



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**HELMINTOS PARÁSITOS DE *Eugerres mexicanus*
(Steindachner, 1863) (Gerreidae) EN EL RÍO LACANTÚN
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MONTES
AZULES, CHIAPAS, MÉXICO.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

SONIA GUERRERO MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JUAN MANUEL CASPETA MANDUJANO

CUERNAVACA, MORELOS

ABRIL, 2024

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano por haber sido mi profesor y director de tesis. Le agradezco por darme la oportunidad de realizar este proyecto, por su gran paciencia, disponibilidad y enseñanzas, pero sobre todo gracias por transmitirme su gusto y dedicación por la parasitología animal. Tiene toda mi admiración.

A las integrantes de mi comité de sinodales por sus observaciones y comentarios que enriquecieron este proyecto. Gracias por su valioso tiempo y apoyo, M. en C. Verónica Chávez López, Dra. Rosa Gabriela Beltrán López, Dra. Iveth del Rocío Castro Ortega y M. en C. Marina Tapia Osorio.

A mis queridos profesores y profesoras de la Facultad de Ciencias Biológicas, por todos sus conocimientos compartidos en cada clase, laboratorio o campo. Gracias Dr. Isaac Tello, Biól. Feliciano García, Dra. Amanda Ortíz, Dra. Elizabeth Nava, M. en C. Margotzarith Barrios, Dr. Celso Ramos, Biól. Juan Carlos Sandoval, Biól. Luis Cassani y Dr. José de Jesús Arellano.

A mi pequeña y bella familia por siempre apoyarme y motivarme a cumplir con cada una de mis etapas académicas. Gracias por su cálida compañía, por sus sabios consejos y sobre todo por su gran cariño. Los quiero mucho.

A mis tres mejores amigos por estar siempre conmigo, incluso en mis desafortunadas rachas. Gracias por hacer amenos mis días y por su apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

Équinoxe Part 5, Jean-Michel Jarre.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Parasitismo	1
1.2.	Generalidades de los helmintos	2
1.3.	Generalidades de los peces	3
1.4.	<i>Eugerres mexicanus</i> (Steindachner,1863)	4
2.	ANTECEDENTES	6
3.	JUSTIFICACIÓN.....	7
4.	HIPÓTESIS	8
5.	OBJETIVOS	8
5.1.	General.....	8
5.2.	Particulares	8
6.	ÁREA DE ESTUDIO.....	9
6.1.	Reserva de la Biosfera Montes Azules	9
6.2.	Río Lacantún	10
6.3.	Fauna	10
7.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
7.1.	Sitios de muestreo.....	12
7.2.	Colecta de hospederos	13
7.3.	Examen helmintológico.....	14
7.3.1.	Ectoparásitos.....	14
7.3.2.	Endoparásitos	14
7.4.	Fijación y tinción de helmintos	15
7.4.1.	Monogéneos	15
7.4.2.	Tremátodos	16
7.4.3.	Céstodos	16
7.4.4.	Nemátodos	16
7.5.	Identificación de helmintos	17
7.6.	Caracterización de la helmintiasis	17
7.7.	Categorías ecológicas de los helmintos	18
7.7.1.	Especies comunes y raras	18
7.7.2.	Especies especialistas y generalistas	18
8.	RESULTADOS	18

8.1.	Registro helmintológico de <i>Eugerres mexicanus</i>	18
8.2.	Descripción de las especies de helmintos parásitos de <i>Eugerres mexicanus</i>	21
8.2.1.	Phylum Platyhelminthes	21
8.2.1.1.	Clase Monogenea	21
8.2.1.2.	Clase Trematoda	25
8.2.1.3.	Clase Cestoda	29
8.2.2.	Phylum Nematoda	30
8.3.	Abundancia y riqueza de helmintos parásitos en los años de muestreo	37
8.4.	Abundancia y riqueza de helmintos parásitos en las localidades de muestreo.....	38
8.5.	Caracterización de la helmintiasis de <i>Eugerres mexicanus</i>	39
9.	DISCUSIÓN.....	42
10.	CONCLUSIONES.....	49
11.	LITERATURA CITADA.....	51
ANEXOS		57
	Técnicas de fijación, tinción y aclarado (Caspeta-Mandujano <i>et al.</i> , 2009).	57
	GLOSARIO	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diversidad estimada de helmintos en vertebrados. Se indica el número de especies estimadas y el porcentaje de las especies que han sido descritas (Carlson <i>et al.</i> , 2020).....	2
Tabla 2. Biota acuática de la cuenca media del río Lacantún. Número de especies, géneros, familias y clases registrados por phylum. Arthropoda incluye solamente crustáceos y Chordata a peces, anfibios y reptiles. Especies nativas (N), endémicas (E) e introducidas (I) (Ramírez <i>et al.</i> , 2022).....	11
Tabla 3. Localidades de muestreo del río Lacantún y sus tributarios: número de la estación, nombre de la localidad, abreviatura, latitud, longitud y altura.	12
Tabla 4. Especies de helmintos parásitos de <i>Eugerres mexicanus</i> : grupo de helminto, especie de helminto y sitio.	19
Tabla 5. Registro helmintológico por años y localidades de <i>Eugerres mexicanus</i> . Los números entre paréntesis indican si se realizó uno o dos muestreos por año.	20
Tabla 6. Parámetros de infección. Se considera el número total de ejemplares de <i>Eugerres mexicanus</i> n=91, así como todos los años y localidades de los muestreos. Hospederos parasitados (H.P.); Total de helmintos (T.H.); Rango de infección (R.I.); Prevalencia (P%); Abundancia (A); Desviación estándar (\pm SD); Intensidad promedio (I.P.). Categorías ecológicas de las especies, común o rara (C - R); generalista o especialista (G - E) y no definido (*).	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de <i>Eugerres mexicanus</i> (Espinosa <i>et al.</i> , 2019).....	5
Figura 2. Reserva de las Biosfera Montes Azules (RBMA) (Manzo-Delgado y López-García, 2020).....	9
Figura 3. Localidades de muestreo del río Lacantún y sus tributarios (Ramírez <i>et al.</i> , 2022).	13
Figura 9. <i>Aristocleidus mexicanus</i> (Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2015).....	22
Figura 10. <i>Aristocleidus lacantuni</i> (Mendoza-Franco <i>et al.</i> , 2015).	23
Figura 7. <i>Prosthenhystera obesa</i> (Caballero y Jiménez, 1969).....	27
Figura 8. <i>Crepidostomum</i> sp. (Jiménez <i>et al.</i> , 1988).....	28
Figura 6. <i>Schyzocotyle acheilognathi</i> (Monks <i>et al.</i> , 2005).	29
Figura 4. <i>Rhabdochona juliacarabiasae</i> (Caspeta-Mandujano <i>et al.</i> , 2021).....	32
Figura 5. <i>Spinitectus osorioi</i> (Moravec <i>et al.</i> , 2010).....	36

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Abundancia y riqueza de especies de helmintos parásitos de <i>Eugerres mexicanus</i> en los años de muestreo.	37
Gráfica 2. Abundancia y riqueza de especies de helmintos parásitos de <i>Eugerres mexicanus</i> en las localidades de muestreo.	38
Gráfica 3. Variación de la prevalencia y abundancia de la helmintiasis de <i>Eugerres mexicanus</i>	41

RESUMEN

El río Lacantún se localiza dentro del área natural protegida Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) en el estado de Chiapas, la cual destaca en México y en el continente americano debido a que alberga una alta diversidad de especies.

En este estudio se identificaron y examinaron las especies de helmintos parásitos de *Eugerres mexicanus*, pez vicario que habita de modo exclusivo en ambientes dulceacuícolas. El análisis de datos contempló el período del año 2014 al 2019 y 2022, así como siete localidades de las trece muestreadas a lo largo del río Lacantún y sus tributarios.

En total se capturaron 91 ejemplares de *E. mexicanus* de los cuales se recuperaron 341 helmintos pertenecientes a ocho especies de cuatro de los cinco grupos que constituyen los helmintos parásitos, tres especies de monogéneos, *Aristocleidus mexicanus*, *Aristocleidus lacantuni* y *Diplectanum* sp.; dos de tremátodos, *Prosthenhystera obesa* y *Crepidostomum* sp.; una de céstodo, *Schyzocotyle acheilognathi*; y dos especies de nemátodos, *Rhabdochona juliacarabiasae* y *Spinitectus osorioi*.

Dada la importancia ecológica de los parásitos, los resultados expuestos demuestran que las localidades ubicadas dentro de la RBMA presentan una buena calidad ambiental debido a su estado de conservación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Parasitismo

El parasitismo se define como una relación en la que un organismo habita sobre o dentro de un hospedero durante una parte significativa de su vida, pero sin provocarle la muerte. Este modo de vida es uno de los más exitosos que exhiben los seres vivos debido a la frecuencia con el que evolucionó, así como por la diversidad de especies de parásitos que existen en la actualidad (Poulin y Morand, 2000).

Se ha considerado que al menos una especie de parásito habita en cada especie de animal de vida libre. De acuerdo con su modo de acción, los parásitos, causan en sus hospederos diferentes efectos, de forma indirecta alteran su fenotipo (morfología, comportamiento o coloración), mientras que de forma directa originan una alteración fisiológica (Poulin, 1999).

En general, el impacto de los parásitos en los ecosistemas es muy significativo, por esa razón se ha planteado que un ecosistema saludable es aquel que es rico en especies de parásitos. La importancia de estos radica en que dan forma a la dinámica de la población de los hospederos, alteran la competencia interespecífica, influyen en el flujo de energía y son impulsores de la biodiversidad (Hudson *et al.*, 2006). Adicionalmente, muchos taxones de parásitos son útiles indicadores de la salud ambiental y el impacto antropogénico debido a su sensibilidad a los contaminantes y a la perturbación ambiental (Sures *et al.*, 2017).

Históricamente la investigación sobre la diversidad de parásitos ha sido poco estudiada y subestimada pese a que representan uno de los grupos más abundantes en especies del mundo, sin embargo, con el paso de los años se han realizado numerosas investigaciones que respaldan su importancia y el propósito de conservarlos (Dougherty *et al.*, 2015; Poulin, 1999; Windsor, 1998).

En el año 2020 Carlson y colaboradores realizaron una exhaustiva revisión del catálogo de especies de helmintos a nivel mundial. Usando la base de datos del Museo de Historia Natural de Londres (NHM) y de La Colección Nacional de Parásitos de los Estados Unidos (USNPC) reportaron un total de 109,060 asociaciones registradas entre 25,740 especies de helmintos y 19,097 hospederos vertebrados e invertebrados. Con los datos anteriores y una nueva fórmula

para calcular riqueza de parásitos, los autores estiman 103,078 especies de helmintos endoparásitos de vertebrados en el mundo (Tabla 1).

Tabla 1. Diversidad estimada de helmintos en vertebrados. Se indica el número de especies estimadas y el porcentaje de las especies que han sido descritas (Carlson *et al.*, 2020).

Helmintos	Grupos de vertebrados						Total
	Chondrichthyes	Osteichthyes	Amphibia	Reptilia	Aves	Mammalia	
Acantocéfalos	169	3572	765	785	1184	886	6223
	4%	13%	3%	4%	14%	12%	11%
Céstodos	2108	5875	637	2153	10,257	4061	23,749
	28%	12%	5%	5%	14%	26%	16%
Nemátodos	566	10,712	2148	4537	3925	7902	28,844
	14%	11%	10%	12%	19%	30%	17%
Tremátodos	391	17,745	3700	12,153	8778	4550	44,262
	16%	19%	6%	4%	17%	23%	14%
Total	3234	37,904	7250	19,628	24,144	17,399	103,078
	23%	15%	7%	6%	16%	26%	15%

1.2. Generalidades de los helmintos

La palabra helminto es un término general que significa “gusano”, se refiere a aquellos organismos metazoos invertebrados caracterizados por tener cuerpo alargado, plano y redondo, y que presentan ciclos de vida diversos, ya sea de forma directa, en el que crecen y maduran sexualmente en un solo hospedero, o indirecto, en el que requieren uno o más hospederos intermedios antes de llegar al hospedero definitivo.

Los helmintos parásitos son un grupo importante debido a que causan diversas enfermedades en los vertebrados, incluyendo al ser humano. Están representados por tres grupos: Platyhelminthes, Nematoda y Acanthocephala (Benesh *et al.*, 2021; Rizvi y Bhutia, 2014).

Los platelmintos se caracterizan por ser acelomados, aplanados dorsoventralmente, con simetría bilateral y generalmente hermafroditas. Sus integrantes pertenecen a tres clases con ciclos de vida variables ya sea directo (monogéneos), o indirecto (tremátodos y céstodos). Son el grupo de helmintos con mayor riqueza de especies entre los vertebrados silvestres de México (García-Prieto *et al.*, 2014b).

El grupo de los nemátodos es uno de los más diversificados del reino Animalia; sus miembros son de vida libre o parásitos de plantas y animales. De forma general incluye a organismos con cuerpo elongado, cilíndrico y cubierto con una cutícula, además son dioicos con apariencia diferenciada (Caspeta-Mandujano, 2005). Es el segundo grupo de helmintos (después de los platelmintos) con mayor riqueza específica como parásitos de vertebrados silvestres del país, no obstante, pese a que se encuentran en todo el territorio, su abundancia en cada estado es variable (García-Prieto *et al.*, 2014c).

Los acantocéfalos se describen como endoparásitos blastocelomados, bilaterales, de cuerpo blando y cilíndrico provisto de una probóscide; carecen de aparato respiratorio y digestivo, son dioicos, y tienen un ciclo de vida indirecto asociado a un artrópodo como hospedero intermediario con el cual pueden infectar directamente al hospedero definitivo o a uno paraténico. En general, existe un conocimiento de riqueza limitado para este grupo de helmintos (García-Prieto *et al.*, 2014a).

Dentro de América Latina y el Caribe, México ha destacado como un punto crítico de diversidad de helmintos parásitos en peces dulceacuícolas (Luque y Poulin, 2007). El estado de Chiapas representa uno de los estados con mayor diversidad biológica del país para diferentes grupos taxonómicos, para la helmintofauna se ha reconocido que presenta especies con distribución geográfica en Centroamérica (Salgado-Maldonado *et al.*, 2011).

1.3. Generalidades de los peces

Los peces constituyen alrededor del 50% de los animales vertebrados. Son un grupo abundante, sus ejemplares exhiben una singular diversidad en cuanto a su morfología, fisiología, comportamiento y hábitat, además forman un recurso valioso para el ser humano debido a sus aportes nutricionales, económicos, culturales y recreativos. Dentro de los ecosistemas participan como indicadores de contaminación (Nelson *et al.*, 2016).

Actualmente existen aproximadamente 36,380 especies de peces en el mundo, no obstante, se espera que dicha cifra aumente significativamente en los próximos años. Cabe mencionar que, del total de especies descritas, 50% (18,426) son de hábitos dulceacuícolas (Fricke *et al.*, 2023).

Al ser un país megadiverso, México cuenta con un total de 2763 especies de peces clasificadas en 53 órdenes de los 62 reconocidos en todo el mundo (Espinosa-Pérez, 2014). Por lo anterior, el estado de Chiapas destaca por su diversidad de peces debido a que forma parte de las provincias ictiolimnológicas tropicales Chiapas-Nicaragua y Usumacinta. La ictiofauna de Chiapas incluye 311 especies de 73 familias y 182 géneros (Rodiles-Hernández *et al.*, 2005; Velázquez-Velázquez *et al.*, 2016).

Los peces actinopterigios tienen un papel importante entre los vertebrados de México porque cuentan con el mayor número de especies hospederas estudiadas y además son el grupo en el que viven la mayoría de las especies de helmintos parásitos reportadas (García-Prieto *et al.*, 2014a, b, c).

1.4. *Eugerres mexicanus* (Steindachner, 1863)

El género *Eugerres* pertenece a la familia Gerreidae y está integrado por peces comúnmente conocidos como “mojarras”, los cuales generalmente habitan aguas costeras de mares cálidos (Gilmore y Greenfield, 2002). Sin embargo, de acuerdo con González-Acosta y Rodiles-Hernández (2013) existen dos especies de esta familia que se distinguen por vivir de modo exclusivo en ambientes dulceacuícolas, *Eugerres mexicanus* (mojarra mexicana) y *Eugerres castroaguirrei* (mojarra lacandona), ambas consideradas vicarias.

Eugerres mexicanus es una especie endémica de la región Neotropical (González-Acosta y Rodiles-Hernández, 2013). Se distribuye geográficamente en la vertiente del Atlántico, en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas, desde el río Coatzacoalcos hasta la cuenca del Usumacinta, y el norte de Guatemala. En la subcuenca del río Lacantún se han encontrado ejemplares en los ríos Ixcán, Chajul, Lacantún, Tzendales y Lacanjá; y en los arroyos Puerto Rico, San Pablo, Lagarto y Miranda (Ramírez *et al.*, 2022).

Habita en arroyos y ríos con corrientes moderadas a ligeras, de aguas claras a turbias, con vegetación ausente o de algas verdes, y con sustrato de arena, limo, arcilla, lodo o grava (Espinosa *et al.*, 2019).

Los ejemplares de esta especie alcanzan una talla aproximada de 30 cm de longitud y se caracterizan por tener cuerpo alto y corto con costados muy comprimidos, y aletas dorsal, anal y pélvica provistas con grandes y fuertes espinas (Figura 1). Otro distintivo es su boca protráctil con labios muy carnosos. Su color varía de acuerdo con la región del cuerpo, la cabeza y el dorso son gris plateado, los costados tienen una tonalidad verde amarillento con reflejos dorados y las aletas son amarillas (Espinosa *et al.*, 2019).

Se ha reconocido que *E. mexicanus* tiene gran importancia gastronómica y cultural para los habitantes de la región. Igualmente representa un recurso para la economía familiar debido a que se comercializa en fresco o se entrega a la cooperativa de producción pesquera, su precio en el mercado local puede variar entre los \$40.00 y \$60.00 pesos mexicanos por el kilogramo (Hernández *et al.*, 2013).



Figura 1. Ejemplar de *Egerres mexicanus* (Espinosa *et al.*, 2019).

2. ANTECEDENTES

En general, los estudios enfocados en la parasitología de *Eugerres mexicanus* son limitados en comparación con otras especies de peces que habitan en el río Lacantún y sus tributarios. A continuación, se muestran de manera general los diferentes trabajos acerca de la helmintofauna de *E. mexicanus*.

En el año 2006, en el estado de Tabasco (lago El Rosario y río San Pedro) y Chiapas (Presa Malpaso), Salgado-Maldonado reportó para *E. mexicanus* los siguientes helmintos, dos especies y una familia de metacercarias, *Ascocotyle tenuicollis*, *Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum* y Cryptogonimidae; una especie de monogéneo, *Neodiplectanum* sp.; y una especie de nemátodo en fase larval, *Spiroxys* sp.

En el año 2009 con la identificación de nemátodos del género *Spinitectus* por primera vez en peces del río Lacantún, Moravec y colaboradores encontraron helmintos adultos y juveniles de *S. osorioi* en el estómago de *E. mexicanus*.

Posteriormente, con el estudio de nuevos hospederos del nemátodo *Rhabdochona kidderi kidderi* en peces del río Lacantún, se identificó a *E. mexicanus* como hospedero paraténico al portar al nemátodo únicamente en su cuarta etapa larval (Moravec *et al.*, 2012).

