, Chiapas. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 65 pp.

Sures, B., Díaz-Morales, D. M., Yong, R. Q., Erasmus, A. y Schwelm, J. 2025. Biología y ciclo de vida de los helmintos. En: Smit, N. J. y Sures, B. (Editores). Parasitología acuática: Conceptos ecológicos y ambientales e implicaciones de los parásitos marinos y de agua dulce. Springer, Cham. Pp. 89-123.

Svåsand, T., Crosetti, D., García-Vázquez, E. y Verspoor, E. 2007. Genetic impact of aqua culture activities on native populations. Genimpact final scientific report 174 pp.

Tanveer, S., Fayaz, A. y Bashir, A. 2014. Occurrence, spread and control measures of *Bothriocephalus acheilognathi* (Bothriocephalidae: Cestoda). *Journal of Parasitic Diseases*. 40 (3): 1096–1108.

Valeriano-Cabrera, B. C. 2023. Parámetros reproductivos de *Tlaloc labialis* (Cyprinodontiformes: Profundulidae) en la cuenca del río Hondo, Ixtapa, Chiapas.

Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 65 pp.

Velasco-Peña, C. J. 2015. Descripción morfológica de algunas especies de helmintos parásitos de quirópteros de Veracruz y Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias biológicas, instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 181 pp.

Velázquez-Farrera, M. A. 2023. Evaluación del crecimiento de la mojarra del río Grande de Chiapas (*Vieja hartwegi*, Taylor & Miller, 1980) con dos dietas diferentes. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 67 pp.

Velázquez-Velázquez, E., Gómez-González, A. E., Anzueto-Calvo, M. J. y Villatoro-Álvarez, V. A. 2014. Peces del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. UNICACH. 63 pp.

Velázquez-Velázquez, E., González-Solís, D. y Salgado-Maldonado, G. 2011. *Bothricephalusacheilognathi* (Cestoda) en el pez en peligro de extinción *Profundulus hildebrandi* (Cyprinodontiformes), México. *Revista De Biología Tropical*. 59 (3): 1099–1104.

Velázquez-Velázquez, E., López-Vila, J. M., Gómez-González, A. E., Romero-Berny, E. I., Lievano-Trujillo, J. L. y Matamoros, W. A. 2016. Checklist of the continental fishes of the state of Chiapas, Mexico, and their distribution. *ZooKeys*. 632: 99–120.

Velázquez-Velázquez, E., López-Vila, J. M. y Ruiz-Velasco, J. C. 2010. Peces de la Reserva Ecológica “El Canelar”, Chiapas, México. D. R. 2010. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 50 pp.

Velázquez-Velázquez, E., Rivera-Velázquez, G., Pérez-Farrera, M. A. y Chávez-Cort, A. 2014. Introducción de especies exóticas: implicaciones para la biodiversidad. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1545>. Consultado el 24 de agosto de 2025.

Villa-O'Dogherty, A., Cañeda-Guzmán, I. C., Jiménez-Marín, A., Rico-Chávez, O., Alcalá-Canto, Y., Caspeta-Mandujano, J. M. y Salgado-Maldonado, G. 2025.

- Genetic diversity of the Asian fish tapeworm *Schyzocotyle acheilognathi* Yamaguti, 1934 populations from introduced and native freshwater fish hosts in Mexico. *BioInvasions Records*. 14: 107–121.
- Vitousek, P. M., D'Antonio, C. M., Loope, L. L. y Westbrooks, R. 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*. 84 (5): 468–478.
- Ward, L. M., McMahan, C. D., Khakurel, B., Wright, A. M. y Piller, K. R. 2022. Genomic data support the taxonomic validity of Middle American livebearers *Poeciliopsis gracilis* and *Poeciliopsis pleurospilus* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *PLoS One*. 17: e0262687. doi: 10.1371/journal.pone.0262687.
- Weber, M. J. y Brown, M. L. 2011. Relationships among invasive common carp, native fishes and physicochemical characteristics in upper Midwest (USA) lakes. *Ecology of Freshwater Fish*. 20 (2): 270–278.
- Yamaguti, S. 1934. Studies on the helminth fauna of Japan. Part 4. Cestodes of fishes. *Japanese Journal of Zoologia*. 6: 1-112.
- Yeh, I. S., 1955. On a tapeworm *Bothriocephalus gowkongensis* n.sp. (Cestoda: Bothriocephalidae) from freshwater fish in China. *Acta Zoologica Sinica*. 7: 69-74.