



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**“Factores que estructuran las comunidades de helmintos en cíclidos (Pisces: Osteichthyes: Cichlidae) de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas”.**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN CIENCIAS**

CAMPO DE CONOCIMIENTO: LIMNOLOGÍA

PRESENTA:  
BIÓL. RODRÍGUEZ ALVARADO VIANEY

**TUTOR PRINCIPAL:**  
DR. GUILLERMO SALGADO MALDONADO  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

**COMITÉ TUTOR:**

DR. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

DR. JORGE CIROS PÉREZ  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

DRA. ELIZABETH ORTEGA MAYAGOITIA  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

DR. OSCAR RICO CHÁVEZ  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., FEBRERO DE 2022**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## **POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

### **Proyecto de Maestría**

“Factores que estructuran las comunidades de helmintos en cíclidos (Pisces: Osteichthyes: Cichlidae) de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas”.

### **Campo de conocimiento**

Limnología

### **Presenta**

Biól. Rodríguez Alvarado Vianey  
**Tutor principal**

Dr. Guillermo Salgado Maldonado  
Instituto de Biología, UNAM

### **Comité tutor**

Dr. Fernando Álvarez Noguera  
Instituto de Biología, UNAM

Dr. Oscar Rico Chávez  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

Dra. Elizabeth Ortega Mayagoitia  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Dr. Jorge Ciros Pérez  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**México, CD. MX., febrero 2022**

## **AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS**

Al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de continuar con mi preparación profesional y superación académica, por brindarme las herramientas para seguir preparándome para lograr mejores oportunidades en un futuro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme la beca nacional para estudiantes de posgrado.

Al proyecto PAPIIT IN200820: “Interacción, agregación y saturación en la estructura de comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas” y al proyecto CONACYT, con la propuesta A1-S-19959: “Influencia de procesos locales y regionales en la estructuración de las comunidades de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas” ambos a cargo del Dr. Guillermo Salgado Maldonado. El financiamiento por parte de ambos proyectos fue esencial para realizar las colectas de los ejemplares y su procesamiento en el laboratorio, lo cual permitió desarrollar la presente investigación de mi proyecto de maestría.

Al laboratorio de Helminología del Instituto de Biología, UNAM, por las instalaciones y todo el equipo necesario para poder desarrollar el presente trabajo.

Al Dr. Guillermo Salgado Maldonado, mi asesor y mentor, quien me brindó su apoyo en este importante proceso de mi formación, sobre todo por sus consejos y por motivarme a continuar desarrollándome académicamente y como persona, quien me ha guiado desde mi formación de licenciatura, desde entonces me ha transmitido sus conocimientos, con quien he mantenido conversaciones no solo relacionadas con la vida profesional, sino también relacionadas al arte y muchos temas más, muchas gracias por todo y sobre todo por su amistad.

A los integrantes de mi comité tutor, por compartirme sus conocimientos, por sus valiosos comentarios y ayuda, para que el presente trabajo este lo más completo posible.

Al Dr. Fernando Álvarez Noguera del Instituto de Biología, UNAM

Al Dr. Oscar Rico Chávez de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

A la Dra. Elizabeth Ortega Mayagoitia de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

Al Dr. Jorge Ciros Pérez de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

A los ictiólogos; Dr. Ernesto Velázquez Velázquez, Dr. Wilfredo Matamoros y el M. en C. Manuel Anzueto Calvo del laboratorio de ictiología en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), por su apoyo en campo y por prestarnos las instalaciones del laboratorio de ictiología para el procesamiento de los hospederos, así por su hospitalidad y hacernos sentir parte de la UNICACH.

A los helmintólogos; Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano de la Universidad Autónoma de Morelos y al Dr. Jesús Montoya Mendoza del Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz, por su apoyo en laboratorio para la identificación de los diferentes taxones de helmintos. A todos, gracias por sus consejos y por motivarme a seguir aprendiendo de este grupo taxonómico.

A los biólogos Ivonne López del Monte y Manuel Matus Matínez por su apoyo en campo. En especial a Ivonne por su compañía y amistad en este camino.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES Y DEDICATORIA**

A mis padres Azucena y Rodolfo, quienes siempre me han acompañado y alentado, por permanecer junto a mi en todo momento y por siempre impulsarme a seguir mis sueños y por inspirarme a tomar nuevos retos en mi vida. Por preocuparse siempre, por estar al pendiente de mi hermana y de mí, por darnos la confianza y las herramientas para conseguir todo lo que nos proponemos. Gracias por su amor, confianza, consejos y jalones de orejas cuando llegamos a flojear. Por siempre estar al pie del cañón por nosotras, por esperarme cuando salía del laboratorio, por mover cielo, mar y tierra para llevarme al aeropuerto o al camión para ir a mis prácticas de campo. Gracias por confiar en mí y en lo que decidí estudiar.

A mi hermana Jennifer por estar siempre a mi lado, tú eres una inspiración para mí, veo en ti mi motivación a nunca rendirme, realmente te admiro.

A mamá-Mari quien siempre nos enseñó a luchar, a tener más confianza y nunca rendirnos, por confiar siempre en mí.

Mamá-Mari y papá (q.e.p.d) gracias por su amor y apoyo incondicional.

A todos ustedes ¡Gracias por todo, lo logramos!

## CONTENIDO

RESUMEN .....	XVIII
INTRODUCCIÓN .....	1
Preguntas de investigación .....	3
HIPÓTESIS .....	4
OBJETIVOS .....	5
Objetivo general .....	5
Objetivos particulares.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
1. Área de estudio.....	6
2. Trabajo de campo .....	7
2.1 Caracterización de los sitios de muestreo.....	7
2.2 Colecta de hospederos .....	8
3. Trabajo de laboratorio.....	10
3.1 Examen de hospederos .....	10
3.2 Inventario helmintológico.....	12
4. Análisis de datos.....	13
4.1 Descripción de las poblaciones de helmintos.....	13
4.2 Descripción de las comunidades de helmintos .....	15
5. Influencia de la filogenia de los hospederos en la estructura de las comunidades de helmintos .....	21
6. Influencia de los factores abióticos en la estructura de las comunidades de helmintos.....	25
RESULTADOS .....	26
1. Localidades de muestreo .....	26
2. Hospederos recolectados .....	28
3. Inventario de las especies de helmintos .....	30

4. Descripción de las poblaciones de helmintos .....	33
4.1 Parámetros parasitológicos.....	33
5. Descripción de las comunidades de helmintos .....	44
5.1 Relación entre la riqueza observada y el número de hospederos examinados.....	44
5.2 Riqueza de especies.....	47
5.3 Análisis de diversidad .....	49
5.4 Riqueza y talla de los hospederos .....	55
5.5 Correlación de la talla de los hospederos con los helmintos.....	58
5.6 Relación de la alimentación del hospedero con los helmintos .....	60
6. Influencia de la filogenia de los hospederos en la estructura de las comunidades de helmintos .....	61
6.1 Relaciones filogenéticas entre las especies de cíclidos estudiadas.....	61
6.2 Diversidad filogenética .....	63
6.3 Diversidad beta filogenética .....	66
7. Influencia de los factores abióticos en la estructura de las comunidades de helmintos.....	68
7.1 Relación de las especies de cíclidos con la caracterización del hábitat....	68
7.2 Relación de las especies de helmintos con la caracterización del hábitat	69
DISCUSIÓN .....	72
1. Inventario helmintológico .....	72
2. Poblaciones de helmintos .....	74
3. Comunidades de helmintos .....	75
4. Factores bióticos que influyen en la estructura de comunidades de helmintos.....	76