En el inventario de helmintos parásitos de peces del río Lacantún realizado por Salgado-Maldonado y colaboradores (2014), se abordaron datos importantes sobre especies de peces con pocos ejemplares examinados en cuanto a su parasitología, tal fue el caso de *E. mexicanus*, especie que para el año 2011 únicamente contaba con datos helmintológicos provenientes de seis individuos, sin embargo, en ese proyecto se estudiaron 40 ejemplares y se identificaron tres especies de nemátodos, *Spinitectus* sp., *Rhabdochona* sp., y *Spiroxys* sp.; una especie de tremátodo de la familia Allocreadiidae; una de céstodo, *Bothriocephalus acheilognathi*, así como dos especies de monogéneos no identificados. Con siete especies de helmintos, *E. mexicanus* se distinguió como una de las especies de peces más parasitadas en el río Lacantún.

En el año 2015 Mendoza-Franco y colaboradores reportaron dos especies nuevas, *Aristocleidus mexicanus* y *Aristocleidus lacantuni*, situadas en las branquias de peces de *E.*

mexicanus colectados en la cuenca del río Lacantún. Este estudio representa el primer reporte de especies del género *Aristocleidus* en ambientes dulceacuícolas en México.

En el año 2021 Caspeta-Mandujano y colaboradores, identificaron y describieron una nueva especie de nemátodo, *Rhabdochona juliacarabiasae*, la cual se encontró en el intestino de ejemplares de *E. mexicanus* capturados en el río Lacantún, Chiapas.

Finalmente, en el monitoreo de largo plazo (2010-2020) que realizaron Ramírez y colaboradores (2022) en la cuenca media del río Lacantún, *E. mexicanus* fue una de las especies de peces más parasitadas al contar con siete especies de helmintos, *Aristocleidus lacantuni*, *Aristocleidus mexicanus*, *Diplectanum* sp., *Crepidostomum* sp., *Spinitectus osorioi*, *Rhabdochona juliacarabiasae* y larvas de *Spiroxys* sp. En ese estudio *Diplectanum* sp. y *Crepidostomum* sp. son taxones que se registran por primera vez en el río Lacantún, asimismo junto con *Spiroxys* sp., fueron reportados por primera vez parasitando a *E. mexicanus*.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, los ecosistemas acuáticos están amenazados a causa de las actividades antropogénicas no sustentables, lo que resulta en un desequilibrio de la helmintofauna de peces. Ante esta situación, es fundamental realizar monitoreos biológicos para identificar cambios en las poblaciones de helmintos.

En este estudio se reconoce que los helmintos parásitos no sólo son un componente natural, sano y necesario en los ecosistemas, sino que también son excelentes bioindicadores debido a sus complejos ciclos de vida y por su sensibilidad ante los cambios ambientales.

La importancia de este trabajo es aportar información que permita reforzar el conocimiento sobre los helmintos parásitos de *Eugerres mexicanus*, asimismo se pretende proporcionar bases sobre el estado de calidad del río Lacantún y sus tributarios ubicados dentro y fuera de la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

4. HIPÓTESIS

Se espera que la especie *Eugerres mexicanus*, al distribuirse geográficamente en el río Lacantún y sus tributarios, presente una helmintiasis constante, diversa y sana, principalmente en las localidades ubicadas dentro de la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Analizar los registros de la helmintofauna de *Eugerres mexicanus* (Gerreidae) proveniente del río Lacantún y sus tributarios, ubicados dentro y fuera de la Reserva de la Biosfera Montes Azules, en el estado de Chiapas.

5.2. Particulares

1. Identificar taxonómicamente a los helmintos parásitos de *E. mexicanus*.
2. Caracterizar los parámetros de infección (prevalencia, abundancia e intensidad promedio) de la helmintiasis de *E. mexicanus*.
3. Comparar e interpretar los cambios en la composición de la helmintofauna de *E. mexicanus* en diferentes localidades a través de los años.

6. ÁREA DE ESTUDIO

6.1. Reserva de la Biosfera Montes Azules

El Área Natural Protegida (ANP), Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) fue designada por el gobierno de México el 12 de enero de 1978, asimismo el estatus de la RBMA es reconocido internacionalmente en la Red Mundial de Reservas de la Biósfera de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), a través del programa “El Hombre y la Biosfera” (SEMARNAP, 2000).

Se localiza en el estado de Chiapas dentro de la Selva Lacandona y cuenta con una superficie de 331,200.00 hectáreas que se distribuyen en tres municipios, Las Margaritas, Maravilla Tenejapa y Ocosingo (Figura 2) (CONANP, 2022).

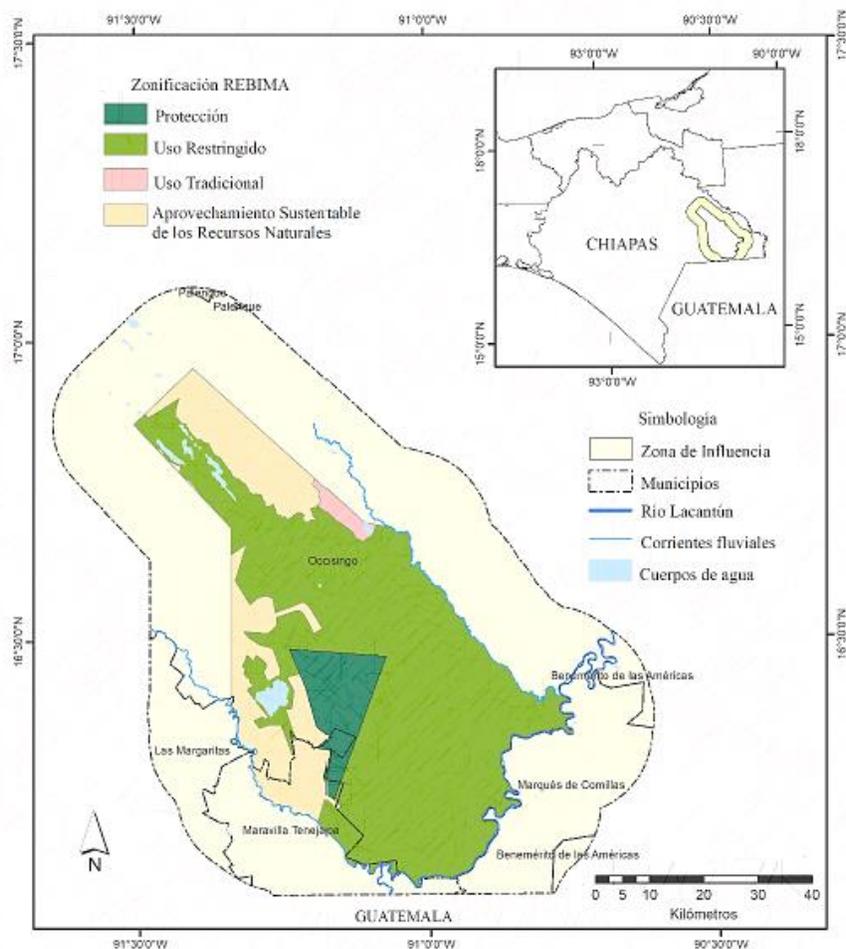


Figura 2. Reserva de las Biosfera Montes Azules (RBMA) (Manzo-Delgado y López-García, 2020).

La RBMA presenta variaciones altitudinales que van desde los 1,500 msnm en la región noroeste, hasta los 140 msnm en la ribera del río Lacantún. Su clima está determinado por los vientos alisios de junio a noviembre, y por los contralisios de diciembre a mayo. La temperatura media anual es de 24 a 26°C, presentándose dos temperaturas máximas en el año durante mayo y agosto, por otro lado, la precipitación media anual para toda la región es de 2,226 mm (Espinosa *et al.*, 2019; SEMARNAP, 2000).

De acuerdo con el INEGI cuenta con cinco tipos de vegetación, selva alta perennifolia, bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña, pastizal y vegetación hidrófila (CONANP, 2022).

6.2. Río Lacantún

El río Lacantún se encuentra dentro de la RBMA, de hecho, debido a su ubicación es una frontera natural que delimita a la reserva de los asentamientos humanos (SEMARNAP, 2000). Forma parte de la región hidrológica Grijalva-Usumacinta y recibe aguas de diferentes escurrimientos y tributarios, dentro de la reserva se ubican los ríos Lacantún, Tzendales, San Pedro y Lacanjá, así como los arroyos Miranda, José y San Pablo, mientras que en la parte sur se localizan los ríos Chajul e Ixcán y los arroyos Danta, Lagarto, Puerto Rico y Manzanares (Espinosa *et al.*, 2019; Ramírez-Martínez *et al.*, 2015a).

6.3. Fauna

Si bien la RBMA ocupa únicamente el 0.16% de la superficie de México, es considerada como uno de los sitios con mayor diversidad biológica del país. Se han reconocido aproximadamente 1,135 especies de invertebrados, de los cuales los grupos más estudiados son las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) y los escarabajos (Coleoptera: Lamellicornia). En cuanto a vertebrados, se reconocen 464 especies de aves, 114 de mamíferos, 84 de reptiles y 35 de anfibios (Carabias *et al.*, 2015; SEMARNAP, 2000).

Por otro lado, la biota acuática de la cuenca media del río Lacantún, en una sección de 74 kilómetros, está compuesta por 236 especies de 6 phyla, agrupadas en 10 clases, 27 órdenes, 79 familias y 164 géneros (Tabla 2) (Ramírez *et al.*, 2022).

Debido a su buen estado de conservación, el río Lacantún y sus tributarios además de caracterizarse por su alta diversidad de especies, albergan a la helmitofauna, malacofauna, entomofauna e ictiofaunas mejor conservadas de México (Ramírez-Martínez *et al.*, 2015b).

6.4. Calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos

En general la calidad del agua del río Lacantún y sus tributarios es buena a pesar de que se han hallado pequeñas cantidades de contaminantes orgánicos, así como la presencia de metales pesados que en ningún caso rebasan los límites para producir toxicidad severa (Álvarez-Porebski *et al.*, 2015).

Respecto a los ecosistemas acuáticos, estos se categorizan en tres rangos de acuerdo a modificaciones hidrológicas, diversidad de hábitat, existencia de refugios para peces, grado de sedimentación y presencia de vegetación riparia; la calidad ambiental buena representa a aquel sitio natural y sin modificaciones en su hidromorfología (en esa categoría se encuentran los ríos Lacantún, Tzendales y San Pedro, y los arroyos Miranda, José y San Pablo); la regular se caracteriza por tener algunas modificaciones de canalización (río Chajul y los arroyos Danta, Lagarto y Puerto Rico); y la pobre describe al ecosistema que está fuertemente modificado (río Ixcán y arroyo Manzanares) (Ramírez-Martínez *et al.*, 2015a).

Tabla 2. Biota acuática de la cuenca media del río Lacantún. Número de especies, géneros, familias y clases registrados por phylum. Arthropoda incluye solamente crustáceos y Chordata a peces, anfibios y reptiles. Especies nativas (N), endémicas (E) e introducidas (I) (Ramírez *et al.*, 2022).

<i>Phyla</i>	Clases	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	N	E	I
Platyhelminthes	3	1	23	57	74	70	7	4
Acanthocephala	1	1	1	2	2	2	-	-
Nematoda	-	-	13	19	33	33	4	-
Arthropoda								
Crustacea	1	1	3	4	6	6	4	-
Mollusca	2	5	8	19	35	32	1	3
Chordata								
Pisces	1	16	25	54	74	65	9	9
Amphibia	1	1	4	7	10	10	-	-
Sauropsida	1	2	2	2	2	2	-	-
TOTAL	10	27	79	164	236	220	25	16

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Sitios de muestreo

Durante los años 2014 al 2019 y 2022 el programa “Conservación, manejo y restauración de los ecosistemas acuáticos del río Lacantún” llevó a cabo el proyecto “Helminfos parásitos de peces dulceacuícolas” realizando 18 campañas de colecta en 13 localidades (Tabla 3; Figura 3).

Tabla 3. Localidades de muestreo del río Lacantún y sus tributarios: número de la estación, nombre de la localidad, abreviatura, latitud, longitud y altura.

No.	Localidad	Abrev.	Latitud	Longitud	Altura (m)
1	Río Ixcán	IXC	16.09314	-91.09199	173
2	Arroyo Puerto Rico	PRC	16.0795	-91.02090	167
3	Arroyo San Pablo	SPB	16.10301	-91.01468	161
4	Río Chajul	CHJ	16.09716	-90.95490	160
5	Río Lacantún	LCT	16.11041	-90.93975	159
6	Arroyo José	JOS	16.11606	-90.94008	157
7	Arroyo Miranda	MIR	16.13809	-90.92199	152
8	Arroyo Lagarto	LAG	16.12604	-90.90988	149
9	Arroyo Danta	DNT	16.15138	-90.89664	146
10	Arroyo Manzanares	MNZ	16.17085	-90.84375	138
11	Río Tzendales	TZE	16.29437	-90.88598	137
12	Río Lacanjá	LCJ	16.40726	-90.78357	134
13	Humedal Lacanjá	HUM	16.41002	-90.78046	129

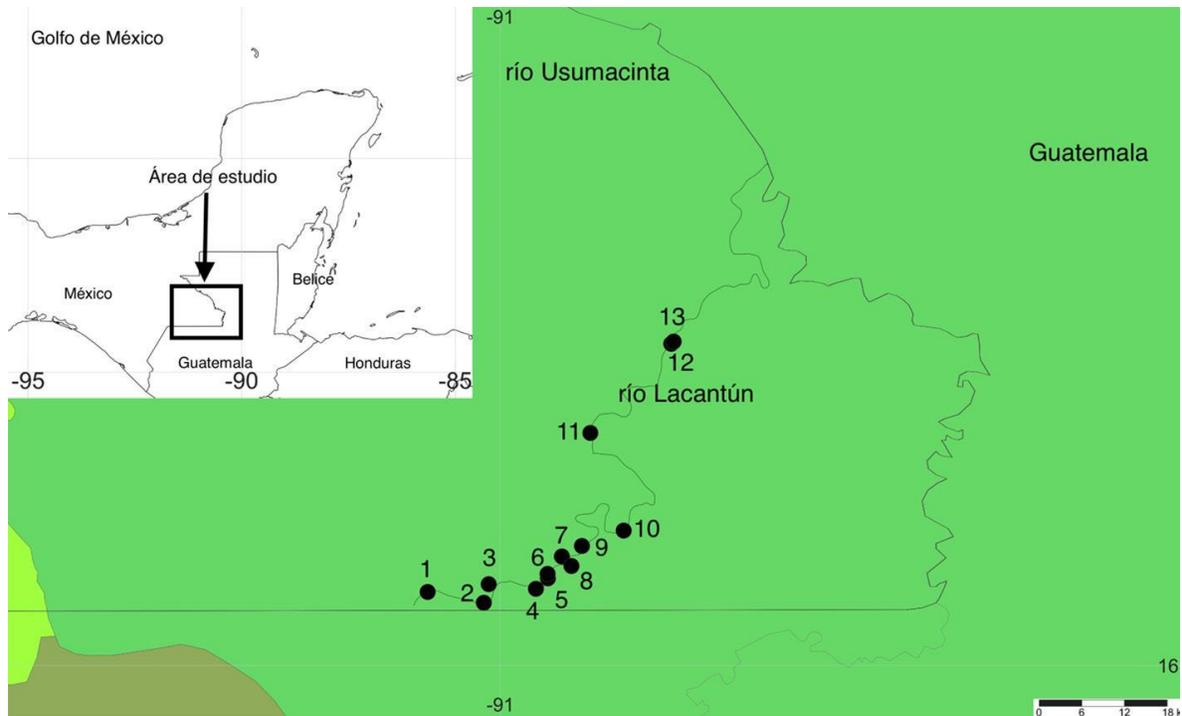


Figura 3. Localidades de muestreo del río Lacantún y sus tributarios (Ramírez *et al.*, 2022).

7.2. Colecta de hospederos

Los ejemplares de *Eugerres mexicanus* se capturaron mediante el uso de diferentes artes de pesca como red de arrastre, atarrayas y equipo de electropesca.

Posteriormente se colocaron en cubetas de plástico para su transporte a la Estación Biológica Chajul, donde se mantuvieron con agua del medio aireados y vivos hasta su examen helmintológico que no excedió las 24 horas posteriores a la captura, evitando así que los parásitos migraran o murieran.

Los peces fueron sacrificados por punción craneana, y de cada uno se tomaron los siguientes datos merísticos: longitud total, longitud patrón y altura máxima; además se sexaron por inspección directa de las gónadas durante la disección.

7.3. Examen helmintológico

El examen helmintológico externo e interno de cada hospedero se realizó bajo el microscopio estereoscópico con ayuda de pinzas y agujas de disección siguiendo el criterio de Salgado-Maldonado (1979), procediendo el siguiente orden.

7.3.1. Ectoparásitos

Parásitos que viven sobre la piel y en las cavidades naturales del cuerpo con amplia interacción al medio externo.

Con el hospedero sumergido en agua del medio en un recipiente apropiado, se realizó una minuciosa revisión de la superficie de todo el cuerpo: piel, cabeza, ojos, escamas y aletas, así como de las cavidades que tienen contacto con el medio exterior (boca, ano, orificios nasales y genitales).

Para la observación de las branquias y de la cavidad branquial se separaron los opérculos colocándolos en una caja Petri con agua del medio; los arcos branquiales fueron removidos individualmente y colocados en una caja Petri con agua del medio. La revisión se hizo bajo el microscopio estereoscópico, eliminando la mucosa y peinando las branquias con agujas de disección.

7.3.2. Endoparásitos

Parásitos que viven en las cavidades del cuerpo, tejidos y órganos internos.

Se realizó una incisión en la línea media ventral de la pared del cuerpo prolongando este corte hasta el ano y el orificio genital, rodeando a ambos de forma que el aparato digestivo y el urogenital pudieran ser removidos intactos. El corte se prolongó anteriormente, a través de la unión de las aletas pectorales.

La separación de los órganos se hizo atendiendo primero a los diferentes aparatos o sistemas a los que pertenecían: digestivo, reproductor, excretor, etc., los órganos de cada uno de estos se colocaron en cajas Petri con solución salina al 0.75%, en donde se examinaron de acuerdo con el siguiente procedimiento:

El tracto digestivo y las vejigas urinaria y natatoria se abrieron con agujas de disección, los parásitos encontrados se separaron de acuerdo con el órgano de procedencia situándolos en cajas Petri con solución salina limpia.

La revisión de la cavidad visceral se efectuó a medida que se fueron retirando los diferentes órganos. Para el hígado se hizo una revisión externa atendiendo la presencia de quistes o ulceraciones, posteriormente se comprimió entre dos vidrios de 15 x 15 centímetros y se observó bajo el microscopio estereoscópico.

En la musculatura se realizó una incisión dorsal longitudinal, desde la base del cráneo hasta donde inicia la aleta caudal, posteriormente se hicieron incisiones verticales (perpendiculares a la primera) en ambos lados del pez; dividiendo así la musculatura para después comprimir el músculo entre dos vidrios y observar en fresco. El cerebro, corazón y gónadas se examinaron igualmente por compresión de todo el órgano.

7.4. Fijación y tinción de helmintos

La fijación y tinción se llevó a cabo utilizando fijadores y colorantes recomendados para cada grupo taxonómico.

7.4.1. Monogéneos

Dependiendo la estructura a observar se realizaron los siguientes procedimientos:

- 1) Para estructuras internas, como gónadas, se usó formol al 4% caliente como fijador y la tinción se llevó a cabo siguiendo la técnica de Tricrómica de Gomori.
- 2) Para las partes esclerosadas como ganchos, microganchos y el complejo copulatorio se realizaron preparaciones semipermanentes, en esta técnica se utilizó un portaobjetos que contenía una gota de medio de Gray-Wess, se colocó el helminto y se añadió un cubreobjetos que fue sellado de sus esquinas con Lacker du Noyer (o en su defecto con barniz de uñas transparente). Finalmente, se marcó por la parte inferior el lugar donde se ubicaba el monogéneo para facilitar su localización bajo el microscopio compuesto. Igualmente se llevó a cabo la técnica de amonio picrato con glicerina (GAP).

7.4.2. Tremátodos

En el caso de las metacercarias, estas se desenquistaron con agujas de disección para hacer observaciones morfológicas detalladas del tegumento, primordios genitales y sistemas digestivo y excretor. Cabe señalar que las células flamígeras únicamente pueden ser observadas cuando el espécimen está fresco.

Las metacercarias y los especímenes adultos se fijaron con formol al 4% caliente, mientras que para la tinción se utilizaron los colorantes hematoxilina de Delafield y paracarmín de Mayer.

7.4.3. Céstodos

Uno de los órganos más importantes para la identificación de este grupo es el escólex, el cual se encuentra adherido a la pared intestinal del hospedero. Los ejemplares se fijaron utilizando formol al 4% caliente. En el caso de los ejemplares gruesos se realizó un ligero aplanamiento entre dos vidrios. La tinción de larvas y adultos se realizó con hematoxilina de Delafield.

Para este grupo es recomendable el uso de cortes histológicos para la observación de la morfología interna y la posición de los órganos genitales en relación con la musculatura en posición longitudinal.

7.4.4. Nemátodos

Los ejemplares se fijaron directamente utilizando formol salino al 4% caliente. Una vez fijados, se colocaron en viales con la misma solución y fueron etiquetados con sus correspondientes datos para ser conservados hasta el momento de su estudio.

Para el estudio morfológico se realizó el aclaramiento a través de la evaporación gradual de glicerina y agua destilada a diferentes concentraciones (1:20, 1:15, 1:10, 1:5 y 1:2). Para esta técnica los especímenes se colocaron sobre un portaobjetos con una gota de glicerina diluida y se llevaron a una placa de calentamiento, esto con el propósito de evaporar el agua y facilitar la penetración de la glicerina en la cutícula del nemátodo. Cada vez que el agua se evaporaba se agregaba una gota de glicerina en su siguiente concentración. Cabe señalar que este

procedimiento depende del tamaño y grosor de los nemátodos, para aquellos de cutícula gruesa se puede agregar unas gotas de lactofenol a la glicerina.

El estudio taxonómico de la parte anterior de los nemátodos, en particular de las papilas que rodean la boca (y los dientes que presentan algunos géneros), se utilizó el método de Anderson (1958) el cual consiste en cortar la porción anterior del espécimen y colocarla en un portaobjetos con una gota de gelatina glicerinada, una vez que la gelatina coagula se coloca el cubreobjetos sin presionar. Al ser un método muy laborioso se recomienda el uso del microscopio electrónico de barrido para una mejor observación de las estructuras.

7.5. Identificación de helmintos

Los ejemplares se observaron bajo el microscopio óptico, se tomaron las medidas correspondientes para cada grupo y posteriormente se identificaron mediante el uso de claves especializadas para monogéneos (Yamaguti, 1975), tremátodos (Yamaguti, 1971; Gibson *et al.*, 2002; Jones *et al.*, 2005; Bray *et al.*, 2008) céstodos (Khalil *et al.*, 1994) y para nemátodos (Caspeta-Mandujano, 2010).

Para cada uno de los hospederos se realizó una hoja de registro con los siguientes datos: nombre científico del hospedero, número de hospedero, nombre científico del helminto (o en su defecto grupo al que pertenece), número de helmintos, sitio (tejido, órgano o parte del hospedero en el que el parásito fue encontrado), localidad y fecha de colecta.

7.6. Caracterización de la helmintiasis

La helmintiasis de los hospederos se calculó mediante los siguientes parámetros ecológicos específicos (Margolis *et al.*, 1982).

Prevalencia: Porcentaje de hospederos de una especie que se encuentran parasitados por una especie particular de helminto.

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{Número de hospederos infectados}}{\text{Número de hospederos examinados}} \times 100$$

Abundancia: Promedio de individuos de una especie en particular de helminto presente en una muestra de hospederos.

$$\text{Abundancia} = \frac{\text{Número de parásitos de una especie}}{\text{Número de hospederos examinados}}$$

Intensidad promedio: Promedio de individuos de una especie en particular de helminto entre los hospederos de una especie que se encuentran parasitados.

$$\text{Intensidad promedio} = \frac{\text{Número de parásitos de una especie}}{\text{Número de hospederos infectados}}$$

Rango de infección: Número menor y mayor de individuos de una determinada especie de parásito registrados dentro del total de hospederos parasitados.

7.7. Categorías ecológicas de los helmintos

7.7.1. Especies comunes y raras

Se consideran especies comunes a aquellas especies de helmintos con prevalencia igual o mayor al 10%, y abundancias mayores o iguales a un helminto en promedio por hospedero examinado y en caso contrario permitirá identificar a las especies raras (Esch y Fernandez, 1993).

7.7.2. Especies especialistas y generalistas

Se considera especie especialista a los helmintos que restringen su distribución a una única especie o género de hospederos, mientras que la especie generalista es aquella que se desarrolla en diferentes familias de hospederos (Kennedy, 1995).

8. RESULTADOS

8.1. Registro helmintológico de *Eugerres mexicanus*

Durante los años 2014 al 2019 y 2022, en siete localidades del río Lacantún, se colectaron 91 ejemplares de *E. mexicanus*, de los cuales 38 fueron machos, 37 hembras y 16 juveniles.

Del número total de hospederos, se encontró que 46 peces (50.54%) no presentaron parásitos (17 machos, 17 hembras y 12 juveniles). Por otro lado, 45 peces (49.45%) estaban parasitados (21 machos, 20 hembras y 4 juveniles).

Se recuperaron 341 helmintos parásitos, 147 en machos, 108 en hembras y 86 en peces juveniles, los cuales pertenecen a cuatro de los cinco grupos que constituyen los helmintos.

El grupo más abundante fue el de los nemátodos con 150 parásitos contabilizados, lo que representa el 43.98% del número total de helmintos parásitos en este estudio, seguido de los céstodos con el 23.75% (81 individuos), tremátodos con el 20.52% (70 individuos) y monogéneos con el 11.73% (40 individuos).

En cuanto a riqueza se reportó un total de ocho especies de helmintos parásitos (Tabla 4), siendo los monogéneos los de mayor diversidad con tres especies (*Diplectanum* sp., *Aristocleidus mexicanus* y *Aristocleidus lacantuni*), dos de tremátodos (*Prosthenhystera obesa* y *Crepidostomum* sp.), dos de nemátodos (*Rhabdochona juliacarabiasae* y *Spinitectus osorioi*) y una de céstodo (*Schyzocotyle acheilognathi*).

De acuerdo con los grupos taxonómicos, se identificaron tres sitios de infección, branquias (monogéneos), vesícula biliar (tremátodos) e intestino (nemátodos y céstodos).

Tabla 4. Especies de helmintos parásitos de *Eugerres mexicanus*: grupo de helminto, especie de helminto y sitio.

Grupo	Helmintos	Sitio
Monogéneos	<i>Aristocleidus mexicanus</i>	Branquias
Monogéneos	<i>Aristocleidus lacantuni</i>	Branquias
Monogéneos	<i>Diplectanum</i> sp.	Branquias
Tremátodos	<i>Prosthenhystera obesa</i>	Vesícula biliar
Tremátodos	<i>Crepidostomum</i> sp.	Intestino
Céstodos	<i>Schyzocotyle acheilognathi</i>	Intestino
Nemátodos	<i>Rhabdochona juliacarabiasae</i>	Intestino
Nemátodos	<i>Spinitectus osorioi</i>	Intestino

A continuación, se muestra de forma detallada el registro helmintológico de *Eugerres mexicanus* (Tabla 5).

Tabla 5. Registro helmintológico por años y localidades de *Eugerres mexicanus*. Los números entre paréntesis indican si se realizó uno o dos muestreos por año.

Año	Localidad	Ejemplares capturados	Ejemplares parasitados	Helmintos	No. Helmintos
2014 (1)	LCT	16	15	<i>Aristocleidus mexicanus</i>	5
				<i>Aristocleidus lacantuni</i>	4
				<i>Diplectanum</i> sp.	15
				<i>Spinitectus osorioi</i>	7
				<i>Rhabdochona juliacarabiasae</i>	111
				<i>Crepidostomum</i> sp.	2
2015 (2)	TZE	1	1	<i>Spinitectus osorioi</i>	3
	LCT	7	3	<i>Spinitectus osorioi</i>	3
				<i>Rhabdochona juliacarabiasae</i>	2
2016 (1)	LCT	2	0	-	0
2017 (2)	LCT	13	9	<i>Rhabdochona juliacarabiasae</i>	13
				<i>Crepidostomum</i> sp.	4
				<i>Prosthenhystera obesa</i>	3
	TZE	4	0	-	0
	LCT	2	0	-	0
2018 (1)	MIR	2	0	-	0
	TZE	2	0	-	0
2019 (2)	LCT	2	0	-	0
	CHJ	1	0	-	0
	LAG	3	0	-	0
2022 (2)	CHJ	1	0	-	0
	PRC	2	1	<i>Diplectanum</i> sp.	2
				<i>Schyzocotyle acheilognathi</i>	2
				-	0
	LAG	1	0	-	0
	TZE	23	9	<i>Diplectanum</i> sp.	1
				<i>Spinitectus osorioi</i>	2
				<i>Rhabdochona juliacarabiasae</i>	5
				<i>Crepidostomum</i> sp.	10
				<i>Prosthenhystera obesa</i>	1
				-	0
	MNZ	4	3	<i>Schyzocotyle acheilognathi</i>	79
	LAG	1	0	-	0
TZE	4	4	<i>Diplectanum</i> sp.	13	
			<i>Rhabdochona juliacarabiasae</i>	4	
			<i>Crepidostomum</i> sp.	50	

8.2. Descripción de las especies de helmintos parásitos de *Eugerres mexicanus*

8.2.1. Phylum Platyhelminthes

8.2.1.1. Clase Monogenea

Familia: Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937.

Aristocleidus mexicanus (Mendoza-Franco, Tapia-Osorio y Caspeta-Mandujano, 2015).

Especie endémica

Cuerpo de 515 μm de largo; mayor ancho 118 μm , generalmente cerca de las gónadas. Lóbulos cefálicos bien desarrollados; cada órgano principal comprende agrupaciones de terminaciones de conductos de glándulas cefálicas. Faringe 35 μm de ancho, subesférica.

Testículos de 30 a 40 μm de largo y 18 de ancho, piriformes; vesícula seminal comparativamente grande, fusiforme, situada en la línea media del cuerpo; reservorio prostático piriforme. Complejo copulador 39 μm de largo. Órgano copulador masculino (MCO) que comprende una base proximal en forma de embudo con borde proximal engrosado, un tubo enrollado de menos de un anillo; pieza accesoria en forma de J, terminalmente ornamentada. Glándulas prostáticas que rodean conspicuamente la región dorsal del reservorio prostático.

Germario de 54 μm de largo y 19 de ancho; vestíbulo vaginal de paredes gruesas, interno, que se comunica con el poro vaginal mediante un conducto corto; tubo vaginal moderadamente largo, delicado, que se extiende hasta el receptáculo seminal ovado; vitellarium denso, no se observan conductos vitelinos.

Haptor de 102 μm de ancho. Ancla ventral 48 μm de largo, con raíces variablemente curvadas, unión ligeramente angular de eje arqueado alargado y punta recta; con base de μm 15. Ancla dorsal 48 μm de largo, con raíz superficial alargada, raíz profunda corta a inexistente, eje ligeramente arqueado, punta recurvada alargada. Barra ventral de 26 μm de largo, aplanada bilateralmente con apófisis anteromedial bien diferenciada que está cubierta basalmente por un tejido fino similar a la vitela, una concavidad dividida en dos expansiones laterales redondeadas en sentido distal. Barra dorsal de 45 μm de largo, con extremos

ligeramente expandidos. Gancho de 12 μm de largo; bucle de gancho filamentososo de aproximadamente el 70% de la longitud del vástago (Mendoza-Franco *et al.*, 2015).

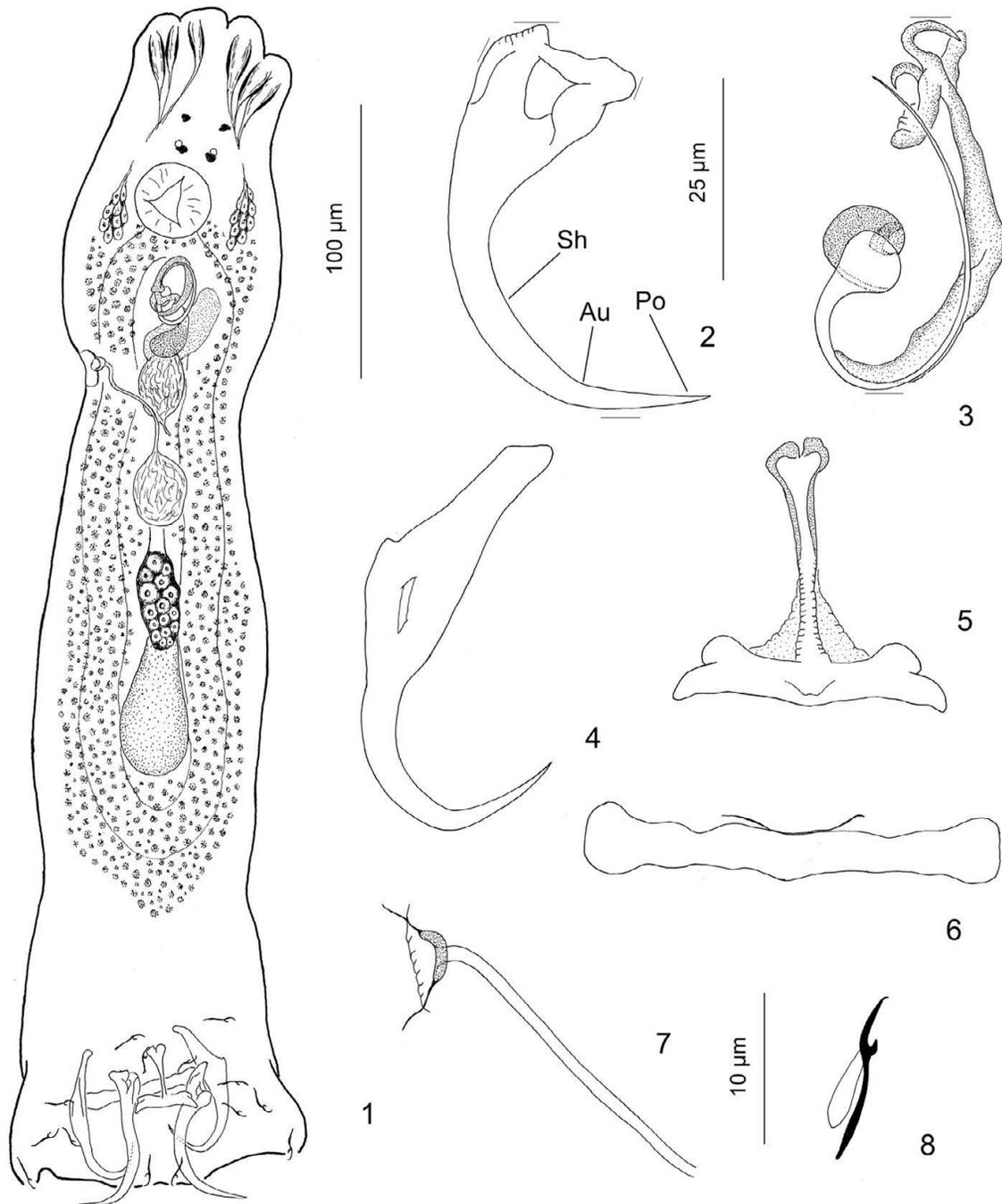


Figura 4. *Aristocleidus mexicanus* (Mendoza-Franco *et al.*, 2015).

1) Montaje completo (vista ventral compuesta); **2)** Anclaje ventral (Sh, eje; Au, unión angular; Po, punta); **3)** Complejo copulador (vista dorsal); **4)** ancla dorsal; **5)** Barra ventral; **6)** Barra dorsal; **7)** Vagina; **8)** Gancho. Escalas **1)** 100 μm , **2-7)** 25 μm , **8)** 10 μm .

Aristocleidus lacantuni (Mendoza-Franco, Tapia-Osorio y Caspeta-Mandujano, 2015).

Especie endémica

Cuerpo de 302 a 342 μm de largo; mayor ancho 90 a 102 μm generalmente cerca de la mitad del largo del cuerpo. Lóbulos cefálicos bien desarrollados; cada órgano principal comprende agrupaciones de terminaciones de conductos de glándulas cefálicas. Faringe de 27 μm de ancho, subesférica a alargada ovada. Testículo ovado; vesícula seminal comparativamente grande, fusiforme; reservorio prostático piriforme. Complejo copulador de 27 μm de largo. MCO que comprende una base proximal en forma de embudo, un tubo enrollado suelto, que comprende aproximadamente 0,5 anillos mal definidos, con forma de U; pieza accesoria en forma de Z mal definida. Germario de 44 a 48 μm de largo y 16 de ancho; tubo vaginal corto, con abertura en el lado izquierdo del cuerpo, poco esclerotizado; vitellarium denso, no se observan conductos vitelinos.

Haptor de 55 a 58 μm de ancho. Ancla ventral de 26 μm de largo, con eje recto y punta arqueada alargada, base con raíces fusionadas, ventralmente curvada; base de 10 μm . Ancla dorsal de 36 μm de largo, con raíz superficial alargada con una pequeña extensión distal en forma de protuberancia, raíz profunda corta o inexistente, eje ligeramente arqueado, punta recurvada alargada. Barra ventral de 26 μm de largo, con una llamativa apófisis anteromedial con ornamentación terminal en forma de cuerno; barra dorsal de 25 μm larga, recta, en forma de varilla. Gancho 11 μm de largo; Bucle aproximadamente 60% de la longitud del vástago (Mendoza-Franco *et al.*, 2015).