5. Factores abióticos que influyen en la estructura de comunidades de helmintos.....	80
CONCLUSIONES.....	82
REFERENCIAS.....	84
APÉNDICES.....	93
APÉNDICE I: LOCALIDADES DE COLECTA .....	95
Localidad 1: Puente la Luz.....	97
Localidad 2: Ojo de Agua.....	101
Localidad 3: San Francisco .....	105
Localidad 4: Presa Malpaso .....	108
APÉNDICE II: HOSPEDEROS.....	112
Familia Cichlidae Heckel, 1840 .....	113
Hospederos.....	114
<i>Cichlasoma grammodes</i> Taylor y Miller 1980 .....	114
<i>Tricromis salvini</i> (= <i>Cichlasoma salvini</i> ) (Günther 1862) .....	116
<i>Mayaheros urophthalmus</i> (= <i>Cichlasoma urophthalmus</i> ) (Günther 1862).....	118
<i>Paraneetroplus hartwegi</i> (Taylor y Miller 1980).....	120
<i>Petenia splendida</i> Günther 1862.....	122
<i>Cincelichthys pearsei</i> (= <i>Theraps pearsei</i> ) (Hubbs 1936) .....	124
<i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner 1864).....	126
APÉNDICE III: PROCESAMIENTO CURATORIAL DE LOS HELMINTOS.....	128
Tinción con Paracarmín de Mayer .....	129
Tinción con Hematoxilina de Ehrlich .....	130
Phylum Platyhelminthes Minot, 1876 .....	132
Clase Monogenea .....	132
Clase Trematoda Rudolphi, 1808.....	135
Subclase: Digenea Carus, 1863 (Adultos) .....	135

Subclase: Digenea Carus, 1863 (Metacercarias).....	143
Acanthocephala .....	175
<i>Neoechinorhynchus golvani</i> Salgado-Maldonado, 1978 .....	175
Nematoda.....	180
<i>Goezia nonipapillata</i> Osorio-Sarabia, 1981.....	180
<i>Raillietnema kraitscheri</i> Moravec, Salgado-Maldonado et Pineda-López, 1993 .....	181
<i>Contraecaecum</i> sp. (larva).....	183
Larvas de Nemátodos .....	185
APÉNDICE V: ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS PARÁSITOS .....	186
APÉNDICE VI: ESTRUCTURACIÓN DE LAS MATRICES DE DATOS.....	216
1.1 Geolocalización de las localidades de colecta .....	217
1.2 Caracterización limnológica de cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	217
1.3 Estructura del hábitat .....	218
1.4 Infracomunidad de los helmintos recolectados en cíclidos .....	219
1.5 Componente de comunidad de los helmintos recolectados en cíclidos ..	222
BIBLIOGRAFÍA .....	223

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Números de acceso de GenBank del grupo externos y de los hospederos colectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	23
<b>Tabla 2.</b> Parámetros limnológicos de cada una de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones). ....	26
<b>Tabla 3.</b> Estructura del hábitat de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones).....	27
<b>Tabla 4.</b> Tipo de sustrato en cuatro localidades del río Grijalva.....	28
<b>Tabla 5.</b> Número de ejemplares recolectados de cada especie de cíclido en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	29
<b>Tabla 6.</b> Especies de peces registradas habitando en simpatria con los cíclidos recolectados para su estudio helmintológico en cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	29
<b>Tabla 7.</b> Inventario helmintológico de siete especies de cíclidos en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	31
<b>Tabla 8.</b> Parámetros parasitológicos en cuatro localidades de la cuenca media del Río Grijalva, Chiapas. Prevalencia (%), (Intensidad media $\pm$ SD) y Abundancia $\pm$ SD.....	35
<b>Tabla 9.</b> Parámetros parasitológicos en siete hospederos en la cuenca media del Río Grijalva, Chiapas. ....	39
<b>Tabla 10.</b> Coeficientes de Pearson de los parásitos de mayor prevalencia con la longitud total de los hospederos de especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (Únicamente se consideraron los cíclidos con N>6). ....	44
<b>Tabla 11.</b> Número de cíclidos recolectados en localidades de la cuenca del río Grijalva, número de hospederos examinados y parasitados. (ECT: Ectoparásitos, EN.AD: Endoparásitos adultos, EN.LA: Endoparásitos larvas). ....	46
<b>Tabla 12.</b> Riqueza de parásitos en cada componente de comunidad en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	49
<b>Tabla 13.</b> Descriptores de la estructura de las infracomunidades de helmintos en siete especies de cíclidos en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (PL: Puente la Luz, OA: Ojo de Agua, SF: San Francisco y PM: Presa Malpaso).....	50

<b>Tabla 14.</b> Descriptores de la estructura en cada componente de comunidad de helmintos de siete especies de cíclidos en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	53
<b>Tabla 15.</b> Clases de talla de <i>C. grammodes</i> en tres localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	56
<b>Tabla 16.</b> Clases de talla de <i>M. urophthalmus</i> en la Presa Malpaso en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	56
<b>Tabla 17.</b> Talla de <i>P. hartwegi</i> en Puente la Luz en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	57
<b>Tabla 18.</b> Clases de talla de <i>P. splendida</i> en dos localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	57
<b>Tabla 19.</b> Clases de talla de <i>C. pearsei</i> en la Presa Malpaso en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	58
<b>Tabla 20.</b> Clases de talla de <i>T. helleri</i> en la Presa Malpaso en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	58
<b>Tabla 21.</b> Correlaciones de Pearson para valorar la relación de la riqueza y abundancia de parásitos a nivel componente de comunidad e infracomunidad con la longitud total de los hospederos de especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (RT: Riqueza total, AT: Abundancia total, ECT: Ectoparásitos, EN.AD: Endoparásitos adultos, EN.LA: Endoparásitos larvas). ....	59
<b>Tabla 22.</b> Hábitos alimenticios de las especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	60
<b>Tabla 23.</b> Asociación entre el tipo de alimentación con las especies de helmintos parásitos en cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	60
<b>Tabla 24.</b> Matriz de distancias genéticas de las especies sometidas al análisis filogenético. ....	63
<b>Tabla 25.</b> Especificidad del hospedero por taxones de helminto, medido como la diversidad filogenética de siete especies de cíclidos. Abreviatura de las especies de helmintos están entre paréntesis, PD (Diversidad filogenética), (S) Riqueza de hospederos. NA No Aplica.....	63
<b>Tabla 26.</b> Efecto estandarizado de la diversidad filogenética de los distintos taxones de helmintos colectados en siete especies de cíclidos nativos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	65
<b>Tabla 27.</b> Diversidad beta ( $\beta_{SOR}$ ) entre las comunidades de helmintos en siete especies de cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.....	67

<b>Tabla 28.</b> Distancia filogenética de las siete especies de cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	67
<b>Tabla 29.</b> Relación entre la estructura del hábitat y los factores limnológicos de cuatro localidades con la abundancia de siete especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	68
<b>Tabla 30.</b> Relación entre las características de la estructura del hábitat y los factores limnológicos de cuatro localidades con la abundancia de helmintos de siete especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....	69
<b>Tabla 31.</b> Correlaciones de Pearson para la riqueza y abundancia de helmintos, considerando los atributos de los hospederos y las condiciones del hábitat. ....	71
<b>Tabla 32.</b> Características limnológicas de la localidad Puente la Luz. Se muestran los valores mínimos y máximos, así como el promedio con su respectiva desviación estándar de cada una de las variables. ....	100
<b>Tabla 33.</b> Características limnológicas de la localidad Ojo de Agua. ....	104
<b>Tabla 34.</b> Características limnológicas de la localidad San Francisco. ....	107
<b>Tabla 35.</b> Características limnológicas de la Presa Malpaso. ....	111
<b>Tabla 36.</b> Datos morfométricos en milímetros (Largo x Ancho) de <i>Oligogonotylus manteri</i> . ....	136
<b>Tabla 37.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Crassicutis cichlasomae</i> (Maduros). ....	141
<b>Tabla 38.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Crassicutis cichlasomae</i> (Inmaduros). ....	141
<b>Tabla 39.</b> Comparación de la morfometría de <i>C. cichlasomae</i> del presente estudio con otros autores. ....	142
<b>Tabla 40.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Clinostomum</i> sp. ....	144
<b>Tabla 41.</b> Comparación de la morfometría de <i>Clinostomum</i> sp. del presente estudio con otros autores. ....	146
<b>Tabla 42.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Posthodiplostomum minimum</i> ....	148
<b>Tabla 43.</b> Comparación de la morfometría de <i>P. minimum</i> del presente estudio con otros autores. ....	150
<b>Tabla 44.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Uvulifer</i> sp. ....	152