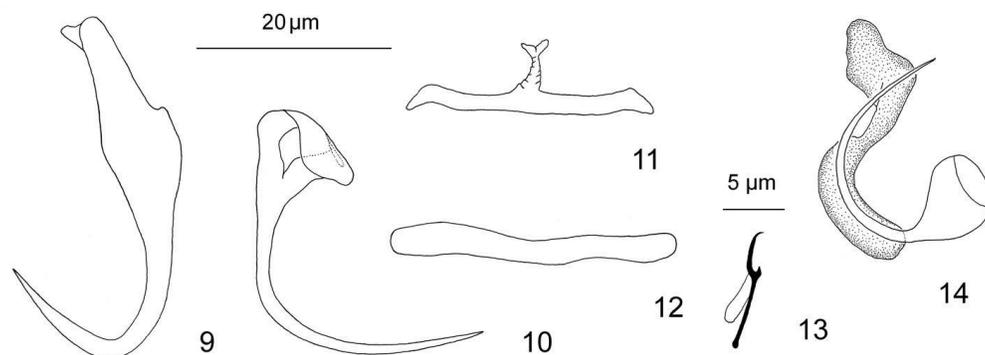


Figura 5. *Aristocleidus lacantuni* (Mendoza-Franco *et al.*, 2015).

Escleritos del complejo haptor y copulador. **9)** Ancla dorsal; **10)** Ancla ventral; **11)** Barra ventral; **12)** Barra dorsal; **13)** Gancho; **14)** Complejo copulatorio. Escalas: **9-12, 14)** 20 μm , **13)** 5 μm .

Familia: Diplectanidae Monticelli, 1903.

***Diplectanum* sp.**

Especie nativa

Generalidades: Tegumento liso o escamoso. Poro genital que se abre por detrás del órgano copulador masculino (MCO). Este género lo integran especies que poseen la combinación de las siguientes características: órgano copulador masculino formado por dos tubos anidados; órgano copulador accesorio; reservorio prostático separado en tres zonas; dos escamodiscos (Domingues y Boeger, 2008).

8.2.1.2. Clase Trematoda

Familia Callodistomidae Odhner, 1910.

Prosthenhystera obesa (Diesing, 1850) Travassos, 1922.

Especie nativa

In vivo mide 8 mm de largo mientras que fijado y aplanado 5,539 mm de largo por 3,567 mm de ancho a nivel de su porción más amplia. Cuerpo de forma oval, con cutícula gruesa, provista de papilas que miden 0.003 mm de espesor.

Ventosa oral subcircular, fuertemente musculosa, subterminal y mide 0.725 mm de largo por 0.667 mm de ancho. El acetábulo es un poco más pequeño que la ventosa oral, musculoso y situado por detrás de la bolsa del cirro, en posición media, por delante del ovario y del ecuador, a 2 mm del borde anterior del cuerpo; su diámetro anteroposterior es de 0.607 mm y el transversal 0.667 mm.

La boca es grande, elíptica y mide 0.180 mm de diámetro anteroposterior por 0.234 mm de diámetro transversal. Prefaringe pequeña de 0.047 mm de largo por 0.125 mm de ancho. Faringe piriforme, fuertemente musculosa de 0.266 mm de diámetro anteroposterior por 0.284 mm de diámetro transversal; el esófago es un tubo corto que mide 0.580 mm de largo por 0.094 mm de ancho; la bifurcación intestinal se encuentra a una distancia de 1,067 mm del borde anterior del cuerpo. Los ciegos intestinales son anchos, sinuosos, se extienden dorsalmente hasta cerca del borde posterior del cuerpo.

El poro reproductor está situado por delante del acetábulo y por detrás de la bifurcación intestinal sobre la línea media y dista 1.537 mm del borde anterior del cuerpo. Los testículos son ovoideos, con diámetro transversal mayor, cecales e intercecales, inmediatamente detrás del acetábulo y del ovario, casi en el plano ecuatorial, simétricos y miden, el derecho 0,290 mm de diámetro anteroposterior por 0.435 mm de diámetro transversal y el izquierdo 0.435 mm por 0.580 m. Los conductos eferentes se dirigen oblicuamente adelante del acetábulo y forman un corto conducto deferente que desemboca en la bolsa del cirro, esta es pequeña, de forma triangular, situada por detrás de la bifurcación intestinal, en posición media y mide 0.403 mm de largo por 0.335 mm de ancho. La vesícula seminal es una masa ovoidea que

ocupa casi totalmente la bolsa del cirro y mide 0.277 mm de diámetro anteroposterior por 0.173 mm de diámetro transversal; la glándula prostática es difusa y ocupa el espacio izquierdo de la bolsa del cirro.

El ovario es ovoideo o piriforme, de menor tamaño que los testículos, de bordes enteros, lisos, se sitúa al lado izquierdo y debajo del acetábulo; mide 0.345 mm de largo por 0.445 mm de ancho. El oviducto se forma al estrecharse la porción interna del ovario y se dirige hacia la línea media por detrás del acetábulo, donde penetra al ootipo; el ootipo, con el conducto de Laurer y un pequeño reservorio vitelino, está situado en la parte media del cuerpo, por detrás del acetábulo. La glándula de Mehlis es difusa y se extiende en la porción media posterior del acetábulo. Existe un receptáculo seminal sacciforme, situado por detrás y a la altura del oviducto; mide 0.129 mm de largo por 0.208 mm de ancho. El útero llena toda la porción posterior del cuerpo en las áreas extracecales, cecales e intercecales.

Los huevos son pequeños, ovoideos, de cáscara lisa y amarillenta; miden 0.061 mm de largo por 0.028 mm de ancho. Las glándulas vitelógenas, se extienden generalmente en las áreas laterales y cecales, desde el nivel de la bolsa del cirro hasta el nivel anterior de los testículos; los folículos son pequeños y se agrupan sobre el ciego izquierdo en siete grupos foliculares, y en el derecho en ocho grupos; a partir de cada uno de los grupos intercecales se desprende el conducto vitelino que es oblicuo y lateral, para reunirse al reservorio vitelino detrás del acetábulo. El poro excretor es subterminal, mide 0.010 mm de diámetro, de ahí parte una vesícula tubular dorsal que se extiende por detrás del acetábulo (Caballero y Jiménez, 1969).

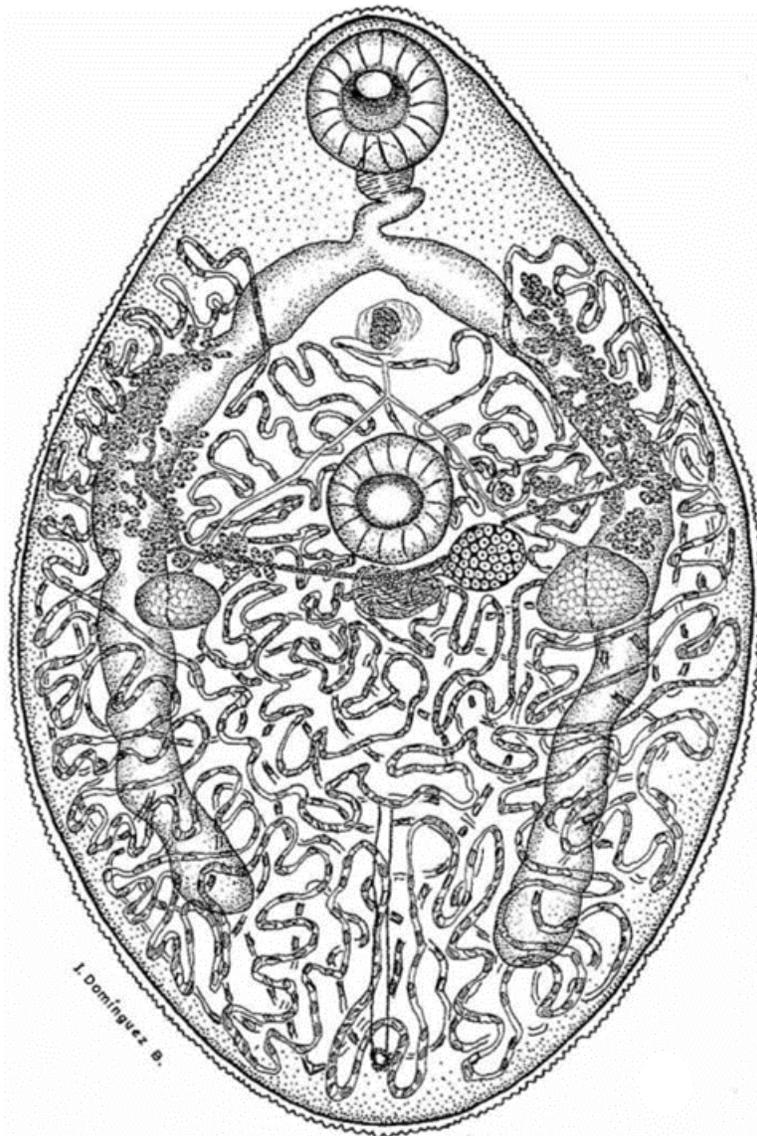


Figura 6. *Prosthenteryta obesa* (Caballero y Jiménez, 1969).

Preparación total. región ventral, 1.1078 mm.

Familia Allocreadidae Looss, 1902.

***Crepidostomum* sp.**

Especie nativa

Cuerpo oval y elongado, con seis papilas que se proyectan desde la ventosa oral, cuatro dorsales y dos ventrales. Ventosa oral más grande que la ventral, ventral más grande que la oral o ambas del mismo tamaño. Prefaringe, faringe y esófago muscular largo presente. Poro genital ventral o ligeramente a un lado de la línea mediana entre ventosas. Dos testículos con márgenes enteros o ligeramente lobulados, ubicados cerca de la superficie ventral entre el ovario y el extremo posterior del cuerpo, en tándem u oblicuos. Ovario piriforme cerca de la ventosa ventral. Útero en forma de tubo estrecho con paredes musculares delgadas (Hopkins, 1933; Jiménez *et al.*, 1988).

Nota: Registrado como Allocreadidae gen. sp. por Salgado-Maldonado y colaboradores en el año 2014.

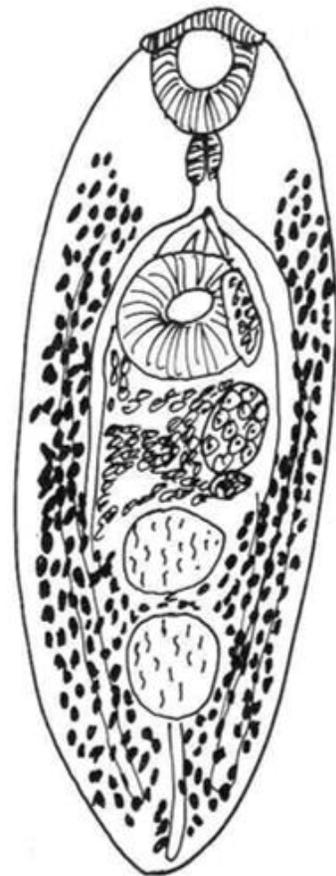


Figura 7. *Crepidostomum* sp. (Jiménez *et al.*, 1988).

Morfología general

8.2.1.3. Clase Cestoda

Familia: Bothriocephalidae Blanchard, 1849.

Schyzocotyle acheilognathi (Yamaguti, 1934).

Especie introducida

Largo del cuerpo, 32 a 330 mm y 0.300 a 1.225 mm de ancho. Escólex en forma de corazón, disco apical marcadamente desarrollado y dos botrias profundas y angostas. Estróbilo segmentado con proglótidos ligeramente separados, más anchos que largos.

Testículos ovales, numerosos, difíciles de observar en proglótidos maduros y grávidos. Saco del cirro muscular, oval. Poro genital situado de manera dorsal a la mitad del proglótido. Ovario transversalmente alargado, situado en la parte posterior del proglótido, con los márgenes laterales ligeramente curvados de manera anterior. Vagina tubular y corta, abre al poro genital cerca del margen posterior del saco del cirro. Útero tubular y abre en el saco uterino muscular, poro uterino situado en la parte media ventral. Folículos vitelarios ovales o esféricos, numerosos, recubriendo las partes laterales de los proglótidos. Huevos ovales, operculados, conteniendo numerosas células vitelinas (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2009).

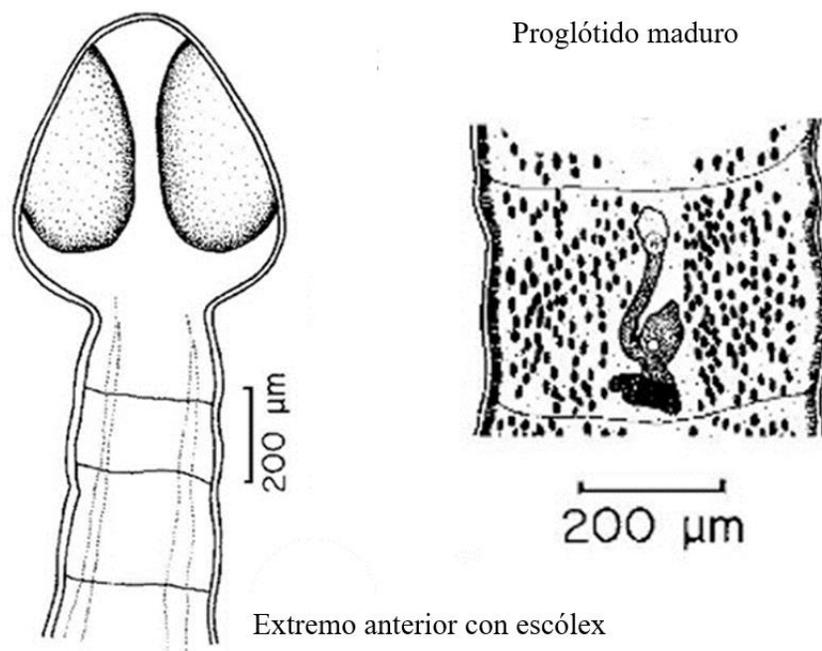


Figura 8. *Schyzocotyle acheilognathi* (Monks *et al.*, 2005).

8.2.2. Phylum Nematoda

Familia: Rhabdochonidae Travassos, Artigas y Pereira, 1928.

Rhabdochona juliacarabiasae (Caspeta-Mandujano, Salinas-Ocampo, Suárez-Rodríguez, Ramírez-Martínez y Matamoros, 2021).

Especie endémica

Nemátodos de tamaño mediano. Cutícula con estriación transversal. Abertura oral oval elongada dorsoventralmente, armado con 4 placas submedianas (sublabiales), y rodeado por 4 pequeñas papilas cefálicas y 2 anfidios laterales. Prostoma en forma de embudo, amplio, con dientes basales, margen anterior del prostoma armado internamente con 12 dientes, (excepcionalmente 11) (2 dorsal, 2 ventral y 4 laterales en cada lado, estos últimos formando pares). Vestíbulo relativamente largo. Deiridios pequeños y bifurcados, localizados a corta distancia del prostoma. Cauda en ambos sexos cónica con terminación puntiaguda.

Macho: Longitud del cuerpo: 3.53 – 2.72 mm, anchura máxima: 0.075 – 0.133 mm. Prostoma: 0.010 – 0.012 mm de largo y 0.007 – 0.008 mm de ancho. Longitud del vestíbulo incluyendo el prostoma: 0.075 – 0.087 mm, del esófago muscular: 0.112 – 0.143 mm, del esófago glandular: 0.937 – 1.35 mm. El anillo nervioso, poro excretor, y deiridios: 0.106 – 0.131, 0.181 – 0.231, y 0.056 – 0.062 mm, respectivamente, desde la extremidad anterior. Papilas preanales, formadas en pares de papilas subventrales de cada lado: 9 + 9, 10 + 10. Adicionalmente se presenta un par de papilas laterales al nivel del segundo y tercer par (contando desde la apertura cloacal). 6 pares de papilas postcloacales, el segundo par es lateral y los pares restantes subventrales. Área rugosa ausente. Espícula izquierda: 0.287 – 0.324 mm de largo, longitud del fuste: 0.137 – 0.162 mm, que representa el 48 – 52% de la longitud total de la espícula, con una punta distal tetrafurcada. Espícula derecha, pequeña: 0.072 – 0.075 mm de largo, sin barba dorsal. Longitud del radio entre las espículas: 1: 3.8 – 4.5. Cauda cónica: 0.187 – 0.275 mm.

Hembra: Longitud del cuerpo de especímenes grávidos: 9.48 – 10.66 mm, anchura máxima: 0.100- 0.200 mm. Prostoma: 0.013 – 0.018 mm de largo y 0.012 – 0.013 mm de ancho. Longitud del vestíbulo incluyendo el prostoma: 0.100 mm, del esófago muscular: 0.131– 0.200 mm de largo, del esófago glandular: 1.30 – 1.78 mm de largo. El anillo nervioso, poro

excretor, y deiridios: 0.137 – 0.168, 0.212 – 0.250 y 0.093 – 0.100 mm, respectivamente, desde la extremidad anterior. Vulva precuatorial: 3.12 – 4.56 mm desde la extremidad anterior. Vagina muscular dirigida anteriormente. Útero debajo del nivel del extremo posterior del esófago, tamaño del huevo maduro (embrión): 0.030 – 0.032 X 0.018 – 0.020 mm. Superficie de huevos con un filamento polar grueso en cada polo. Cauda cónica: 0.125 – 0.143 de largo (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2021).

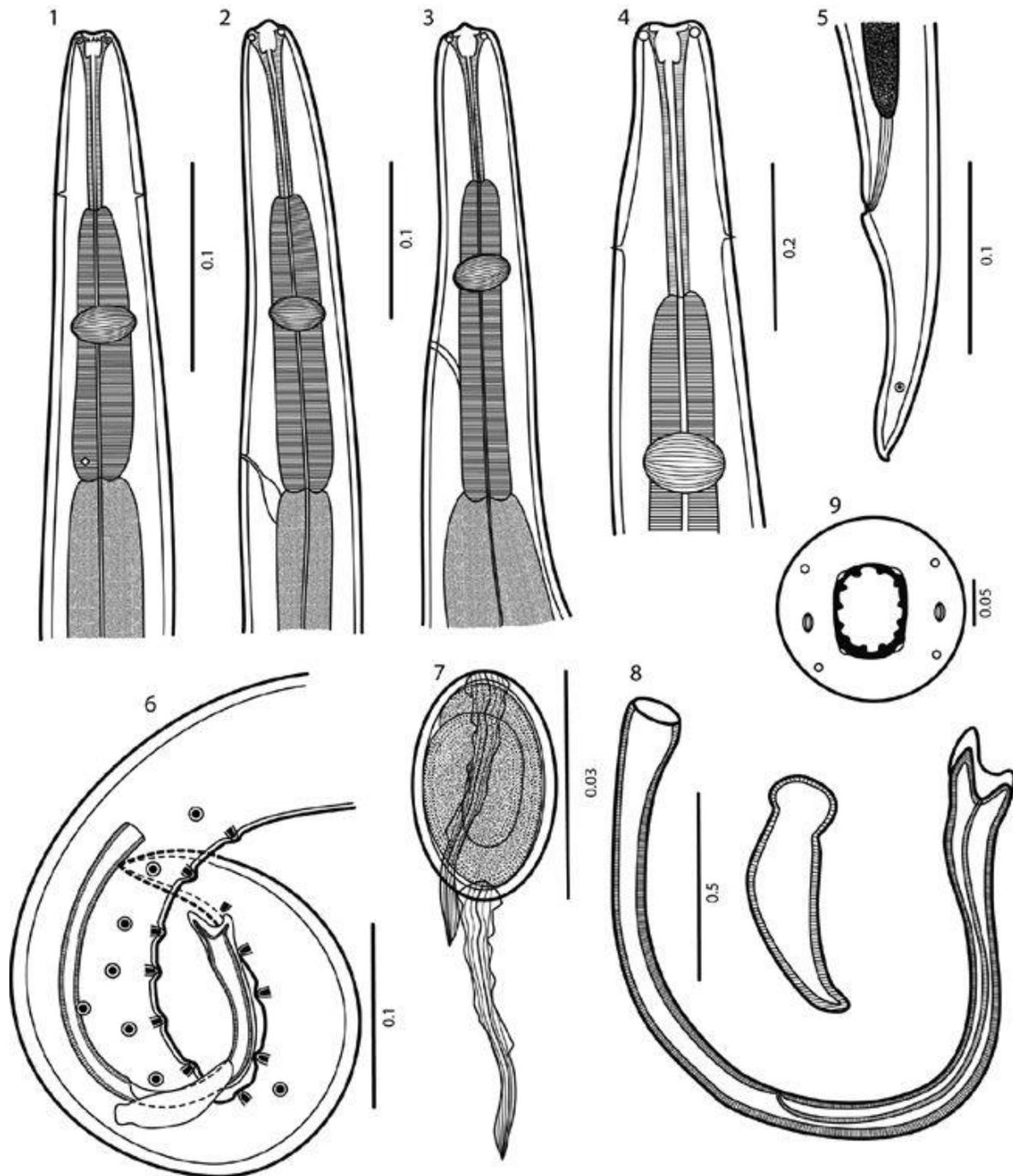


Figura 9. *Rhabdochona juliacarabiasae* (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2021).