<b>Tabla 45.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Diplostomum</i> sp. 1 .....	157
<b>Tabla 46.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Diplostomum</i> sp. 2 .....	159
<b>Tabla 47.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Diplostomum</i> sp. 3 .....	161
<b>Tabla 48.</b> Comparación de la morfometría de <i>Austrodiplostomum</i> sp. 1, sp. 2 y sp. 3 del presente estudio con otros autores .....	164
<b>Tabla 49.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 2.....	168
<b>Tabla 50.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 3.....	170
<b>Tabla 51.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 4.....	172
<b>Tabla 52.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 5.....	174
<b>Tabla 53.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Neoechinorhynchus golvani</i> (Macho) .....	176
<b>Tabla 54.</b> Datos morfométricos en milímetros (LxA) de <i>Neoechinorhynchus golvani</i> (Hembra) .....	177
<b>Tabla 55.</b> Comparación de la morfometría de <i>N. golvani</i> (Macho) del presente estudio con otros autores.....	179
<b>Tabla 56.</b> Comparación de la morfometría de <i>N. golvani</i> (Hembra) del presente estudio con otros autores.....	179
<b>Tabla 57.</b> Distribución de parásitos colectados en cíclidos de cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, así como las familias y especies de cíclidos en las que también se pueden encontrar.....	187
<b>Tabla 58.</b> Especies de helmintos reportados en cíclidos, su distribución geográfica y presencia en otras familias. Se presenta su ciclo de vida. ....	193
<b>Tabla 59.</b> Parámetros limnológicos de cada una de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones).....	217
<b>Tabla 60.</b> Estructura del hábitat de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones).....	218
<b>Tabla 61.</b> Tipo de sustrato en cuatro localidades del río Grijalva.....	218
<b>Tabla 62.</b> Datos registrados a nivel infracomunidad de las poblaciones de helmintos de siete especies de cíclidos recolectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. Los acrónimos utilizados fueron los siguientes: LT_PEZ: Longitud total, LP_PEZ: Longitud patrón, ALT_PEZ: Altura, OLMA: <i>Oligogonotylus manteri</i> , CRCI: <i>Crassicutis cichlasomae</i> , CLIN: <i>Clinostomum</i> sp., POMI: <i>Posthodiplostomum</i>	

*minimum*, UVSP: *Uvulifer* sp., AUS1: *Austrodiplostomum* sp. 1, AUS2: *Austrodiplostomum* sp. 2, AUS3: *Austrodiplostomum* sp. 3, CEFO: *Centrocestus formosanus*, MET: Metacercaria Heterophyidae gen, MET1: Metacecaria sp. 1, MET2: Metacercarias sp. 2, MET3: Metacercarias sp. 3, MET4: Metacercarias sp. 4, MET5: Metacercarias sp. 5, SIME: *Sciadicleithrum mexicanum*, NEGO: *Neoechinorhynchus golvani*, RAKI: *Rhabdochona kidderi*, GON: *Goezia nonipapillata*, RAKR: *Rhabdochona kidderi*, COLA: *Contraecaecum* sp. (larva), LANE: Larvas de Nemátodos .....219

**Tabla 63.** Datos registrados a nivel componente de comunidad de siete especies de helmintos en la cuenca media del río Grijalva. Chiapas. Los acrónimos utilizados fueron los siguientes: PL: Puente la Luz, OA: Ojo de Agua, SF: San Francisco, PM: Presa Malpaso, LT\_PEZ: Longitud total, LP\_PEZ: Longitud patrón, ALT\_PEZ: Altura, OLMA: *Oligogonotylus manteri*, CRCl: *Crassicutis cichlasomae*, CLIN: *Clinostomum* sp., POMI: *Posthodiplostomum minimum*, UVSP: *Uvulifer* sp., AUS1: *Austrodiplostomum* sp. 1, AUS2: *Austrodiplostomum* sp. 2, AUS3: *Austrodiplostomum* sp. 3, CEFO: *Centrocestus formosanus*, MET: Metacercaria Heterophyidae gen, MET1: Metacecaria sp. 1, MET2: Metacercarias sp. 2, MET3: Metacercarias sp. 3, MET4: Metacercarias sp. 4, MET5: Metacercarias sp. 5, SIME: *Sciadicleithrum mexicanum*, NEGO: *Neoechinorhynchus golvani*, RAKI: *Rhabdochona kidderi*, GON: *Goezia nonipapillata*, RAKR: *Rhabdochona kidderi*, COLA: *Contraecaecum* sp. (larva), LANE: Larvas de Nemátodos .....222

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Sitios de muestreo en la cuenca media del Río Grijalva, Chiapas. ....6
- Figura 2.** A) Medición de parámetros limnológicos con equipo multiparamétrico HANNA HI 9829, B) profundidad y transparencia con disco de Secchi, C) Velocidad de la corriente.....8
- Figura 3.** A) Colecta de hospederos, B) transporte y C) Mantenimiento en el laboratorio de limnología, UNICACH.....9
- Figura 4.** A) Pesaje, B) Medición de longitud patrón y estándar y altura máxima, C) Examen externo, D) Examen interno, E) Fijación de helmintos en formol caliente. ..11
- Figura 5.** Distribución de los grupos Platyhelminthes y Acanthocephala en el hospedero. ....33
- Figura 6.** Prevalencia (%) y abundancia de los taxones de mayor distribución espacial en cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (La prevalencia está representada por las barras de colores y la abundancia por los puntos rojos)..37
- Figura 7.** Prevalencia y abundancia de los taxones de mayor distribución en especies de cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (La prevalencia está representada por las barras de colores y la abundancia por los puntos rojos). ....42
- Figura 8.** Variación en la talla de las siete especies de cíclidos colectados en cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. Localidades: PL (Puente la Luz), OA (Ojo de Agua), SF (San Francisco), PM (Presa Malpaso).....43
- Figura 9.** Relación entre la riqueza observada y el número de hospederos recolectados de seis especies de cíclidos examinados en cuatro localidades del río Grijalva, Chiapas. Los asteriscos o marcadores representan las observaciones y la curva en cada gráfica representan la curva de mejor ajuste a estos datos. ....45
- Figura 10.** Curvas de acumulación de especies de helmintos parásitos por componente de comunidad (cada especie de hospedero en cada localidad) en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....48
- Figura 11.** Análisis NMDS de la abundancia de los taxones de helmintos e infracomunidades. Mediante la distancia de Bray-Curtis (2D). Los acrónimos utilizados fueron los siguientes: Cíclidos: CIGR (*C. grammodes*), CIPE (*C. pearsei*), MAUR (*M. urophthalmus*), PAHA (*P. hartwegi*), PESP (*P. splendida*), TOHE (*T. helleri*) y TRSA (*T. salvini*). Localidades: PL (Puente la Luz), OA (Ojo de Agua), PM (Presa Malpaso) y SF (San Francisco).....51
- Figura 12.** Índice de similitud de Jaccard del componente de comunidad de helmintos de siete especies de cíclidos. Cíclidos: CIGR (*C. grammodes*), CIPE (*C. pearsei*),



MAUR (*M. urophthalmus*), PAHA (*P. hartwegi*), PESP (*P. splendida*), TOHE (*T. helleri*) y TRSA (*T. salvini*). .....54

**Figura 13.** Índice de similitud de Jaccard del componente de comunidad de helmintos de siete especies de cíclidos. Cíclidos: CIGR (*C. grammodes*), CIPE (*C. pearsei*), MAUR (*M. urophthalmus*), PAHA (*P. hartwegi*), PESP (*P. splendida*), TOHE (*T. helleri*) y TRSA (*T. salvini*), Localidades: 1 (Puente la Luz), 2 (Ojo de Agua), 3 (San Francisco) y 4 (Presa Malpaso). .....55

**Figura 14.** CCA de los hábitos alimenticios de las especies de cíclidos y especies de helmintos parásitos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. ....61

**Figura 15.** Filogenia de las siete especies de cíclidos examinadas en esta investigación, utilizando el principio de Máxima parsimonia, modelo TBR, Bootstrap n= 100 (gen Cytb de 581 pb de longitud). .....62

**Figura 16.** Árbol filogenético de siete especies de cíclidos con la presencia y ausencia de las especies de helmintos parásitos que se asociaron con más de dos especies de hospederos colectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (Azul: Presencia, Gris: Ausencia). Helmintos: CRCI (*C. cichlasomae*), CLIN (*Clinostomum* sp.), POMI (*P. minimum*), UVSP (*Uvulifer* sp.), AUS1 (*Austrodiplostomum* sp. 1), NEGO (*N. golvani*) y COLA (*Contraecum* sp. (larva)). .....64