1) Terminación anterior del macho, vista ventral; 2, 3) Terminación anterior de la hembra, vista lateral; 4) Terminación anterior del macho, vista ventral, mayor aumento; 5) Terminación posterior de la hembra, vista lateral; 6) Terminación posterior del macho, vista lateral; 7) huevo maduro; 8) Espículas; 9) Terminación cefálica de la hembra, vista apical. Barra en escala de mm.

Familia: Cystidicolidae Skrjabin, 1946.

Spinitectus osorioi (Choudhury y Pérez-Ponce de León, 2001).

Especie nativa

Nemátodos pequeños, alargados y blanquecinos. Extremo cefálico romo; extremo posterior cónico. Superficie del cuerpo con anillos transversales de espinas; anillos interrumpidos a ambos lados del cuerpo por líneas laterales y también dorsal y ventralmente, estando así compuestos por cuatro sectores (filas) separados de espinas; a veces algunos anillos incompletos o espinas únicas presentes. Cutícula en la región de las primeras 3-4 filas de espinas algo inflada. Primer anillo con 32-39 espinas; más anillos posteriores espaciados casi por igual, con espinas grandes, delgadas y dirigidas hacia atrás; espinas más grandes en las filas 4^a a 13^a. Los anillos de espinas continúan a cierta distancia por detrás del extremo del esófago y disminuyen gradualmente hacia atrás.

Cauda de la hembra lisa y sin espinas. Abertura bucal ovalada, ligeramente alargada dorsoventralmente, rodeada por cuatro labios submedianos poco desarrollados que forman los márgenes dorsal y ventral de la boca. Sublabio simple, estrecho, curvado, esclerotizado, único, con un margen libre algo engrosado, unido por su base a la superficie interna de cada labio. Pseudolabios laterales pequeños que no encierran la mayor parte de la boca.

En vista apical, las partes internas estrechas de los pseudolabios se expanden dorsoventralmente, formando dos extensiones estrechas (una laterodorsal y otra lateroventral) en cada pseudolabio.

Márgenes internos de ambos pseudolabios rectos, alineados dorsoventralmente, paralelos entre sí. Un par de pequeños anfidos laterales y cuatro pequeñas papilas cefálicas submedianas rodean la abertura oral. Vestíbulo (estoma) largo, con un prostoma anterior distinto en vista lateral; vestíbulo que termina posteriormente al nivel de la segunda o entre la segunda y tercera filas de espinas. Deiridas pequeñas, con forma de dedo, ubicadas entre la 1.^a y 2.^a hilera de espinas. Esófago dividido en una porción muscular anterior y una porción posterior mucho más larga y ligeramente más ancha. Relación de longitud de las porciones 1:2,5-4,7. El anillo nervioso rodea el esófago muscular entre el tercer y cuarto anillo de las

espinas. Poro excretor situado entre el sexto y séptimo anillo de espinas. Machos más pequeños que las hembras grávidas.

Macho: longitud del cuerpo 3,10-3,67 mm; ancho máximo 81-102. El primer anillo de espinas situado a 66-69 de la extremidad anterior, consta de 34-36 espinas de 3 de largo; longitud máxima de las espinas en los anillos más posteriores (6°-9°). Longitud del vestíbulo incluyendo el prostoma 93-102; Próstoma en forma de embudo 6-9 de largo, 15 de ancho. Esófago muscular 201-225 de largo, ancho máximo 12-15; esófago glandular 564-579 de largo, ancho máximo 27-33; relación 1:2,5-2,9. La longitud del vestíbulo y de todo el esófago representa entre el 24 y el 28% de la longitud total del cuerpo. Anillo nervioso y poro excretor 138-171 y 156-210, respectivamente, de la extremidad anterior. Extremo posterior del cuerpo claramente curvado ventralmente, provisto de alas subventrales bien desarrolladas. Crestas prelocales ventrales (área rugosa) bien desarrolladas, alineadas en dos filas, solo una cresta mediana corta adicional presente delante de la cloaca.

Papilas preanales: cuatro pares, de los cuales el 1.º y 2.º y el 3.º y 4.º pares están próximos entre sí. Papilas postanales: cinco pares de papilas subventrales y un par de papilas ventrales situadas al nivel de las últimas subventrales. Par de pequeños fásmidos situados ventralmente algo posterior al par ventral de papilas postanales. Espícula grande (izquierda) estrecha, de 420 a 465 de largo, con punta distal redondeada que lleva una gran excrecencia triangular ventral; longitud del eje 219-240 (52-54% de la longitud de las espículas). Espícula pequeña (derecha) estrecha, de 105 a 111 de largo. Relación de longitud de espículas 1:3,8-4,2. Cauda de 126-135 de largo, con una punta cuticular terminal diminuta.

Hembra: longitud del cuerpo 6,92-7,63 mm; ancho máximo 159-180. Primer anillo de espinas 66-90 desde la extremidad anterior, consta de 36-39 espinas de 3-4 de largo; longitud máxima de las espinas en los anillos más posteriores (7°-13°) 12-14. Longitud del vestíbulo incluyendo el prostoma 105-111; Prostoma en forma de embudo de 9-12 de largo, 18-21 de ancho. Esófago muscular 252-291 de largo, ancho máximo 21; esófago glandular 972-1290 de largo, ancho máximo 36-54.

Anillo nervioso y poro excretor 147-150 y 225-255, respectivamente, desde la extremidad anterior. Vulva ecuatorial o ligeramente precuatorial, situada a 3.43-3.50 mm de la

extremidad anterior. Vagina musculosa, corta, dirigida posteriormente desde la vulva. Ovarios angostos, largos; espirales del ovario anterior llegan anteriormente hasta la región del extremo posterior del esófago, las del ovario posterior llegan posteriormente casi hasta el final del intestino. Huevos completamente desarrollados en el útero, ovalados, de paredes gruesas, cada uno de los cuales contiene una larva; tamaño de los huevos $33-36 \times 18-21$; no hay filamentos presentes. Cauda cónica, 93-114 de largo, con mucrón terminal (Moravec *et al.*, 2010).

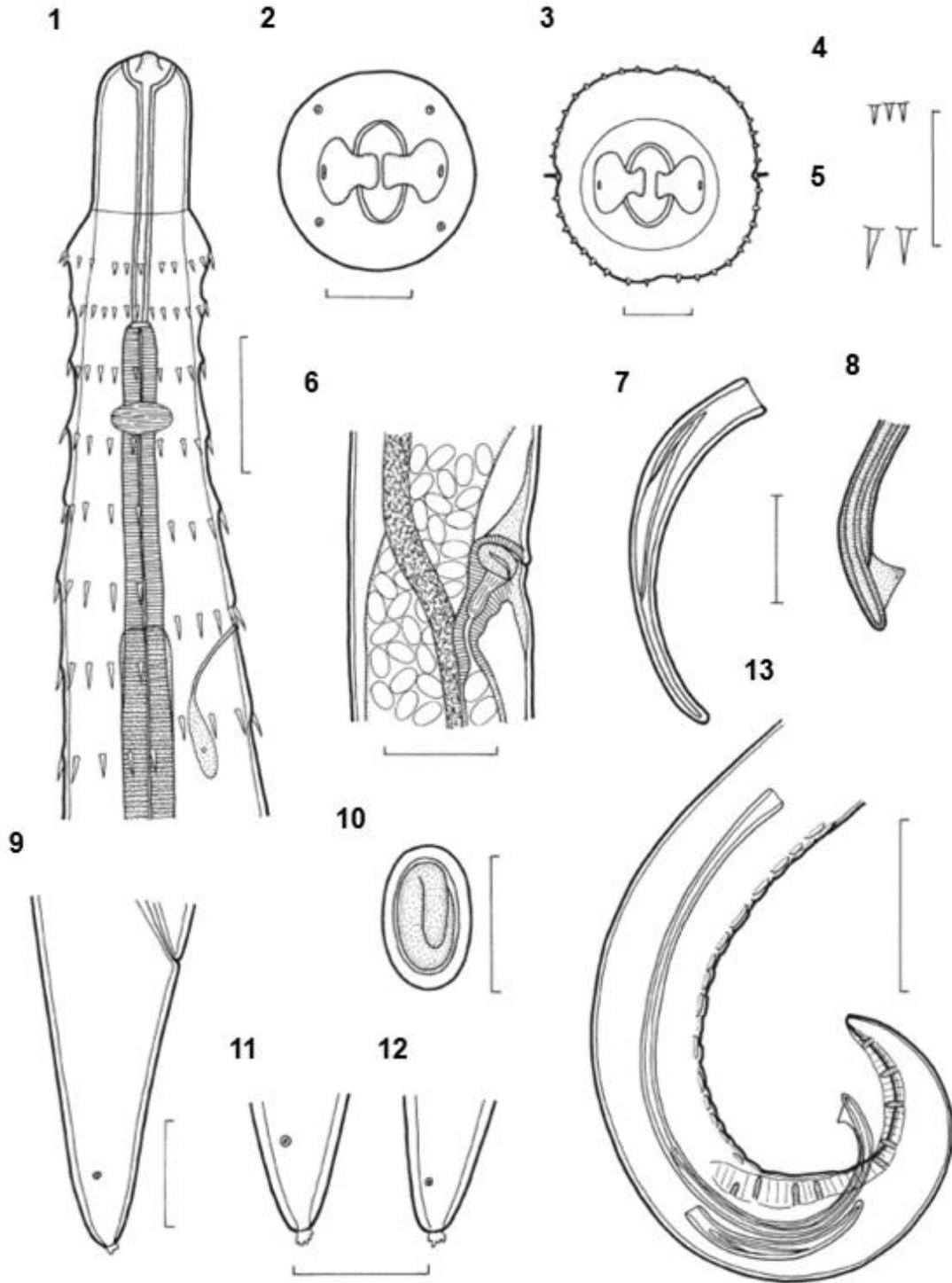


Figura 10. *Spinitectus osorioi* (Moravec *et al.*, 2010).

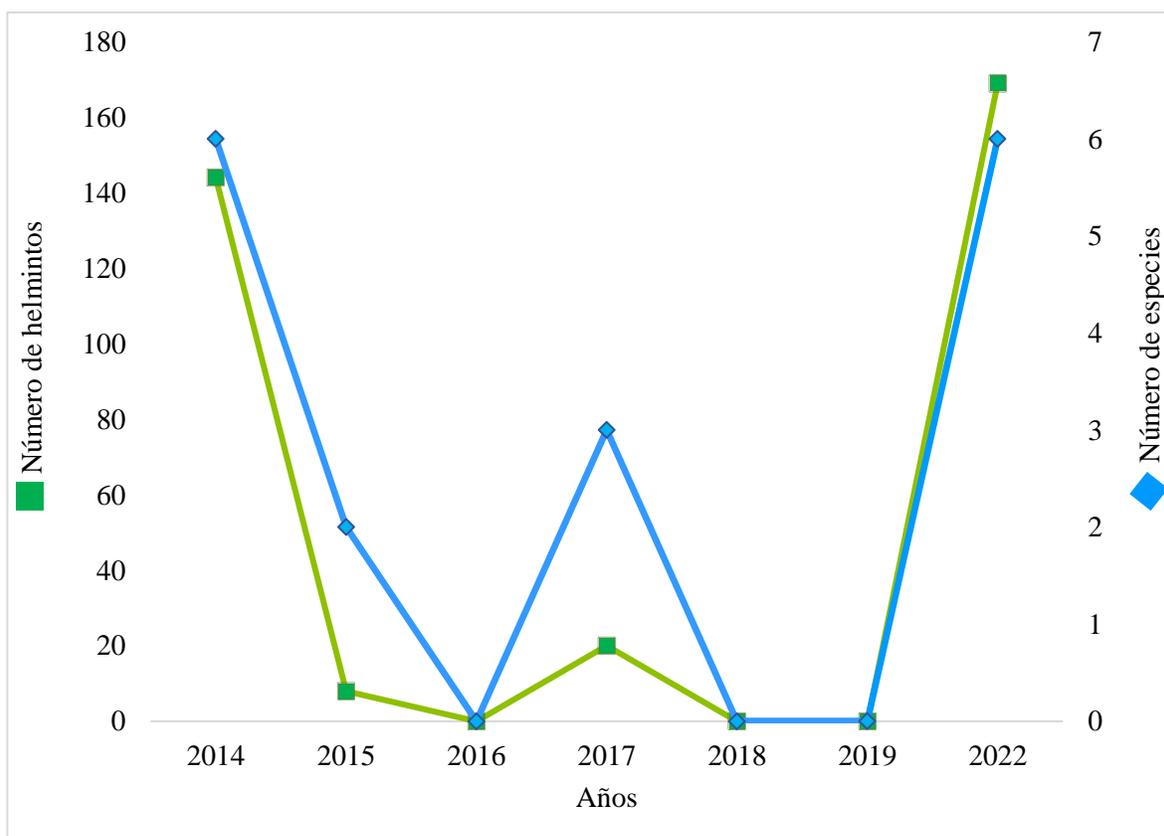
1) Terminación anterior de hembra, vista lateral; 2) Boca, vista apical; 3) Terminación céfálica, vista apical; 4) Espinas del primer anillo; 5) Espinas del quinto anillo; 6) Región de la vulva, vista lateral; 7) Espícula derecha; 8) Extremo distal de la espícula izquierda; 9) Cauda de hembra, vista lateral; 10) Huevo completamente desarrollado; 11, 12) Punta de la cauda de la hembra (diferentes especímenes), vistas laterales; 13) Terminación posterior del macho, vista lateral. Escalas: 1: 50 μ m; 2, 3: 10 μ m; 4, 5, 7-12: 30 μ m; 6, 13: 100 μ m.

8.3. Abundancia y riqueza de helmintos parásitos en los años de muestreo

Durante los siete años en los que se realizaron las capturas de *Eugerres mexicanus*, se obtuvieron los siguientes ejemplares, 16 en 2014, 8 en 2015, 2 en 2016, 19 en 2017, 4 en 2018, 6 en 2019 y 36 en 2022.

El número de parásitos fue el siguiente: 144 en 15 peces en 2014, 8 en 4 peces en 2015, 20 en 9 peces en 2017 y 169 en 17 peces en 2022 (Gráfica 1).

Respecto a la riqueza, en el 2014 se identificaron seis especies (*Rhabdochona juliacarabiasae*, *Spinitectus osorioi*, *Crepidostomum* sp., *Diplectanum* sp., *Aristocleidus mexicanus* y *Aristocleidus lacantuni*); dos en el 2015 (*Rhabdochona juliacarabiasae* y *Spinitectus osorioi*); tres en el 2017 (*Rhabdochona juliacarabiasae*, *Crepidostomum* sp. y *Prosthenhystera obesa*); y en el 2022 nuevamente seis especies (*Rhabdochona juliacarabiasae*, *Spinitectus osorioi*, *Schyzocotyle acheilognathi*, *Crepidostomum* sp., *Prosthenhystera obesa* y *Diplectanum* sp.).



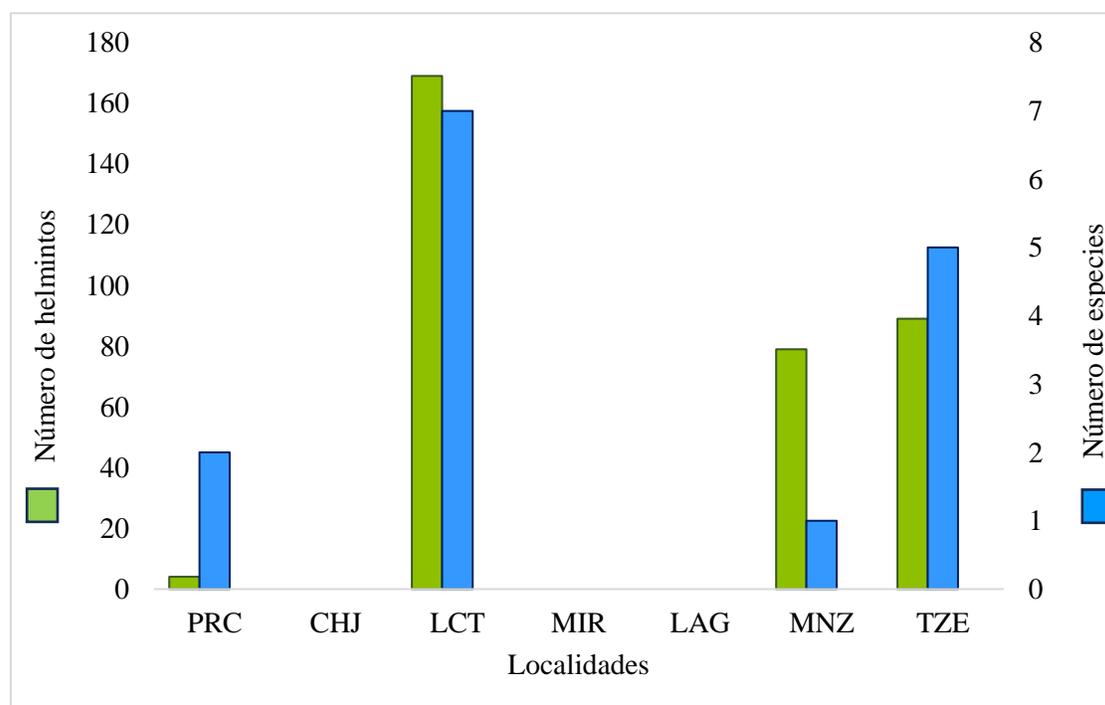
Gráfica 1. Abundancia y riqueza de especies de helmintos parásitos de *Eugerres mexicanus* en los años de muestreo.

8.4. Abundancia y riqueza de helmintos parásitos en las localidades de muestreo

De las 13 localidades en las que se realizaron las campañas de colecta, únicamente en siete se capturaron ejemplares de *Eugerres mexicanus*, en el río Lacantún (42), río Tzendales (34), arroyo Lagarto (5), arroyo Manzanares (4), río Chajul (2), arroyo Mirada (2), y en el arroyo Puerto Rico (2).

El número de parásitos encontrados fue el siguiente: 169 en 27 peces en el río Lacantún, 89 en 14 peces en río Tzendales, 79 en 3 peces en arroyo Manzanares y 4 en un pez en el arroyo Puerto Rico (Gráfica 2).

Respecto a la riqueza, el río Lacantún presentó siete especies (*Rhabdochona juliacarabiasae*, *Spinitectus osorioi*, *Crepidostomum* sp., *Prosthenhystera obesa*, *Diplectanum* sp., *Aristocleidus mexicanus* y *Aristocleidus lacantuni*); río Tzendales cinco (*Rhabdochona juliacarabiasae*, *Spinitectus osorioi*, *Crepidostomum* sp., *Prosthenhystera obesa* y *Diplectanum* sp.); arroyo Puerto Rico dos (*Schyzocotyle acheilognathi* y *Diplectanum* sp.); y el arroyo Manzanares una especie (*Schyzocotyle acheilognathi*).



Gráfica 2. Abundancia y riqueza de especies de helmintos parásitos de *Eugerres mexicanus* en las localidades de muestreo.

8.5. Caracterización de la helmintiasis de *Eugerres mexicanus*

De acuerdo con la Tabla 6, la especie de helminto que presentó una prevalencia alta, es decir, que tuvo mayor número de hospederos parasitados, fue *Rhabdochona juliacarabiasae*.

Por otro lado, las especies de parásitos que presentaron mayor número de ejemplares fueron *Rhabdochona juliacarabiasae* con 135 individuos, y *Schyzocotyle acheilognathi* con 81, ambas especies también tuvieron los valores más altos de abundancia.

En cuanto al rango de infección, *Crepidostomum* sp. y *Schyzocotyle acheilognathi*, destacaron por el hecho de que el número máximo de individuos registrados por pez fue de 50, lo anterior se reflejó en la desviación estándar debido a que ambas especies presentaron datos muy dispersos. En cambio, *Aristocleidus mexicanus*, *Aristocleidus lacantuni* y *Prosthenhystera obesa* tuvieron el rango de infección más bajo con un máximo de dos helmintos por hospedero.

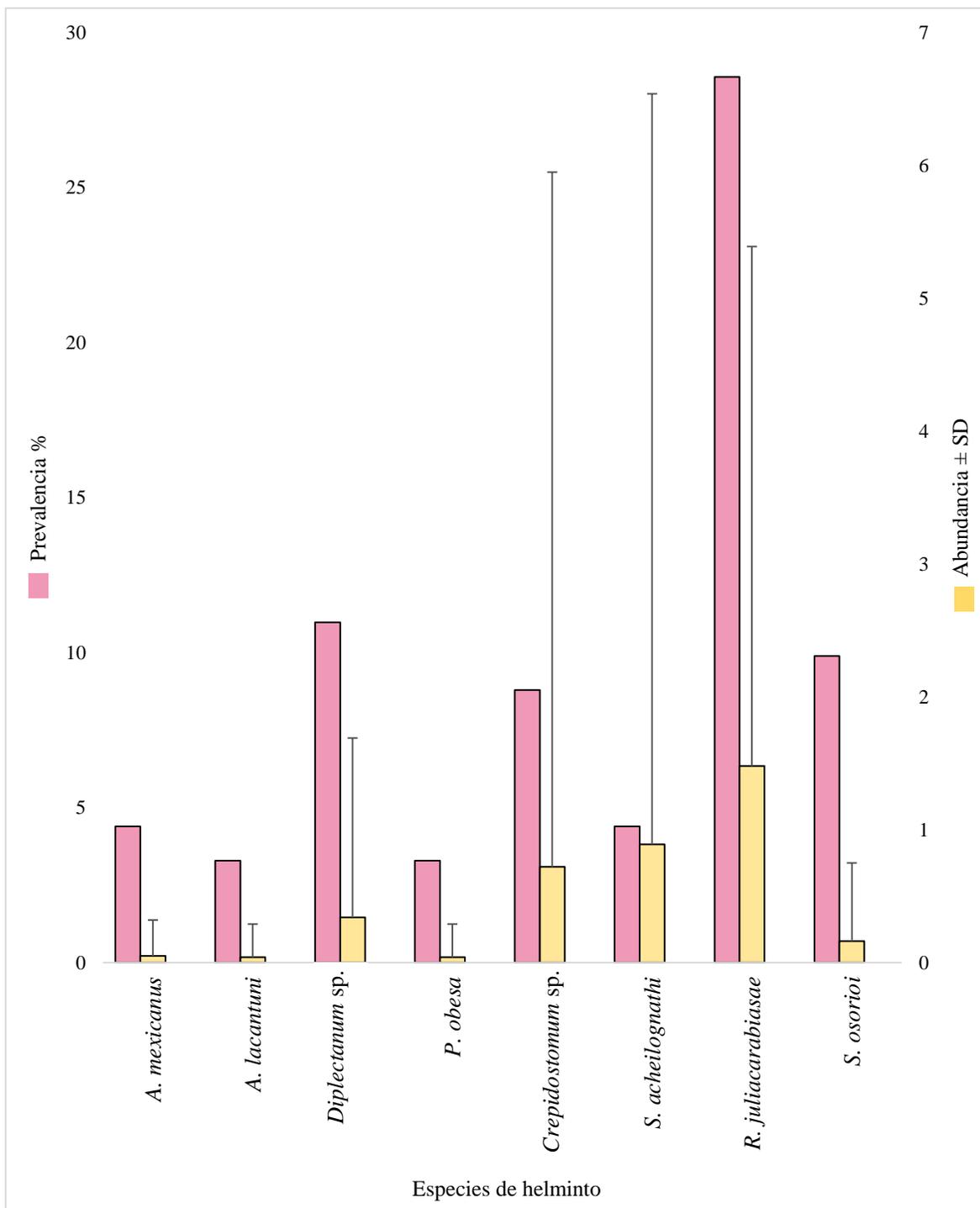
La intensidad promedio más alta la presentó *Schyzocotyle acheilognathi* (20.25), seguida de *Crepidostomum* sp. (8.25), y *Rhabdochona juliacarabiasae* (5.19).

En cuanto a las categorías ecológicas de las especies de helmintos, *Rhabdochona juliacarabiasae* es la única que se considera común en *E. mexicanus*, por lo tanto, las demás especies son raras; por otra parte, de las ocho especies registradas, tres tienen una especificidad hospedatoria de tipo generalista (*Prosthenhystera obesa*, *Schyzocotyle acheilognathi* y *Spinitectus osorioi*), y el resto se caracteriza por ser específica (*Aristocleidus lacantuni*, *Aristocleidus mexicanus* y *Rhabdochona juliacarabiasae*).

La gráfica 3 muestra la variación de la prevalencia, abundancia y desviación estándar de todas las especies de helmintos parásitos durante los años y localidades que abordó este estudio.

Tabla 6. Parámetros de infección. Se considera el número total de ejemplares de *Eugerres mexicanus* n=91, así como todos los años y localidades de los muestreos. Hospederos parasitados (H.P.); Total de helmintos (T.H.); Rango de infección (R.I.); Prevalencia (P%); Abundancia (A); Desviación estándar (\pm SD); Intensidad promedio (I.P.). Categorías ecológicas de las especies, común o rara (C - R); generalista o especialista (G - E) y no definido (*).

Helmintos	H.P.	T.H.	R.I.	P %	A \pm DS	I.P	C - R	G - E
<i>Aristocleidus mexicanus</i>	4	5	1 - 2	4.39	0.05 \pm 0.27	1.25	R	E
<i>Aristocleidus lacantuni</i>	3	4	1 - 2	3.29	0.04 \pm 0.25	1.33	R	E
<i>Diplectanum</i> sp.	10	31	1 - 10	10.98	0.34 \pm 1.35	3.1	R	*
<i>Prosthenhystera obesa</i>	3	4	1 - 2	3.29	0.04 \pm 0.25	1.33	R	G
<i>Crepidostomum</i> sp.	8	66	1 - 50	8.79	0.72 \pm 5.23	8.25	R	*
<i>Schyzocotyle acheilognathi</i>	4	81	2 - 50	4.39	0.89 \pm 5.65	20.25	R	G
<i>Rhabdochona juliacarabiasae</i>	26	135	1 - 24	28.57	1.48 \pm 3.91	5.19	C	E
<i>Spinitectus osorioi</i>	9	15	1 - 4	9.89	0.16 \pm 0.59	1.66	R	G



Gráfica 3. Variación de la prevalencia y abundancia de la helmintiasis de *Eugeres mexicanus*.

9. DISCUSIÓN

Este estudio es el primero en caracterizar los parámetros de infección de los helmintos de *Eugerres mexicanus*. Aporta información sobre la helmintofauna de dicha especie de pez a través de los años en el río Lacantún y sus tributarios, contemplando localidades que se ubican dentro y fuera de la Reserva de la Biosfera Montes Azules en el estado de Chiapas; México.

Se reporta un total de ocho especies de helmintos parásitos de *E. mexicanus* de las cuales se incluyen tres especies de monogéneos, *Aristocleidus mexicanus*, *Aristocleidus lacantuni* y *Diplectanum* sp.; dos de tremátodos, *Prosthenhystera obesa* y *Crepidostomum* sp.; una de céstodo, *Schyzocotyle acheilognathi*; y dos especies de nemátodos, *Rhabdochona juliacarabiasae* y *Spinitectus osorioi*.

Anteriormente, el inventario de Salgado-Maldonado y colaboradores (2014) aportó datos importantes sobre la helmintofauna de *E. mexicanus*. El registro estuvo conformado por tres especies de nemátodos, *Spinitectus* sp., *Rhabdochona* sp., y *Spiroxys* sp.; una de tremátodo de la familia Allocreadiidae, una especie de céstodo, *Bothriocephalus acheilognathi* (ahora *Schyzocotyle acheilognathi*) así como dos especies de monogéneos no identificados.

Posteriormente, se lograron identificar a nivel de especie los monogéneos, siendo *Aristocleidus mexicanus* y *Aristocleidus lacantuni* (Mendoza, *et al.*, 2015), así como los nemátodos del género *Rhabdochona*, *R. juliacarabiasae* (Caspeta-Mandujano, *et al.*, 2021).

En el monitoreo de largo plazo de Ramírez y colaboradores (2022), que abarcó del año 2010 al 2020, *Eugerres mexicanus* sobresalió al ser una de las especies de peces más parasitadas. El registro estuvo conformado por los siguientes helmintos, *Aristocleidus lacantuni*, *Aristocleidus mexicanus*, *Diplectanum* sp., *Crepidostomum* sp., *Spinitectus osorioi*, *Rhabdochona juliacarabiasae* y larvas de *Spiroxys* sp.

Comparando los resultados de este estudio con los listados antes mencionados, en el presente, se identificó a la especie de tremátodo *Prosthenhystera obesa* la cual no había sido reportada para *E. mexicanus*, por otro lado, mientras que en los anteriores inventarios se encontraron larvas del nemátodo *Spiroxys* sp. y *Rhabdochona kidderi kidderi*, en este estudio no se reportó ningún ejemplar.

Respecto al número de hospederos en este estudio, se colectaron 91 ejemplares de *E. mexicanus* en las 11 campañas que abarcó el proyecto. Es una cantidad reducida si la comparamos con el número de individuos que pueden ser capturados de las especies más abundantes en el río Lacantún y sus tributarios, como *Astyanax brevimanus* y *Atherinella alvarezii*. Esta variación se debe a que *E. mexicanus* es una especie que se restringe a habitar únicamente en arroyos y ríos de agua dulce y con corriente moderada a ligera (Espinosa *et al.*, 2019).

Es importante resaltar que debido a que el proyecto “Helminthos parásitos de peces dulceacuícolas” consistió en colectas generales de diferentes especies de peces, no hubo homogeneidad en cuanto al número de ejemplares de *E. mexicanus* capturados por campaña, igualmente no se realizó un seguimiento constante de colecta en cada año y localidad.

Una vez que los 91 ejemplares de *E. mexicanus* fueron examinados, prácticamente la mitad resultó parasitada (45 peces). No se mostró una diferencia notable respecto al sexo de los peces parasitados ya que 21 ejemplares fueron machos y 20 hembras, además de 4 juveniles.

En este análisis los nemátodos representaron al grupo de helmintos más abundante, mientras que los monogéneos fueron los más escasos. Este patrón de abundancia es característico tanto en las cuencas individuales como en toda la fauna helmintológica de México (Quiroz-Martínez y Salgado-Maldonado, 2013).

Se registraron un total de 150 nemátodos de dos especies, *Spinitectus osorioi* y *Rhabdochona juliacarabiasae*, esta última llamó la atención por su gran número de parásitos (135) en comparación con las demás especies.

Rhabdochona juliacarabiasae es una especie endémica del río Lacantún, y en *E. mexicanus* es común y especialista debido a sus altos valores de prevalencia (28.57%) y abundancia (1.48). Lo anterior puede estar relacionado a que el género *Rhabdochona* utiliza como hospederos intermediarios larvas acuáticas de insectos del orden Trichoptera, las cuales son abundantes y de amplia distribución (Salinas, 2020). Además, es relevante mencionar que este orden posee especies con especial interés debido a su alta sensibilidad y baja tolerancia a las perturbaciones, dichas especies denominadas centinelas brindan información acerca de la calidad de un ecosistema (Ramírez-Martínez *et al.*, 2015b).

Rhabdochona juliacarabiasae tuvo un rango de infección elevado, contando hasta 24 parásitos en un mismo ejemplar de pez. Su registro abarcó los cuatro años en los que se reportaron helmintos parásitos (2014, 2015, 2017 y 2022).

La presencia de esta especie y de sus hospederos definitivos o intermediarios reflejan una buena salud en los ecosistemas acuáticos en los que habitan, en este caso en los ríos Lacantún y Tzendales, localizados dentro de la RBMA.

Por otro lado, *Spinitectus osorioi*, especie nativa, tuvo un total de 15 parásitos en 9 hospederos, por esa razón se consideró como una especie rara para *E. mexicanus*, además es generalista puesto que se ha reportado en diferentes hospederos como *Atherinella alvarezii*, *Chirostoma attenuatum*, *C. estor estor* (Caspeta-Mandujano, 2005). Al igual que *R. juliacarabiasae* únicamente estuvo presente en el río Lacantún (2014 y 2015) y río Tzendales (2015 y 2022).

Los registros indicaron que ambas especies, *R. juliacarabiasae* y *S. osorioi* parasitaron en conjunto más veces, esto se observó en siete peces.

El segundo grupo de helmintos más abundante fue el de la clase Cestoda, con la especie *Schyzocotyle acheilognathi* (anteriormente *Bothriocephalus acheilognathi*). Dicha especie es invasora a causa de su gran éxito de parasitar a peces dulceacuícolas de todo el mundo, al ser generalista logra infectar a diferentes y numerosas especies, incluyendo especies nativas y endémicas. Históricamente, se introdujo por primera vez en México en 1965 con la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* originaria de China, a partir de ese momento ha sido notoria su acelerada capacidad de establecerse en nuevas regiones (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2017; Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

En este estudio *S. acheilognathi* presentó los valores más altos de intensidad promedio (20.25) y rango de infección con 50 helmintos en un mismo pez. En total se encontraron 81 parásitos en 4 peces, únicamente en el año 2022 y en los arroyos Puerto Rico (2) y Manzanares (79), ambos localizados fuera de la RBMA.

Los ejemplares parasitados fueron tres juveniles y un adulto. Cabe señalar que fue notorio el caso de los juveniles debido a que se contabilizaron numerosos céstodos, hasta 50 por pez,

mientras que en el adulto únicamente se encontraron dos. Este patrón de abundancia podría estar relacionado con la edad del hospedero, dado que la condición fisiológica y estado inmunológico varía en los hospederos juveniles y adultos (Khan, 2012; Wunderlich *et al.*, 2022); sin embargo, al tener datos limitados de hospederos se hace énfasis en realizar un estudio más profundo para conocer más acerca de esta variación.

El grupo de la clase Trematoda presentó dos especies que se recuperaron de hospederos de los ríos Lacantún y Tzendales.

Crepidostomum sp., al igual que *S. acheilognathi*, alcanzó un rango de infección alto con un máximo de 50 tremátodos en un mismo pez, igualmente su intensidad promedio fue destacable (8.25) debido a que en total se obtuvieron 66 helmintos en 8 peces en los años 2014, 2017 y 2022.

En el caso de *Prosthenthystera obesa*, este fue el primer trabajo en reportar dicha especie en *E. mexicanus*. Es una especie generalista que se ha reportado en otros hospederos como *Cathorops melanopus* y *Potamarius usumacintae* (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014). De acuerdo con los resultados obtenidos, se considera como una especie rara para *E. mexicanus*, además fue una de las especies menos abundantes con cuatro helmintos en tres peces registrados en los años 2017 y 2022.

Por último, el grupo con menos parásitos fue el de la clase Monogenea, sin embargo, reportó tres especies a diferencia de los grupos antes descritos que presentaron una o dos especies.

Los monogéneos son ectoparásitos que tienen un ciclo de vida directo, es decir, carecen de hospederos intermediarios, por lo cual están directamente expuestos a cambios en el macro y microambiente. Se ha demostrado que este grupo produce alteraciones en su dinámica de población, así como a sus efectos de infección en respuesta a los cambios ambientales (Gilbert y Avenant-Oldewage, 2021). Son considerados bioindicadores con un alto margen de confiabilidad, por lo que su presencia en los ecosistemas acuáticos manifiesta una buena calidad del agua (Ramírez-Martínez *et al.*, 2015b).

Las especies endémicas del género *Aristocleidus*, *A. lacantuni* y *A. mexicanus* son especialistas de *E. mexicanus*, a diferencia de las otras especies, estas únicamente se

encontraron en una localidad y en un año, río Lacantún en el 2014. Por otro lado, *Diplectanum* sp. se registró en más localidades, en los ríos Lacantún y Tzendales y en el arroyo Puerto Rico. Su prevalencia fue la segunda más alta, con un valor de 10.98%. A partir de los resultados, se categorizan a estas tres especies como raras.

Respecto al análisis de los años, el 2022 fue el que tuvo mayor abundancia de individuos de helmintos parásitos (169), sin embargo, el número total de la especie invasora *Schyzocotyle acheilognathi* se encontró en ese año. Los años en los que no se registraron helmintos fueron el 2016, 2018 y 2019, esto pudo deberse a que se capturaron pocos peces. Referente a la riqueza, la más alta se registró en el año 2014 y 2022 con seis especies.

En cuanto a las localidades se identifica al río Lacantún como la localidad que presentó mayor riqueza y abundancia de helmintos, registrando 169 ejemplares de siete especies. Por lo contrario, las localidades que no presentaron helmintos fueron los arroyos Lagarto y Miranda, y el río Chajul, podría suponerse que es debido a que el número de peces capturados fue bajo, sin embargo, en localidades como el arroyo Puerto Rico, con dos peces capturados en total, sí logró registrar parásitos (*Diplectanum* sp. y *Schyzocotyle acheilognathi*), cabe mencionar que en dicha localidad únicamente se realizó un muestreo.