**Figura 17.** Árbol filogenético de siete especies de cíclidos con la presencia y ausencia de las especies de helmintos parásitos colectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (Azul: Presencia, gris: Ausencia). .....66

**Figura 18.** Relación entre la diversidad beta de las comunidades de parásitos y las distancias filogenéticas de siete especies de cíclidos ( $r= 0.17$   $p= 0.6248$ ). .....67

**Figura 19.** Análisis de redundancia de la estructura del hábitat y variables limnológicas con las especies de helmintos recolectados en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva en Chiapas. Helmintos: SIME (*S. mexicanum*), OLMA (*O. manteri*), CRCI (*C. cichlasomae*), AUS1 (*Austrodiplostomum* sp. 1), AUS2 (*Austrodiplostomum* sp. 2), AUS3 (*Austrodiplostomum* sp. 3), CEFO (*C. formosanus*), UVSP (*Uvulifer* sp.), POMI (*P. minimum*), CLIN (*Clinostomum* sp.), NEGO (*N. golvani*), RAKI (*R. kidderi*), RAKR (*R. kritscheri*), GONO (*G. nonipapillata*), COLA (*Contraecum* sp. (larva)) y LANE (Larvas de Nemátodos). Variables: PROF (profundidad) y TUR (transparencia). .....70

**Figura 20.** Hidrografía de las localidades de muestreo en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....96

**Figura 21.** Hidrografía de la localidad Puente la Luz en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....97

<b>Figura 22.</b> Caracterización de la localidad Puente la Luz: A) Ancho del río y erosión. B) Tipo de sustrato (Cantos rodados) y velocidad de la corriente. C) Cobertura del dosel.....	99
<b>Figura 23.</b> Hidrografía de la localidad Ojo de Agua en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....	101
<b>Figura 24.</b> Caracterización de la localidad Ojo de Agua. A) Ancho del río, B) Erosión (lado izquierdo) y vegetación en el agua, C) Cobertura del dosel y la descarga del riachuelo.....	103
<b>Figura 25.</b> Hidrografía de la localidad San Francisco en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....	105
<b>Figura 26.</b> Caracterización de la localidad San Francisco. A) Ancho de río, velocidad de la corriente, sustrato (Bloques) y erosión (lado izquierdo). B) Cobertura del dosel y erosión (lado derecho). .....	106
<b>Figura 27.</b> Hidrografía de la localidad Presa Malpaso en la cuanca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....	108
<b>Figura 28.</b> Caracterización de la localidad Presa Malpaso. A) Erosión (lado izquierdo) y tipo de sustrato (Arena y grava). B) Erosión (lado derecho), pequeñas y grandes partes de árboles, C) Ancho del río.....	110
<b>Figura 29.</b> Distribución de la familia Cichlidae en el mundo. (Mapa realizado en Arcgis 10.5).....	113
<b>Figura 30.</b> <i>Cichlasoma grammodes</i> .....	114
<b>Figura 31.</b> Distribución de <i>C. grammodes</i> (Mapa realizado en Arcgis 10.5).....	115
<b>Figura 32.</b> <i>Tricromis salvini</i> .....	116
<b>Figura 33.</b> Distribución de <i>T. salvini</i> (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....	116
<b>Figura 34.</b> <i>Mayaheros urophthalmus</i> .....	118
<b>Figura 35.</b> Distribución de <i>M. urophthalmus</i> (Mapa realizado en Arcgis 10.5) .....	118
<b>Figura 36.</b> <i>Paraneetroplus hartwegi</i> .....	120
<b>Figura 37.</b> Distribución de <i>P. hartwegi</i> (Mapa realizado en Arcgis 10.5) .....	120
<b>Figura 38.</b> <i>Petenia splendida</i> .....	122
<b>Figura 39.</b> Distribución de <i>P. splendida</i> (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....	122
<b>Figura 40.</b> <i>Cincelichthys pearsei</i> .....	124

<b>Figura 41.</b> Distribución de <i>C. pearsei</i> (Mapa realizado en Arcgis 10.5).....	124
<b>Figura 42.</b> <i>Thorichthys helleri</i> .....	126
<b>Figura 43.</b> Distribución de <i>T. helleri</i> (Mapa realizado en Arcgis 10.5). .....	126
<b>Figura 44.</b> Morfología de <i>O. manteri</i> : VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, GO) Gonotilos, PG) Poro Genital, GV) Glándulas vitelógenas, VS) Vesícula Seminal, OV) Ovario, CI) Ciegos Intestinales, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior, UT) Utero. ....	136
<b>Figura 45.</b> Morfología de <i>C. cichlasomae</i> : A) Maduro B) Inmaduro: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, AC) Acetábulo, GV) Glándulas vitelógenas, HU) Huevos (en ejemplar maduro), OV) Ovario, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior.....	140
<b>Figura 46.</b> Morfología de <i>Clinostomum</i> sp: VO) Ventosa Oral, AC) Acetábulo, OV) Ovario, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior, CI) Ciegos Intestinales.....	144
<b>Figura 47.</b> Morfología de <i>P. minimum</i> : VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, AC) Acetábulo, OT) Órgano Tribocítico, OV) Ovario, TE) Testículos, BC) Bursa Copulatriz.....	148
<b>Figura 48.</b> Quiste de <i>Uvulifer</i> sp. ....	152
<b>Figura 49.</b> Quiste de <i>Centrocestus formosanus</i> .....	154
<b>Figura 50.</b> Morfología de <i>Diplostomum</i> sp. 1: PV) Pseudoventosas, VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, OT) Órgano Tribocítico, GV) Glándulas vitelógenas, PT) Primordios Testiculares. ....	157
<b>Figura 51.</b> Morfología de <i>Diplostomum</i> sp. 2: PV) Pseudoventosas, VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, OT) Órgano Tribocítico, GV) Glándulas vitelógenas, PT) Primordios Testiculares. ....	159
<b>Figura 52.</b> Morfología de <i>Diplostomum</i> sp. 3: PV) Pseudoventosas, VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, OT) Órgano Tribocítico, GV) Glándulas vitelógenas, PT) Primordios Testiculares. ....	161
<b>Figura 53.</b> Quiste de Heterophyidae gen.....	165
<b>Figura 54.</b> Morfología de la Metacercaria sp. 2: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, AC) Acetábulo, PT) Primordios Testiculares. ....	168
<b>Figura 55.</b> Morfología de la Metacercaria sp. 3: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, AC) Acetábulo, PT) Primordios Testiculares. ....	170
<b>Figura 56.</b> Morfología de la Metacercaria sp. 4: A) Quiste, B) Metacercaria. VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, AC) Acetábulo, PT) Primordios Testiculares. ....	172

**Figura 57.** Morfología de la Metacercaria sp. 5: A) Quiste, B) Metacercaria. VO) Ventosa Oral, FA) Faringe.....174

**Figura 58.** Morfología de *N. golvani* (Macho): PR) Proboscis, RP) Receptáculo de la Proboscis, LE) Lemniscos, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior, VS) Vesícula Seminal, GC) Glándulas de Cemento, DC) Ducto de Cemento, RC) Receptáculo de Cemento, PE) Pene.....176

**Figura 59.** Morfología de *N. golvani* (Hembra): LE) Lemniscos, RP) Receptáculo de la Proboscis, UT) Útero, HU) Huevos .....177

## RESUMEN

Este proyecto tiene el objetivo de analizar la influencia de los factores limnológicos y las características del hábitat sobre las comunidades de helmintos en poblaciones de siete especies de cíclidos nativos: *Cichlasoma grammodes*, *Mayaheros urophthalmus*, *Tricromis salvini*, *Paraneetroplus hartwegi*, *Petenia splendida*, *Cinzelichthys pearsei* y *Thorichtys helleri*. Estas especies de peces habitan en la cuenca del río Grijalva, presentan tallas, hábitos alimenticios, distribuciones geográficas, abundancias y densidades poblacionales distintas.

En agosto del 2019 se muestrearon cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, se recolectaron 55 hospederos y 960 ejemplares de helmintos parásitos de 22 taxones pertenecientes a los grupos Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda. Se realizó la descripción de los parámetros parasitológicos (prevalencia, intensidad promedio y abundancia), se calcularon los índices de diversidad a nivel infracomunidad y componente de comunidad. Las comunidades de helmintos estudiadas resultaron ser pobres en números de especies, altamente dominadas y poco diversas, tanto en infracomunidades como en los componentes de comunidad. Para analizar la influencia de las características ecológicas de siete especies de cíclidos, se correlacionó la riqueza y abundancia de los parásitos colectados con la talla, la alimentación y con las relaciones filogenéticas entre los hospederos. Se determinó que las diferencias en la composición de las comunidades de helmintos se explicaron principalmente por las diferencias en la talla ( $r=0.97$   $p < 0.05$ ) y el tipo de alimentación ( $r=0.99$   $p < 0.05$ ); al parecer las relaciones filogenéticas entre las especies de cíclidos estudiadas tienen poca influencia como fuerza estructural de estas comunidades ( $r= 0.17$   $p > 0.05$ ). En cuanto a la correlación con la estructura del hábitat, únicamente la profundidad y la turbidez tuvieron una correlación significativa ( $r=0.99$   $p < 0.005$ ) sobre la distribución y la estructura de las comunidades de helmintos. De manera general podemos plantear que la estructura de las comunidades de helmintos se manifestó de manera diferente en cada una de las localidades y en las diferentes especies de cíclidos en la cuenca del río Grijalva.

**Palabras clave:** Infracomuninad, componente de comunidad, atributos de los hospederos, características del hábitat.

## INTRODUCCIÓN

El conjunto de especies en un ecosistema está influenciado tanto por factores bióticos como abióticos. Estos factores actúan como filtros para que las especies se establezcan y permanezcan en los sistemas (Montaña y Winemiller, 2010). Los ensamblajes de parásitos en peces están moldeados por factores bióticos al igual que por otros factores como los limnológicos, incluyendo el pH, la salinidad y la productividad que influyen en la distribución de los hospederos intermediarios o definitivos y que también influyen directamente sobre los parásitos (Valtonen et al., 2001; Goater et al., 2005; Soldánová et al., 2010; Poulin et al., 2011 a, b; Blonar et al., 2016; Steenrod et al., 2019).

Entre los factores bióticos importantes para la estructura de los ensamblajes de parásitos están, por ejemplo, los relacionados con las características de sus hospederos como la morfología, fisiología, comportamiento, ecología o biogeografía del hospedero (Sweet et al., 2018). La talla de los hospederos es una característica fundamental para explicar la variación en el número de parásitos. Los hospederos de mayor talla estarán expuestos a más infecciones por parásitos y ofrecerán a los parásitos más nichos disponibles para colonizar, en comparación con los hospederos pequeños (Poulin y Rohde, 1997; Muñoz et al., 2007; Poulin et al., 2011 a, b; Poulin y Leung, 2011). También los hábitos alimenticios de los hospederos contribuye a explicar la diversidad taxonómica de los parásitos, porque muchos parásitos se transmiten a través del alimento (Luque y Poulin 2007; Vanhove et al., 2016).

La filogenia de los hospederos es otro factor a considerar en la composición de sus comunidades de parásitos. El registro de una especie de parásito en dos hospederos relacionados filogenéticamente puede ser parte de un legado de un antepasado en común. Aunque dos especies de hospederos relacionados filogenéticamente pueden haber divergido ecológicamente, por ejemplo, en el tamaño corporal, todavía pueden albergar faunas parásitas idénticas heredadas de su antepasado en común (Poulin y Rohde, 1997; Poulin et al., 2011b). En algunos casos los parásitos están tan estrechamente vinculados a sus hospederos

que cuando éstos divergen también divergen los parásitos, lo que conduce a una congruencia perfecta o casi perfecta entre los hospederos y los parásitos. Sin embargo, también se ha descrito que aunque los hospederos estén estrechamente relacionados, las comunidades de parásitos pueden diferir en sus descriptores numéricos, es decir, riqueza o abundancia (Muñoz et al., 2007).

Para explorar los temas tratados anteriormente, hemos escogido los parásitos de peces, en particular de los cíclidos. La familia Cichlidae son peces perciformes, que comprende de más de 1 000 especies, que se distribuyen en Sur y Centroamérica, partes de África, al Sur de la India, Madagascar, Sri Lanka, Siria y las Indias Occidentales. Los cíclidos habitan biotopos tropicales de tierras bajas y colonizan una amplia gama de hábitats (Conkel, 1997).

En México, los cíclidos están representados por 57 especies pertenecientes a 11 géneros, cuya diversidad se encuentra mayormente en sistemas hidrológicos del sureste de México, como en la cuenca del Río Grijalva (Soria-Barreto y Rodiles-Hernández, 2008; Rush-Miller, 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014, 2016; Anzueto-Calvo et al., 2016).

Este grupo de peces dulceacuícolas es una de las familias de peces con mayor diversidad de helmintos parásitos, se han registrado más de 200 especies de helmintos parásitos en 237 especies de cíclidos de África y América (Salgado-Maldonado, 2006; Vanhove et al., 2016).

En México se ha documentado que los cíclidos albergan un conjunto de especies típicas, entre las que se incluyen *Crassicutis cichlasomae* Manter, 1936, *Oligogonotylus manteri* Watson, 1976, *Sciadicleithrum* spp., *Neoechinorhynchus golvani* Salgado-Maldonado, 1978 y *Rhabdochona kidderi* (Pearse, 1936). Algunas de estas especies de helmintos, como *Cichlasotrema ujati* Pineda-López y Andrade-Salas, 1989 se distribuyen sólo en el sureste de México, mientras que otras se distribuyen más ampliamente con la familia de sus hospederos, como *C. cichlasomae*, que se distribuye desde el sureste de México hasta el norte del estado de Nuevo León (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006).

En México la fauna helmintológica de los cíclidos es una de las mejor documentadas, se han caracterizado aspectos de su taxonomía (Vidal-Martínez et

al., 2001), descripción de las comunidades de helmintos y distribución geográfica (Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Salgado-Maldonado et al., 2020), incluso, se ha explorado la relación de los helmintos con los factores abióticos (Paredes-Trujillo et al., 2020). En efecto, la relación parásito-hábitat en cíclidos de México la describen Paredes-Trujillo et al., 2020, en tres especies de cíclidos: *Chiapaheros grammodes* (Taylor y Miller, 1980), *Vieja breidohri* (Werner y Stawikowski, 1987) y *V. hartwegi* (Taylor y Miller, 1980) de la cuenca alta del río Grijalva, reportaron que varias especies de digeneos eran abundantes en aguas poco profundas y con una alta productividad.

Estamos interesados en explorar la distribución espacial de la biodiversidad y entender cómo se estructuran las comunidades bióticas. De acuerdo con lo cual en esta investigación planteamos las preguntas siguientes:

### **Preguntas de investigación**

¿Qué papel juegan los factores limnológicos y las características estructurales del hábitat de los hospederos como fuerzas que estructuran las comunidades de parásitos?

¿Podemos identificar características propias de cada especie de hospedero como factores estructurales de sus comunidades de parásitos?



## **HIPÓTESIS**

Esperamos que la variabilidad en las comunidades de helmintos de distintas especies de cíclidos se relacione con la complejidad de la estructura del hábitat y con las variables limnológicas que afectan las poblaciones de hospederos. Los factores bióticos constituirán fuerzas estructurales importantes que actúan sobre la comunidad de parásitos. Así, los atributos de cada especie de cíclido serán factores a tomar en cuenta para explicar la riqueza de especies de parásitos.

Esperamos que mientras más amplia sea la distribución geográfica la riqueza de parásitos observada será mayor.

Otro atributo que esperamos tenga influencia entre la estructura de la comunidad de parásitos en cada hospedero es la talla. Esperamos que las especies que alcanzan las tallas mayores tendrán las comunidades más ricas.

Los hábitos alimenticios también jugarán un papel importante. Anticipamos que las especies carnívoras y omnívoras tendrán más parásitos que las herbívoras.

Las relaciones filogenéticas de los hospederos pueden influir sobre la estructuración de las comunidades de parásitos: anticipamos que las especies de cíclidos que estén más estrechamente relacionadas compartirán más especies de parásitos y sus comunidades exhibirán mayor similitud en composición y estructura.

Para explorar las hipótesis anteriores planteamos los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar la importancia de los factores limnológicos, la estructura del hábitat y las características típicas de diferentes especies de cíclidos, como factores que estructuran la comunidad de helmintos parásitos.