Durante el estudio, se realizaron 11 muestreos, y en algunos años se realizaron dos muestreos en meses diferentes. En total, el río Lacantún fue la localidad más visitada con seis muestreos, mientras que los arroyos Manzanares, Miranda y Puerto Rico únicamente tuvieron una visita.

En general, se registraron peces parasitados con tres especies como máximo, además se encontraron hospederos con rangos de infección altos que se diferenciaron con los demás peces, por ejemplo, una hembra del río Tzendales en el año 2022 con 54 parásitos (50 helmintos de *Crepidostomum* sp. y 4 de *Rhabdochona juliacarabiasae*), así como un juvenil del arroyo Manzanares en el año 2022 con 50 parásitos de *Schyzocotyle acheilognathi*.

Debido a que los esfuerzos de captura de *E. mexicanus* en este trabajo no estuvieron estandarizados, el registro y análisis no es completo, probablemente algunas especies de parásitos no fueron registradas en este estudio o se registraron escasamente a causa de

diversos factores. Se reconoce que los resultados serían más confiables con esfuerzos de captura homogéneos para cada año y localidad.

Analizando las especies identificadas anteriormente (Moravec *et al.*, 2012; Salgado-Maldonado *et al.*, 2014; Ramírez *et al.*, 2022), se observa que en el presente estudio no se reportó a *E. mexicanus* como hospedero paraténico de las larvas de los nemátodos *Rhabdochona kidderi kidderi* y *Spiroxys* sp.

En el caso de *R. kidderi kidderi*, únicamente se ha reportado una vez en *E. mexicanus*, en el año 2012. La escasa presencia de este parásito es debido a que sus hospederos paraténicos son atípicos (*Ariopsis* sp., *Cathorops aguadulce*, *Potamarius nelsoni*, *Ictalurus furcatus*, *Strongylura hubbsi*, entre otros) y sólo pueden sobrevivir en ellos durante un cierto periodo puesto que tiene como hospederos definitivos a los peces *Amphilophus nourissati* y *Theraps irregularis* (Moravec *et al.*, 2012).

Por otro lado, *Spiroxys* sp. no se ha registrado como parásito de *E. mexicanus* desde el año 2013. El género *Spiroxys* está representado por cuatro especies que parasitan a tortugas dulceacuícolas de México. Sus hospederos intermediarios son los copépodos, mientras que los paraténicos incluyen a peces, anfibios e invertebrados (Moravec *et al.*, 1995).

La ausencia de este nemátodo en este estudio probablemente tenga relación con la situación actual de su hospedero definitivo, ya que la SEMARNAP, desde el año 2000, reportó algunas especies de tortugas en peligro de extinción debido a su caza y captura ilegal, actividad pesquera y pérdida de hábitat. Sin embargo, es posible que no se hayan encontrado estas larvas en *E. mexicanus* ya que también parasitan a otras especies de peces más abundantes como *Astyanax mexicanus*, *Oreochromis aureus*, *Poecilia mexicana*, entre otras (Caspeta-Mandujano, 2005).

Finalmente, un caso en particular fue el del céstodo *Schyzocotyle acheilognathi* que en este estudio se presentó únicamente en el año 2022 en los arroyos Manzanares y Puerto Rico, los cuales se ubican fuera de la RBMA y presentan antecedentes de contaminación.

En el año 2015 Álvarez-Porebski y colaboradores reportaron en su estudio de calidad del agua en la subcuenca del río Lacantún (2008 al 2014), que los arroyos Puerto Rico y

Manzanares tuvieron incrementos significativos durante periodos cortos y localizados (pulsos) en sus concentraciones de fósforo, nitratos y cloro debido a que sus cauces atraviesan áreas deforestadas que han sido usadas para el pastoreo de ganado y como terrenos agrícolas, en consecuencia, grandes cantidades de excremento y residuos de fertilizantes se acumulan en dichos arroyos.

De acuerdo con Gilbert y Avenant-Oldewage, 2021, algunos parásitos se favorecen con la contaminación, tal es el caso de *S. acheilognathi*, sin embargo, la presencia de la especie de monogéneo *Diplectanum* sp. en el arroyo Puerto Rico podría indicar que el nivel de contaminación aún es mínimo, o bien, que se trata de una especie resistente a este tipo de alteración ambiental. Debido a que en el arroyo Puerto Rico únicamente se capturaron dos peces de un muestreo y un pez estuvo parasitado, resulta difícil evidenciar la presencia de *Diplectanum* sp.

Además de la contaminación existen otros factores que pueden influir a favor o en contra de la abundancia de una especie de helminto parásito, por esa razón es importante tomar en cuenta las variables ambientales del sitio, como la temperatura del agua, el hacinamiento y los cambios en el hábitat (Khan, 2012).

La presente investigación además de aportar información acerca de las especies de helmintos parásitos de *Eugerres mexicanus*, proporciona un panorama general sobre la salud del río Lacantún y sus tributarios debido a que mediante la riqueza y abundancia de las especies previamente mencionadas se puede tener una estimación sobre el estado de conservación en el que se encuentra el área de estudio.

10. CONCLUSIONES

En este estudio se analizó y actualizó el registro helmintológico de *Eugerres mexicanus*, así como sus parámetros de infección durante un período de siete años en siete localidades del río Lacantún y sus tributarios ubicados dentro y fuera de la porción sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) en el estado de Chiapas, México.

El registro consta de ocho especies identificadas taxonómicamente, tres de monogéneos, *Aristocleidus mexicanus*, *Aristocleidus lacantuni* y *Diplectanum* sp.; dos de tremátodos, *Prosthenhystera obesa*, *Crepidostomum* sp.; una de céstodo, *Schyzocotyle acheilognathi*; y dos especies de nemátodos, *Rhabdochona juliacarabiasae* y *Spinitectus osorioi*.

Cabe destacar que este es el primer reporte de la especie de tremátodo *Prosthenhystera obesa* en *E. mexicanus*.

En cuanto a los parámetros de infección, el helminto con mayor prevalencia y abundancia fue *Rhabdochona juliacarabiasae*, mientras que *Aristocleidus lacantuni* y *Prosthenhystera obesa* presentaron los valores más bajos. Con relación a la intensidad promedio y el rango de infección, *Schyzocotyle acheilognathi* presentó el valor más alto y *Aristocleidus mexicanus* el más bajo.

Rhabdochona juliacarabiasae es la única especie que se considera común en *E. mexicanus*; respecto a la especificidad hospedatoria tres especies resultaron de tipo generalista (*Prosthenhystera obesa*, *Schyzocotyle acheilognathi* y *Spinitectus osorioi*), y el resto se caracterizó por ser específica (*Aristocleidus lacantuni*, *Aristocleidus mexicanus* y *Rhabdochona juliacarabiasae*).

Se reconoce que la parasitología del río Lacantún y sus tributarios aún presenta limitaciones puesto que los resultados de este inventario incluyeron ejemplares que aún no son identificados a nivel de especie y que potencialmente pueden tratarse de especies nuevas. Igualmente es importante mencionar que es necesario continuar con el monitoreo de largo plazo de estas especies, así como seguir un protocolo estandarizado de muestreo con el fin de obtener un análisis helmintológico más preciso.

De acuerdo con los resultados se afirma que los ríos Lacantún y Tzendales tienen buena calidad ambiental por su abundancia y riqueza de helmintos parásitos que incluye especies endémicas, esto debido a su alto grado de conservación ya que están ubicados dentro de la RBMA. En cambio, los arroyos Puerto Rico y Manzanares que se localizan fuera de la RBMA presentan cierto deterioro a causa de actividades antropogénicas no sustentables, este desequilibrio ecológico se evidenció en la existencia de ejemplares de una especie helminto parásito introducida, *Schyzocotyle acheilognathi*.

Finalmente, se reitera que los helmintos parásitos son excelentes indicadores de la calidad ambiental y su presencia o ausencia proporciona información útil para el desarrollo de estrategias de conservación.

11. LITERATURA CITADA

- Álvarez-Porebski, P., Hernández, L., Gómez-Ruiz, H. y Ramírez-Martínez, C. (2015). Calidad del agua en la subcuenca del río Lacantún. En J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Eds.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias* (261-274). Natura y Ecosistemas Mexicanos, A. C.
- Benesh, D. P., Parker, G. y Chubb, J. C. (2021). Life-cycle complexity in helminths: What are the benefits? *Evolution*, 75, 1936–1952. <https://doi.org/10.1111/evo.14299>
- Bray, R. A., Gibson, D. I. y Jones, A. (2008). *Keys to the trematoda, Volume 3*. CABI Publishing and The Natural History Museum.
- Caballero, E. y Jiménez, F. (1969). Presencia de *Prosthenhystera obesa* (Diesing, 1856) Travassos, 1920 (Trematoda, Digenea) en peces comestibles de México. *Revista de Biología Tropical*, 15(2), 283-287.
- Carabias, J., de la Maza, J. y Cadena, R. (2015). *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias*. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A. C.
- Carlson, C. J., Dallas, T. A., Alexander, L. W., Phelan, A. L. y Phillips, A. J. (2020). What would it take to describe the global diversity of parasites? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287:20201841. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.1841>
- Caspeta-Mandujano, J. M. (2005). *Nematode parasites of freshwater fish in Mexico: Key to species, descriptions and distribution*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Caspeta-Mandujano, J. M. (2010). *Nemátodos parásitos de agua dulce de México: clave de identificación, descripción y distribución de las especies*. AGT, México.
- Caspeta-Mandujano, J. M., Cabañas-Carranza, G. y Mendoza-Franco, E. F. (2009). *Helminths parásitos de peces dulceacuícolas mexicanos (Caso Morelos)*. AGT Editor, S.A.
- Caspeta-Mandujano, J. M., Salinas-Ocampo, J. C., Suárez-Rodríguez, R., Martínez-Ramírez, C. y Matamoros, W. A. (2021). Morphological and molecular evidence for a new rhabdochonid species, *Rhabdochona* (Nematoda: Rhabdochonidae), parasitizing *Eugerres mexicanus* (Perciformes: Gerreidae), from the Lacantún River in the Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3266>
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2022). *Ficha SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación): Reserva de la Biosfera Montes Azules*. <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=172>

- Cruz-Reyes, A. y Camargo-Camargo, B. (2001). *Glosario de términos en parasitología y ciencias afines*. Plaza y Valdés.
- Domingues, M. V. y Boeger, W. A., (2008). Phylogeny and revision of Diplectanidae Monticelli, 1903 (Platyhelminthes: Monogeneoidea). *Zootaxa*, 1698. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6232482>
- Dougherty, E. R., Carlson, C. J., Bueno, V. M., Burgio, K. R., Cizauskas, C. A., Clements, C. F., Seidel, D. P. y Harris, N. C. (2015). Paradigms for parasite conservation. *Conservation Biology*, 30(4), 724–733. <https://doi:10.1111/cobi.12634>
- Esch, G. W. y Fernandez, J. C. (1993). *A Functional Biology of Parasitism. Ecological and evolutionary implications*. Chapman and Hall, London.
- Espinosa, H., Ramírez, C., Martínez, A. y Lambarri, C. (2019). *Los Peces del Río Lacantún*. Universidad Autónoma de Nuevo León; Natura y Ecosistemas Mexicanos, A. C.
- Espinosa-Pérez, H. (2014). Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 450–459. <https://doi:10.7550/rmb.32264>
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. y Van der Laan, R. (s.f.). *Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References*. Recuperado el 02 de enero de 2023 de <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- García-Prieto, L., García-Varela, M. y Mendoza-Garfias, B. (2014a). Biodiversidad de Acanthocephala en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 177-182. <https://doi.org/10.7550/rmb.31684>
- García-Prieto, L., Mendoza-Garfias, B. y Pérez-Ponce de León, G. (2014b). Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 164-170. <https://doi.org/10.7550/rmb.31756>
- García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D. y Lamothe-Argumedo, M. R. (2014c). Biodiversidad de Nematoda parásitos de vertebrados en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 171-176. <https://doi.org/10.7550/rmb.31746>
- Gibson, D. I., Jones, A. y Bray, R. A. (2002). *Keys to the trematoda. Volume 1*. CABI Publishing and The Natural History Museum.
- Gilbert, B. M., y Avenant-Oldewage, A. (2021). Monogeneans as bioindicators: A meta-analysis of effect size of contaminant exposure toward Monogenea (Platyhelminthes). *Ecological Indicators*, 130. <https://doi:10.1016/j.ecolind.2021.108062>
- Gilmore, R. G. y Greenfield, D.W. (2002). Gerreidae. En K. E. Carpenter (Ed.), *The living marine resources of Western Central Atlantic* (Vol. 3, pp. 1506-1509). FAO.

- González-Acosta A. F. y Rodiles-Hernández R. (2013). New species of Eugerres from the Usumacinta Province, México and Guatemala with a redescription of *E. mexicanus* (Steindachner, 1863) (Teleostei: Gerreidae). *Neotropical Ichthyology*, 11(2), 307-318.
- Hernández, R. E., Perera, M. A., de la Cruz, J. A., Díaz, L. M., Castillo, A. y Mendiola J. V. H. (2013). *Manual sobre la aclimatación de la mojarra blanca: Eugerres mexicanus (Steindachner, 1863)*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Hopkins, S. H. (1933). The morphology, life histories and relationships of the papillose Allocreadiidae (Trematodes) (preliminary report). *Zoologischer Anzeiger* 103: 65-74.
- Hudson, P. J., Dobson, A. P. y Lafferty, K. D. (2006). Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends in Ecology and Evolution*, 21(7), 381–385. <https://doi:10.1016/j.tree.2006.04.007>
- Jiménez, F., Galavíz, L., Segovia, F., Garza, H. y Wesche, P. (1988). *Parásitos y Enfermedades del Bagre (Ictalurus spp)*. Secretaría de Pesca.
- Jones, A., Bray, R. A. y Gibson, D. I. (2005) *Keys to the trematoda. Volume 2*. CABI Publishing and The Natural History Museum.
- Kennedy, C. R. (1995). Richness and diversity of macroparasite communities in tropical eels *Anguilla reinhardtii* in Queensland, Australia. *Parasitology*, 111(02), 233.
- Khalil, L. F., Jones, A. y Bray, R. A. (1994). *Keys to the cestode parasites of vertebrates*. Wallingford: CAB International.
- Khan, R. A. (2012). Host-Parasite Interactions in Some Fish Species. *Journal of Parasitology Research*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/237280>
- Luque, J. L. y Poulin, R. (2007). Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, 134(06), 865-878. <https://doi:10.1017/s0031182007002272>
- Manzo-Delgado, L. L. y López-García, J. (2020). Análisis espacial y temporal de áreas quemadas en 1998, 2003 y 2015 en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, México. *Bosque (Valdivia)*, 41(1). <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002020000100011>
- Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. y Schad, G. A. (1982). The use of ecological terms in Parasitology. *The Journal of Parasitology*, 68(1), 131-133.
- Mendoza-Franco, E. F., Caspeta-Mandujano, J. M. y Salgado-Maldonado, G. (2013). New species of Cacatuocotyle (Monogenoidea, Dactylogyridae) parasitizing the anus and the gill lamellae of *Astyanax aeneus* (Pisces, Ostariophysi: Characidae) from the Rio Lacantún basin in the Biosphere Reserve of Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Parasitology Research*, 112(1), 199-205.

- Mendoza-Franco, E. F., Tapia, M. y Caspeta-Mandujano, J. M. (2015). Two new species of *Aristocleidus* (Monogenea) from the gills of the Mexican mojarra *Eugerres mexicanus* (Perciformes, Gerreidae) from southwestern Mexico. *Parasite*, 22, 33. <https://doi:10.1051/parasite/2015033>
- Monks, S., Zárate-Ramírez, V. R. y Pulido-Flores, G. (2005). Helminths of Freshwater from the Metztitlán Canyon Reserve of the Biosphere, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology*, 72(2), 212-219.
- Moravec, F., Salgado-Maldonado, G. y Caspeta-Mandujano, J. M. (2010). *Spinitectus osorioi* (Nematoda: Cystidicolidae) in Mexican endemic fish *Atherinella alvarezii* (Atherinopsidae) from the Atlantic River drainage system in Chiapas, Southern Mexico. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 105, 52-56.
- Moravec, F., Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., y González-Solís, D. (2009). Redescription of *Spinitectus tabascoensis* (Nematoda: Cystidicolidae) from fishes of the Lacandon rain forest in Chiapas, southern Mexico, with remarks on *Spinitectus macrospinosus* and *S. osorioi*. *Folia parasitologica*, 56(4), 305–312. <https://doi.org/10.14411/fp.2009.035>
- Moravec, F., Salgado-Maldonado, G., González-Solís, D., y Caspeta-Mandujano, J. M. (2012). Host–parasite relationships of *Rhabdochona kidderi* Pearse, 1936 (Nematoda: Rhabdochonidae) in fishes of the Lacantún River in the Lacandon rain forest of Chiapas State, southern Mexico, with a key to Mexican species of *Rhabdochona* Railliet, 1916. *Systematic Parasitology*, 82. <https://doi:10.1007/s11230-012-9342-2>
- Moravec, F., Vivas-Rodríguez, C., Scholz, T., Vargas-Vázquez, J., Mendoza-Franco, E., Schmitter-Soto, J. J. y González-Solís, D. (1995). Nematodes parasitic in fishes of cenotes (= sinkholes) of the Peninsula of Yucatan, Mexico. Part 2. Larvae. *Folia parasitologica*, 42, 199–210.
- Nelson, J. S., Grande, T. C. y Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the world Fifth edition*. John Wiley & Sons.
- Pérez-Ponce de León, G., Lagunas-Calvo, O., García-Prieto, L., Briosio-Aguilar, R., y Aguilar-Aguilar, R. (2017). 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. <https://doi:10.1017/s0022149x17000438>
- Poulin, R. (1999). The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels? *International Journal for Parasitology*, 29(6), 903–914. [https://doi:10.1016/s0020-7519\(99\)00045-4](https://doi:10.1016/s0020-7519(99)00045-4)

- Poulin, R. y Morand, S. (2000). The Diversity of Parasites. *The Quarterly Review of Biology*, 75(3), 277–293. <https://doi:10.1086/393500>
- Quiroz-Martínez, B. y Salgado-Maldonado, G. (2013). Patterns of Distribution of the Helminth Parasites of Freshwater Fishes of Mexico. *PLoS ONE*, 8(1). <https://doi:10.1371/journal.pone.0054787>
- Ramírez, C., Barba, R., Caspeta, J. M., Córdova, F., Espinosa, H., Larre, S., Mendoza-Franco, E. F., Mercado-Silva, N., Moreno, E., Naranjo-García, E., Rosales-Quintero, N., Salgado-Maldonado, G., Villalobos, J. L., Vital, X. G. y Álvarez, F. (2022). Biota acuática de la cuenca media del río Lacantún, Chiapas y la importancia del monitoreo de largo plazo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93. <https://doi:10.22201/ib.20078706e.2022.93.4844>
- Ramírez-Martínez, C., Naranjo, E., Caspeta-Mandujano, J. M., Barba, R. y Espinosa-Pérez, H. (2015a). Calidad de los ecosistemas acuáticos en la subcuenca del río Lacantún. En J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Eds.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias (275-290)*. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A. C.
- Ramírez-Martínez, C., Naranjo, E., Caspeta-Mandujano, J. M., Espinosa-Pérez, H. y Barba, R. (2015b). Ecosistemas acuáticos. En J. Carabias, J. de la Maza y R. Cadena (Eds.), *Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias (193-207)*. Natura y Ecosistemas Mexicanos, A. C.
- Rizvi, A. N. y Bhutia, P. T. (2014). *Studies on the Helminth Parasites of District Dehradun*, Rec. Zool. Surv. India.
- Rodiles-Hernández, R., González-Díaz, A. A. y Chan-Sala, C. (2005). Lista de Peces Continentales de Chiapas, México. *Hidrobiológica*, 15(2), 245-253.
- Salgado-Maldonado, G. (1979). *Procedimientos y técnicas generales empleados en los estudios helmintológicos*. Dirección General de Acuicultura, SAGARPA, México.
- Salgado-Maldonado, G. (2006). Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa*, 1324. <https://doi:10.11646/zootaxa.1324.1.1>
- Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., Moravec, F., Soto-Galera, E., Rodiles-Hernández, R., Cabañas-Carranza, G., y Montoya-Mendoza, J. (2011). Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. *Parasitology Research*, 108, 31–59. <https://doi:10.1007/s00436-010-2035-3>
- Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J. M., Ramírez-Martínez, C., Lozano-Vilano, L., García-Ramírez, M. E. y Mendoza-Franco, E. (2014). *Helmintos parásitos de los peces*

del Río Lacantún en la Reserva de la Biósfera Montes Azules, Chiapas. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Salinas, J. C. (2020). *Caracterización morfológica y molecular de nemátodos del género Rhabdochona (Raillet, 1916) en México.* Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Sarmiento, F. O. (2001). *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica.* Abya-Yala.