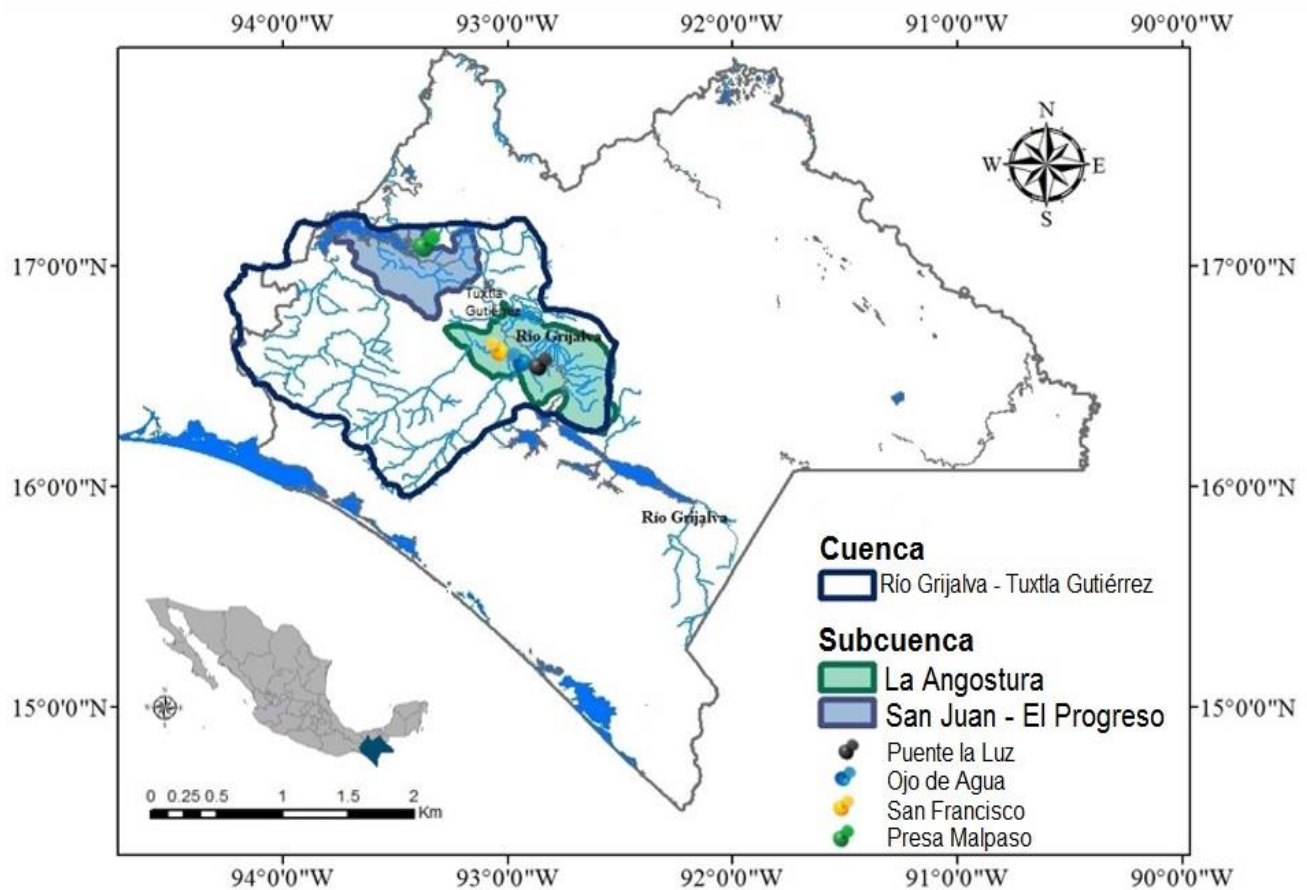
### **Objetivos particulares**

- Evaluar las condiciones limnológicas y caracterizar la estructura del hábitat en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva en Chiapas.
- Caracterizar las comunidades de helmintos en siete especies de cíclidos nativos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.
- Identificar los atributos de los hospederos que influyen sobre la estructura de las comunidades de parásitos.
- Examinar si las condiciones limnológicas y de la estructura del hábitat constituyen factores que influyen en la estructura de la comunidad de parásitos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Área de estudio

Del 9 al 18 de agosto del 2019 se muestrearon cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas: Puente la Luz, Ojo de Agua, San Francisco y la Presa Malpaso. Estas localidades pertenecen a las subcuencas de la Angostura y San Juan – El Progreso, las cuales forman parte de la cuenca media del Río Grijalva -Tuxtla Gutiérrez (Figura 1). Estas localidades fueron seleccionadas debido a que presentan el hábitat ideal para las poblaciones de cíclidos, por lo que se aseguró la posibilidad de obtener ejemplares de distintas especies de cíclidos, esto de acuerdo con los datos de la Colección de Peces Dulceacuícolas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH).



**Figura 1.** Sitios de muestreo en la cuenca media del Río Grijalva, Chiapas.

## **2. Trabajo de campo**

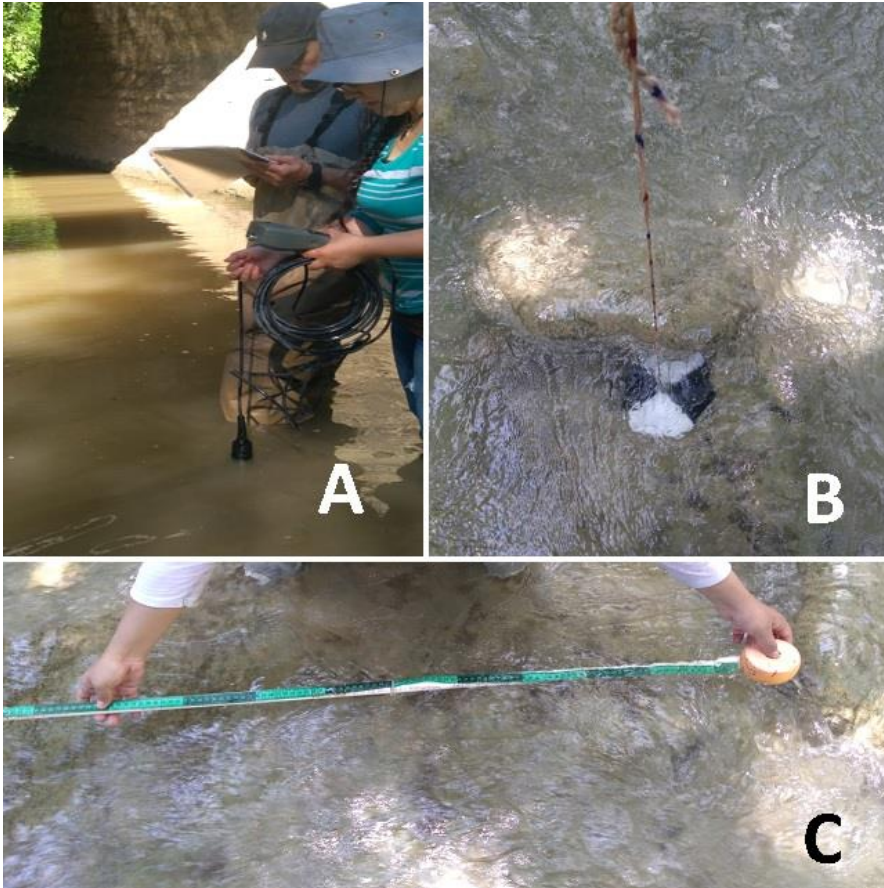
### **2.1 Caracterización de los sitios de muestreo**

En cada una de las localidades se implementó un transecto de 150 m, en el cual se midieron los parámetros limnológicos, se caracterizó la estructura del hábitat y capturamos a los hospederos.

Se caracterizó el hábitat y la limnología de cada una de las localidades, incluyendo su geolocalización (coordenadas y altitud) con un GPS Garmin eTrex10. Con un equipo multiparamétrico HANNA HI 9829 se midieron los parámetros limnológicos: temperatura del agua, conductividad, total de sólidos disueltos, salinidad, oxígeno disuelto y pH. Con el disco de Secchi se midió la profundidad y transparencia del agua; con un flexómetro se midió el ancho del río y la velocidad de la corriente (segundos en el que un flotador recorría un metro). Para la caracterización del hábitat se aplicó el protocolo desarrollado por los Drs. Wilfredo A. Matamoros y Ernesto Velázquez Velázquez (UNICACH), bajo su dirección. Este protocolo consiste en expresar en porcentaje la presencia o ausencia de pequeños rápidos, rápidos, remansos, pozas (definiciones en apéndice I), cobertura del dosel, estructura de hábitat (lugares en el que los hospederos podían refugiarse), vegetación en el agua, erosión del lado derecho e izquierdo, presencia de partes de árboles en el agua y el tipo de sustrato (grandes bloques, cantos rodados, grava, arenas y lodo) (Figura 2).

Estos parámetros físicos y químicos fueron seleccionados debido a que son los que comúnmente se utilizan para caracterizar la estructura del hábitat de las especies de peces dulceacuícolas como los cíclidos (Matamoros, W., Velázquez-Velázquez, E., Anzueto-Calvo, M. de la UNICACH comunicación personal). Si estos parámetros tienen influencia sobre los hospederos pueden tener también influencia sobre las comunidades de parásitos (Weichman y Janovy, 2000; Dezfuli et al., 2001; Goater et al., 2005; Blasco-Costa et al., 2013).

En el apéndice I se detalla la información geográfica y la caracterización de la estructura del hábitat y variables limnológicas de cada una de las localidades de muestreo.

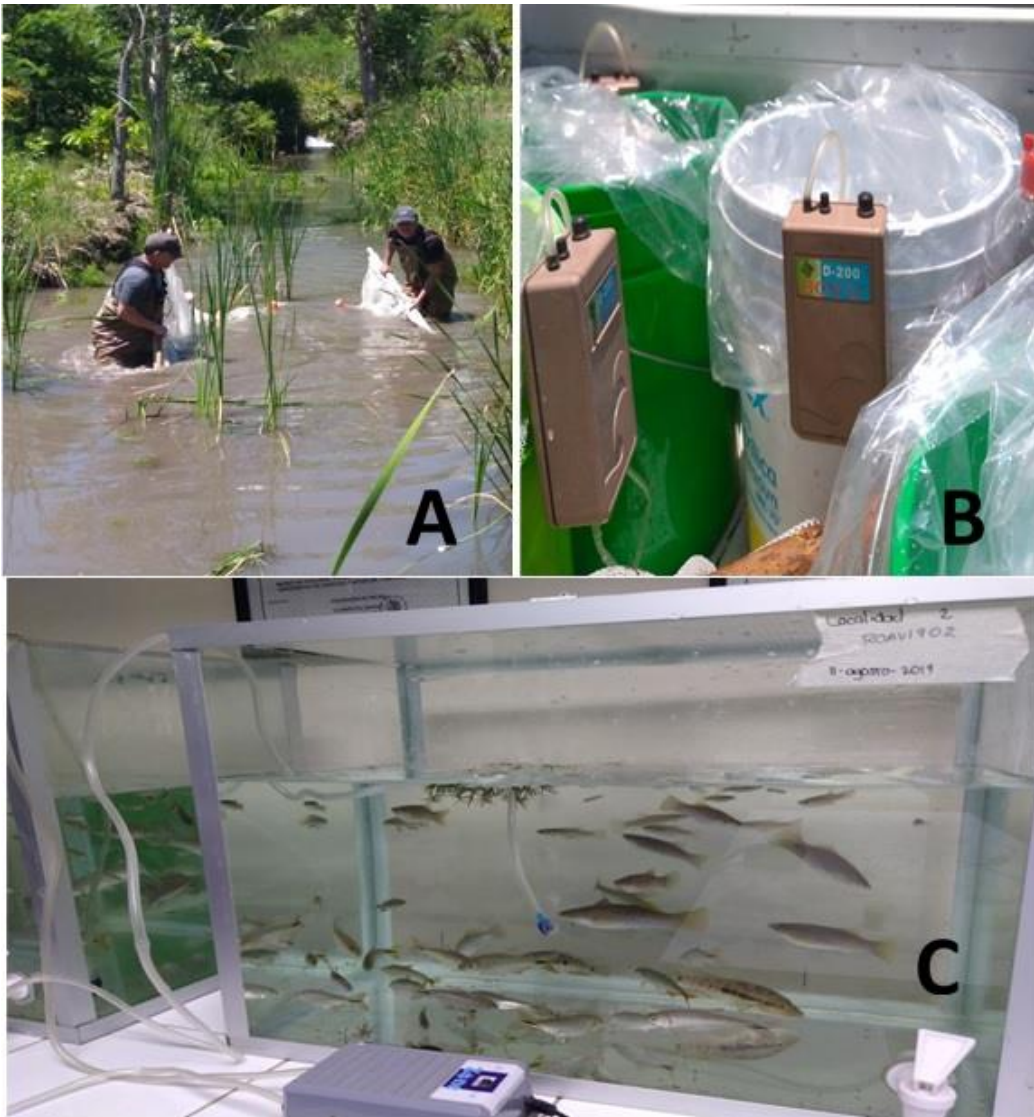


**Figura 2.** A) Medición de parámetros limnológicos con equipo multiparamétrico HANNA HI 9829, B) profundidad y transparencia con disco de Secchi, C) Velocidad de la corriente.

## 2.2 Colecta de hospederos

En cada localidad se muestrearon los distintos tipos de hábitat disponibles. Los cíclidos se recolectaron con una red de arrastre (2.5 x 6 m, con abertura de malla de 1 cm). Se realizaron arrastres durante 45 minutos, posteriormente los hospederos capturados se colocaron en contenedores adecuados con agua del medio y se oxigenaron con bombas de aire portátiles, con el fin de transportarlos vivos al laboratorio de Limnología de la UNICACH (Figura 3).

Cada uno de los cíclidos fue identificado por los ictiólogos especialistas del grupo de trabajo, Dr. Ernesto Velázquez Velázquez, Dr. Wilfredo A. Matamoras y el Dr. Manuel Anzueto Calvo, de la UNICACH. Para la colecta de organismos se contó con el permiso emitido el 3 de abril del 2019 por la SEMARNAT: FAUT-0105, oficio No. SGPA/DGVS/03369/19.



**Figura 3.** A) Colecta de hospederos, B) transporte y C) Mantenimiento en el laboratorio de limnología, UNICACH.

En el apéndice II se presentan aspectos morfológicos, de distribución, hábitat y hábitos alimenticios de las siete especies de cíclidos objeto de este estudio y también se comentan en general algunos aspectos ecológicos de la familia Cichlidae.

### **3. Trabajo de laboratorio**

#### **3.1 Examen de hospederos**

Los exámenes helmintológicos se realizaron en las instalaciones del laboratorio de Limnología de la UNICACH. Los hospederos se sacrificaron con una aguja de disección por punción en el cerebro y de cada uno se tomó la longitud patrón y estándar y la altura máxima (mm) con un ictiómetro, fueron pesados (g) en una báscula portátil (OHAUS con capacidad de 600 x 0.1 g) y sexados.