SEMARNAP, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca. (2000). *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Montes Azules México.* México. Instituto Nacional de Ecología.

Sures, B., Nachev, M., Selbach, C. y Marcogliese, D. J. (2017). Parasite responses to pollution: what we know and where we go in “Environmental Parasitology”. *Parasites & Vectors*, 10(65). <https://doi:10.1186/s13071-017-2001-3>

Velázquez-Velázquez, E., López-Villa, 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. <https://doi.org/10.3897/zookeys.632.9747>

Windsor, D. A. (1998). Controversies in parasitology, Most of the species on Earth are parasites. *International Journal for Parasitology*, 28(12), 1939–1941. [https://doi:10.1016/s0020-7519\(98\)00153-2](https://doi:10.1016/s0020-7519(98)00153-2)

Wunderlich, A., Simioni, W., Zica, É. y Siqueira, T. (2022). Experimental evidence that host choice by parasites is age-dependent in a fish-monogenean system. *Parasitology Research*, 121(1), 115-126.

Yamaguti, S. (1971). *Synopsis of Digenetic Trematodes of Vertebrates.* Vol. 1. Keigaku Publishing.

Yamaguti, S. (1975). *A Synoptical Review of Life Histories of Digenetic Trematodes of Vertebrates.* Keigaku Publishing.

ANEXOS

Técnicas de fijación, tinción y aclarado (Caspeta-Mandujano *et al.*, 2009).

▪ Fijadores

Formol salino al 4%

Formol comercial.....	4 ml
Cloruro de sodio	0.75 gr
Agua destilada	96 ml

Formol al 4%

Formol comercial.....	4 ml
Agua destilada	96 ml

▪ Tinción

Paracarmín de Mayer

Ácido carmínico.....	1.0 g
Cloruro de aluminio hidratado.....	0.5 g
Cloruro de calcio anhidro	4.0 g
Alcohol etílico al 70%	100 ml

Procedimiento para la tinción

Colocar al organismo en alcohol al 70% (10 min)
Teñir con Paracarmín de Mayer (30 s – 1 min) dependiendo del grosor
Lavar en alcohol al 70%
Diferenciar en alcohol acidulado al 2%
Lavar en alcohol al 70% (10 min)
Alcohol 80% (10 min)
Alcohol 90% (10 min)
Alcohol 96% (10 min)
Alcohol absoluto (20 min)
Aclarar en salicilato de metilo o aceite de clavo
Montar en bálsamo de Canadá
Etiquetar con datos de colecta

Hematoxilina de Delafield

Hematoxilina al 3.5% en alcohol absoluto	100 ml
Alumbre de amonio al 6.5% acuoso	320 ml
Glicerina Q.P.	100 ml

Procedimiento para la tinción

Colocar al organismo en alcohol al 70% (10 min)
Hidratación en alcoholes graduales
Alcohol 50° (10 min)
Alcohol 30° (10 min)
Agua destilada (10 min)
Teñir con Hematoxilina de Delafield (2 – 3 min)
Diferenciar en agua acidulada al 2%
Lavar en agua destilada
Lavar en agua común (hasta virar el color)
Alcohol 30° (15 min)
Lavar en agua destilada
Alcohol 50° (15 min)
Alcohol 70° (15 min)
Alcohol 80° (15 min)
Alcohol 90° (15 min)
Alcohol 96° (15 min)
Alcohol absoluto (15 – 20 min), dos cambios
Aclarar en salicilato de metilo o aceite de clavo
Montar en bálsamo de Canadá
Etiquetar con datos de colecta

Tricrómica de Gomori

Cromotropo 2R	0.6 g
Fast Green F. CF.....	0.3 g
Ácido fosfotúngstico.....	0.7 g
Ácido acético	1 ml
Agua destilada	100 ml

Procedimiento para la tinción

Colocar al organismo en alcohol al 70% (10 min)
Hidratar en alcoholes graduales
Alcohol 50° (10 min)
Alcohol 30° (10 min)
Agua destilada (10 min)
Teñir con Tricrómica de Gomori (1 – 5 min) dependiendo del grosor
Diferenciar en agua acidulada al 2% con ácido clorhídrico
Lavar en agua destilada
Deshidratar en alcoholes graduales
Alcohol 30° (15 min)
Alcohol 50° (15 min)
Alcohol 70° (15 min)
Alcohol 80° (15 min)
Alcohol 90° (15 min)
Alcohol 96° (15 min)
Alcohol absoluto (15 – 20 min), dos cambios
Aclarar en salicilato de metilo o en aceite de clavo
Montar en bálsamo de Canadá
Etiquetar con datos de colecta

- **Aclarador para monogéneos**

Medio de Gray-Wess

Alcohol polivinílico	2g
Acetona al 70%	7 ml
Glicerina	5 ml
Ácido láctico	5 ml
Agua destilada	10 ml

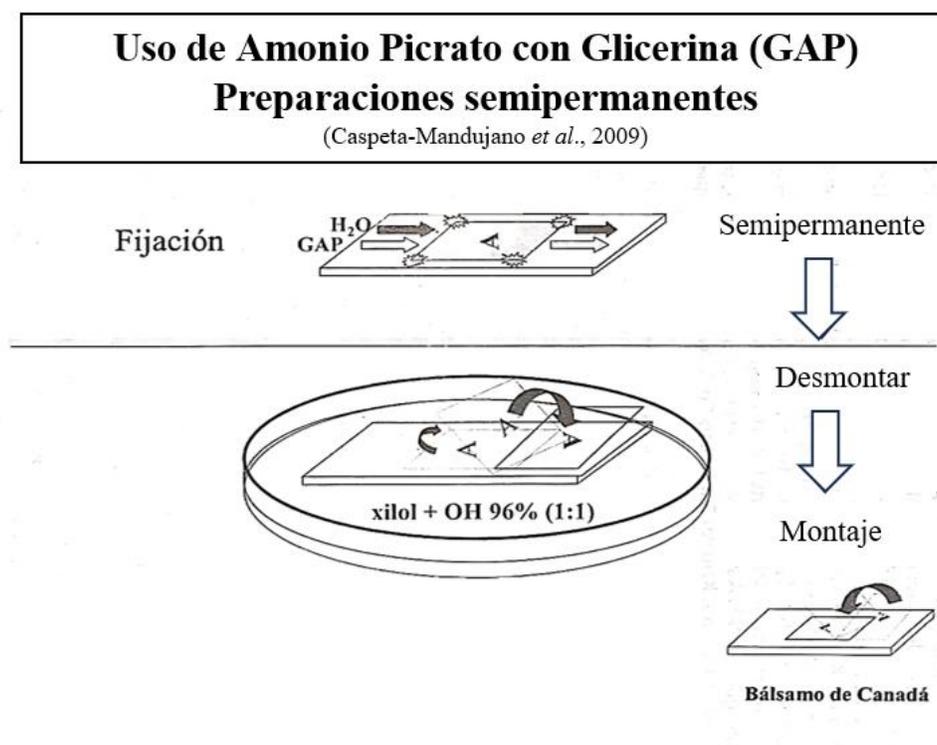
- **Aclarador para nemátodos**

Glicerina a diferentes concentraciones (1:20, 1:15, 1:10, 1:5, 1:2).

- **Amonio Picrato con glicerina (GAP) para monogéneos**

Preparación semipermanente: Preparar solución con amonio-picrato y glicerina a una concentración [3:1] más 3 gotas de ácido láctico. Colocar una gota de la solución en un portaobjetos y en seguida, con la ayuda de agujas finas, tomar al monogéneo situándolo en el centro de la gota, posteriormente colocar un cubreobjetos y fijarlo en sus cuatro esquinas con esmalte de uñas transparente.

Desmorte: A partir de una muestra semipermanente con amonio-picrato se obtiene una preparación permanente. Colocar las laminillas en una caja de Petri con solución de xilol más alcohol al 96% [1:1], posteriormente remover el cubreobjetos con cuidado y agregar una gota de bálsamo de Canadá sobre el monogéneo y sobre este colocar otro cubreobjetos (Mendoza-Franco *et al.*, 2013).



GLOSARIO

Basado en Caspeta-Mandujano *et al.*, 2009, Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, (2001), y Sarmiento, 2001.

Abundancia de especies: Indica el número de individuos presentes en un hábitat determinado.

Acantocéfalos: De *akanta* = espina + *cephala* = cabeza. Helmintos del phylum Acanthocephala cuyos miembros son parásitos en estadio adulto del intestino delgado de vertebrados. Están formados por una proboscis provista de ganchos y espinas con las que se fija a la mucosa intestinal del hospedador. En el estadio adulto es elongado, aplanado o bien en forma de saco; son dioicos.

Bioindicadores: Especie indicadora. Usada como monitor de las condiciones ambientales de un sitio.

Céstodos: Helmintos del phylum Platyhelminthes (Clase Cestoda). Su cuerpo consiste en un escólex o “cabeza”, cuello y estróbilo en forma de cinta que está formado por proglótidos de tres tipos, inmaduros, maduros y grávidos.

Especie endémica: Especie propia y exclusiva de una región.

Especie introducida: Especie exótica. Aquella que no es nativa del sitio en el que se encuentra en la actualidad y que ha llegado allí introducida de forma artificial.

Especie nativa: Especie dispersable que se originó en el mismo sitio donde se encuentra en la actualidad.

Especie vicaria: Aquella que es muy afín a otra especie cuya distribución es alopátrica.

Helmintiasis: Infección producida por helmintos, los cuales residen o migran a los tejidos, órganos o cavidades del hospedador en estadio juvenil o adulto.

Hospedero definitivo: Es el último hospedero en el cual un parásito alcanza la maduración sexual o se realiza la fecundación.

Hospedero intermediario: Es el hospedero en el cual un parásito se desarrolla hasta determinado grado, pero sin llegar a la madurez sexual.

Hospedero paraténico: Hospedero de transporte. Es el hospedero intermediario “potencial” donde el parásito sobrevive en estadio larvario o inmaduro sin completar su desarrollo. Es utilizado como refugio temporal y vehículo para alcanzar al hospedero definitivo.

Monogéneos: Helmintos hermafroditas que infectan a una amplia variedad de organismos acuáticos incluyendo cefalópodos, peces y anfibios donde han sido estudiados principalmente. Generalmente presentan alta especificidad hospedatoria. Se distinguen tres partes de su cuerpo: la anterior constituida por los lóbulos, órganos cefálicos y glándulas; la parte media donde se encuentran los órganos reproductivos y la parte posterior compuesta

por órganos de fijación que en conjunto forman el opistohaptor que incluye magroganchos, microganchos, barras y muy excepcionalmente un par de ventosas.

Nemátodos: Helmintos dioicos con ciclos de vida directos e indirectos, en su estadio adulto afectan generalmente el tubo digestivo de los vertebrados. En general, su cuerpo es cilíndrico y su dimorfismo sexual muy marcado, por lo regular las hembras son de mayor tamaño que los machos. Presentan un sistema digestivo completo. Entre las estructuras taxonómicas externas se encuentran las papilas cefálicas, los anfidios y los deiridios.

Riqueza de especies: Diversidad de especies. Número de especies que ocupan un sitio determinado.

Tremátodos: En su mayoría son helmintos hermafroditas con ciclo de vida indirecto. En su fase adulta invaden generalmente el tubo digestivo de los vertebrados y como metacercarias (libres o enquistadas) alcanzan a establecerse en diferentes órganos del hospedero. Su cuerpo está formado por el parénquima, órganos de fijación conocidos comúnmente como ventosas (anterior y ventral o acetábulo), un sistema nervioso, reproductor, digestivo y aparato excretor.

Tributario: Afluente.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



FACULTAD
DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Secretaría de Extensión

Licenciatura en Biología, Programa Educativo de Calidad.

Cuernavaca, Morelos a 09 de abril de 2024

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES

PRESENTE

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta la Pasante de Biólogo: **SONIA GUERRERO MARTÍNEZ**, con el título del trabajo: **HELMINTOS PARÁSITOS DE *Eugerres mexicanus* (Steindachner, 1863) (Gerreidae) EN EL RÍO LACANTÚN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MONTES AZULES, CHIAPAS, MÉXICO.** En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación por Tesis como lo marca el artículo 6° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Atentamente
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

PRESIDENTE: M. EN C. VERÓNICA CHÁVEZ LÓPEZ

SECRETARIO: DRA. ROSA GABRIELA BELTRÁN LÓPEZ

VOCAL: DR. JUAN MANUEL CASPETA MANDUJANO

SUPLENTE: DRA. IVETH DEL ROCIO CASTRO ORTEGA

SUPLENTE: M. EN C. MARINA TAPIA OSORIO



Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209, Unidad Biomédica,
Tel. (777) 329 7047, 329 7000, Ext. 3527 / titulaciones.biologia@uaem.mx

UAEM
RECTORÍA
2023-2029



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JUAN MANUEL CASPETA MANDUJANO | Fecha:2024-04-09 13:17:50 | Firmante

vFJygzgwrddHVWhrKp+TSru3kYwV/43019TnDv3DwpQLoB6PaMw1zfqqXn2cUeTR6FH/EI3z5VMD72UPgX1JIXAnXy8sxPcx1f/SnzxMqBhDPqezTFgTcnwGHx4lzCOxOgQRlhhlXIS8eixU+Yjt4+JulB0RtH7D9GZcG7H1UlsM6Wuc+AySpJWnXG90czSKm3HeBbbrb/lg6rbYXm0oa+uU0uUNfZt0OwZNSXZDIL6wVzoXAX5RVYCWwyy0m4nSv6c3N040YwtY60sMUw6w8/v17gsn5kfeJ9Uct1K2/W1UuMHIQWPhyvxZVBg8ibgFuz+AiXHcj93k67UrQ+g==

VERONICA CHAVEZ LOPEZ | Fecha:2024-04-09 14:10:59 | Firmante

U5Gidwpz8jKDoefCbUDJo33ayMcg7h/+ySBSTJecDQwUK/FuCT9gJtnJ1M3Ha4H5PxRmTiet2bRjjgqUB3DCIO2I2yt2v0z1Z/kyZW3PE8X7+e9Th078gjYJSXdat7q4WY7FB8CbbTCR/s8rYisgPUeTe3iZH+r5zBCxsivetMidxhWA0fBNYxcnlp4vsGciVv8ygJjilAP0Qc373s319JTh5rab20XlhpTlms6l1elpZq6klV4mthfV6Te3g1CdB4+hZOjtoUmWm5foOBg5fMkelzblcp7iSu9V4GLbkg6uLQKD2frC1xB0sClfvktTS8N1pSY3wfmWwhIA9e3Qw==

ROSA GABRIELA BELTRAN LOPEZ | Fecha:2024-04-09 14:31:47 | Firmante

g/hAjileZurehpKkfwflllUyNB/Q9zQL7jUHIN4k6Re7b3hlMadmhNYLqQZ53+VpbHgYkd3WqHGq3JElvw0TnZaEgQZ4rPnTUZAn9keln0mK/01BC4MZFuDndZR/QVpqqo3RXwkaXM0vbPvmXZcexXl3mn9NsCf6o5zgo9DEgbapTRTzsjL0e3hodwCpPG8J+mm/peLVWE0wcB6k8t+s38gek0Awj8sBC5OKGxryCvldGjCt3wVVLGbnlyfprFDkelNI3ImZQFRxiM5RdeQgAlhlmI+O/3AOaB+ZVci5kLmlqSjsJaDQvhw+eP9rKfRtBt+smLVwhSXpoF4oKlg==

MARINA TAPIA OSORIO | Fecha:2024-04-09 14:34:42 | Firmante

ZWOolmOqfeKO9dG7DqPesqRaJohZ49MPZ+8RdGn7BUYbKuH19bmH2SIHNtOzOvazc72Mq+nqNUq3P7QGhXSIF+qBAuLjzsPgmFVWiXsLqKXSPiF5AbVlqSHaYAjjn0OVkWPfHid4OR1yFnhf1qCtV3AyuLboDMq+DaGdou8UT5tFfAULzah8kqglVPhdMjdkx54F/INf27+bYJzBhKkbfMipy2faKq1MtULr7JsMnMv8ff3baCvG20ZB4o+TdqMWN2OtiygSTxjnpelG/5fkplQma1pYkq7DSTTj3osXcA+qSDPZQ/5bTgpkEmDPUoyZ5JisN3qfkr5QqdbgfJg==

IVETH DEL ROCIO CASTRO ORTEGA | Fecha:2024-04-09 21:48:05 | Firmante

mFE1u4drySIC4zIXcaeLsrSgVbOKI0PIeLkhvN/x5csdXDtevd8TBvf6NiH6zuyte8t0eXP7gne4kqtWWTuEEIBk/zY6g/7L66m5oYiqSEBL2B4dH3aHN+3v1XSlgr8olKIRL+coyN+oNiH7DLp2bjZjs5mb4CtblxgZGW8xl+GhrvObAC9HB17wgqZC2ww+hpTU3VC9F7pj/tf5ULZz8qnSBKdLy586WuvZYGALtmo3I02IGfmWUvK3aLrZ+claBfuwQQP+nfv+Yflu3hV+hkS TUq/MQPziRvWmOXPLt7FLBd9ehxIHOpjabu0tHgoZKMq9aqM9dQSGiZEsXA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



TtcOF3qim

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/JYaz3Ad0tNbKQeNuXuXUYaVlsD4UpCFR>



UAEM
RECTORÍA
2023-2029