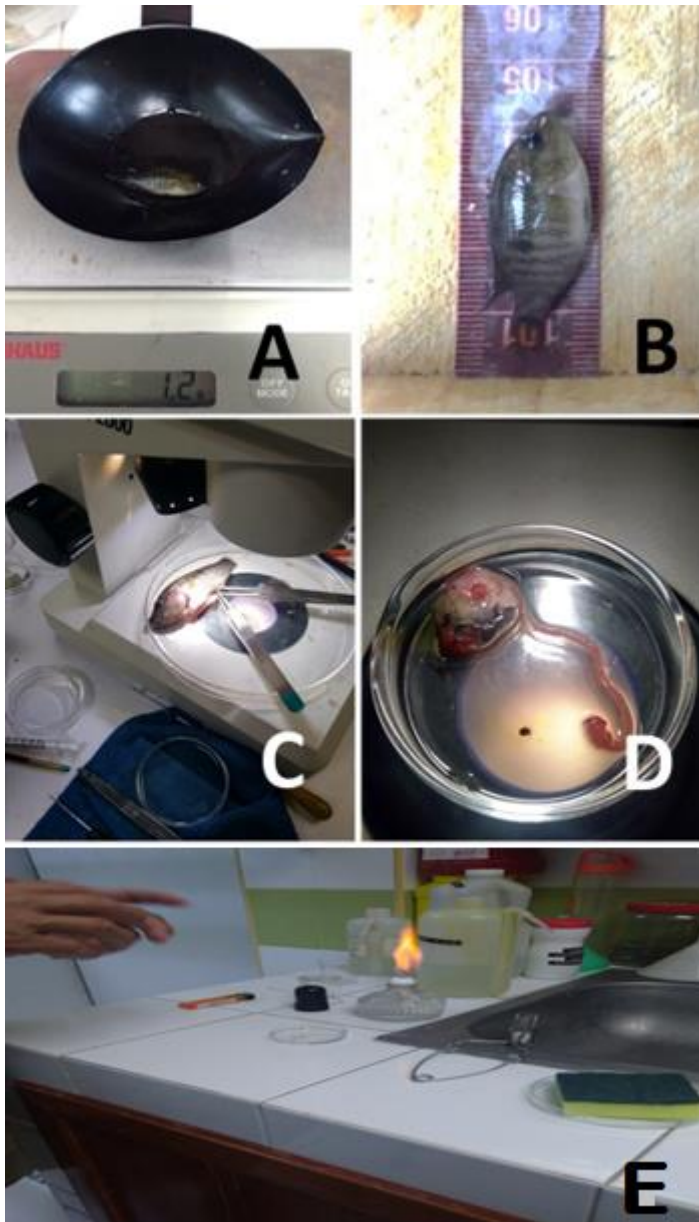
Con un microscopio estereoscópico Leica Zomm 2000 se realizó el examen helmintológico externo: incluyendo toda la superficie general del cuerpo, la piel, ojos, gonoporo, opérculos, aletas, cavidad branquial y arcos branquiales. Los arcos branquiales se extrajeron de la cavidad branquial y se colocaron en cajas de Petri con agua del medio (de la localidad de colecta), para proceder a separar cada arco branquial y examinar cada uno bajo microscopio estereoscópico, inspeccionando cada filamento con la ayuda de agujas de disección.

Con unas tijeras de punta recta se realizó un corte desde el ano hasta la cavidad branquial, con el fin de abrir la cavidad abdominal del pez, y extraer los órganos internos. También se extrajo y examinó bajo microscopio estereoscópico el cerebro. En cajas Petri con solución salina al 0.7 % se colocaron cada uno de los órganos para revisar meticulosamente el cerebro, la musculatura, mesenterios, corazón, hígado, riñón y el tracto digestivo (Figura 4).

De cada hospedero, todos los helmintos recolectados fueron contados y separados de acuerdo al sitio de infección, se colocaron en cajas Petri con solución salina al 0.7%. Los tremátodos, nemátodos y acantocéfalos se fijaron en formol caliente al 4%; de los taxones de mayor abundancia numérica algunos ejemplares se fijaron individualmente en viales Eppendorf de 2 ml en alcohol al

96% para su posterior verificación taxonómica por medio de herramientas moleculares.

Todas las muestras de helmintos fueron etiquetadas apropiadamente para su posterior identificación taxonómica en el laboratorio de Helmintología del Instituto de Biología, UNAM.



**Figura 4.** A) Pesaje, B) Medición de longitud patrón y estándar y altura máxima, C) Examen externo, D) Examen interno, E) Fijación de helmintos en formol caliente.



### 3.2 Inventario helmintológico

Todos los helmintos recolectados fueron identificados taxonómicamente con base en su morfología. La identificación taxonómica se llevó hasta nivel de especie cuando fue posible, por medio del estudio anatómico de los ejemplares montados en preparaciones totales permanentes, en el caso de los tremátodos y acantocéfalos y en el caso de los nemátodos realizando preparaciones temporales, aclarando los ejemplares en glicerina para su determinación taxonómica.

La identificación de monogéneos y nemátodos se realizó en el laboratorio de Limnología de la UNICACH, con base en preparaciones temporales y con la ayuda del especialista el Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Para la identificación de los tremátodos y acantocéfalos se realizaron preparaciones permanentes en las que se utilizaron dos técnicas de tinción: Paracarmín de Mayer y Hematoxilina de Ehrlich (Apéndice III).

Se realizó la observación de las preparaciones bajo un microscopio óptico Zeiss en los objetivos de 10x y 40x (ampliación total 100x y 400x, respectivamente). El estudio morfológico de los ejemplares permitió su identificación taxonómica con base en claves y literatura primaria: Scholz et al., (1994; 1995), Yamaguti (1971), Gibson et al., (2002), Jones et al., (2005), Rodney et al., (2008) y Vidal-Martínez et al., (2001).

Las especies de helmintos parásitos se clasificaron de acuerdo a sus diferentes rutas ecológicas en alogénicas y autógenicas. Los parásitos autógenicos permanecen durante un período relativamente largo en los peces en sus tejidos y órganos, de los que obtienen alimento, capacidad de dispersión y, de manera significativa, un lugar para su maduración y reproducción (Salgado-Maldonado et al., 2016). Mientras que las especies alogénicas dependen de la posición geográfica, en relación con las rutas de migración de las aves, debido a que los parásitos suelen ser oportunistas, no están estrechamente vinculadas a ningún pez. Suelen utilizar cualquier especie de pez disponible cuando llegan a una localidad nueva, por lo que actúan como generalistas en los peces, que son

de canales tróficos hacia el hospedero final (Esch et al., 1998; Fellis y Esch, 2005; Violante-González et al., 2015; Salgado-Maldonado et al., 2016).

En el apéndice III se describen detalladamente los procedimientos curatoriales para la preparación y estudio de los ejemplares de helmintos. En el apéndice IV se abordan temas relacionados con la taxonomía, datos ecológicos, descripción y biología de las especies de parásitos recolectados. En el apéndice V se abordan aspectos relacionados con la ecología, distribución regional y hospederos en los que se han detectado los parásitos recolectados.

Todos los datos recabados tanto de campo como de laboratorio se capturaron en bases de datos, los cuales se describen en el apéndice VI.

## **4. Análisis de datos**

### **4.1 Descripción de las poblaciones de helmintos**

#### **4.1.1 Parámetros parasitológicos**

Los siguientes parámetros se calcularon de acuerdo con las definiciones de Bush et al., (1997):

#### **Prevalencia**

Es la proporción de hospederos parasitados por una especie de parásito en una muestra de hospederos, expresada en porcentaje

$$\text{Prevalencia (\%)} = \frac{\text{Núm. de hospederos infectados}}{\text{Número de hospederos examinados}} \times 100$$

#### **Intensidad Promedio**

Es el número promedio del total de parásitos de una especie en particular considerando únicamente los hospederos parasitados.

$$\text{Intensidad media} = \frac{\text{Número de parásitos de una especie}}{\text{Número de hospederos parasitados por la especie}}$$

### **Abundancia**

Se define como el promedio aritmético de parásitos de una especie determinada que se encontraron en una muestra de hospederos entre el total de hospederos examinados (incluyendo infectados y no infectados).

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

#### **4.1.2 Análisis de la talla de los hospederos**

Con el propósito de ordenar objetivamente por clases de talla a los hospederos de cada especie de cíclido examinado, se aplicó la regla de Sturges, la cual define el número de clases en un conjunto de datos (Wand, 1995)

La regla de Sturges se describe de la siguiente manera:

$$\text{Rango (R): } X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}}$$

Donde:

$X_{\text{máx}}$ : Talla máxima del hospedero registrado

$X_{\text{mín}}$ : Talla mínima del hospedero registrado

$$\text{Núm. de intervalos (K): } K = 1 + 3.3 \log(N)$$

Donde:

N: Número total de hospederos examinados

$$\text{Ancho de la clase: } W = \frac{\text{Rango (R)}}{\text{Núm. de intervalos (K)}}$$

### **4.1.3 Correlación de la talla los hospederos con las características poblacionales de los taxones de helmintos**

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación entre la talla promedio de las diferentes especies de cíclidos en cada localidad con el número total de los helmintos de cada especie con prevalencias >10%. Se consideran especies abundantes aquellas que tienen una prevalencia mayor a 10% (Iannacone, 2003).

Los análisis se desarrollaron en un ambiente de RStudio versión 3.6.2 empleando las librerías BiodiversityR, vegan, tidyverse y QuantPsyc

## **4.2 Descripción de las comunidades de helmintos**

### **4.2.1 Examen de la relación entre la riqueza observada y el número de hospederos examinados**

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson ( $R^2$ ), con el fin de analizar la relación entre la riqueza de parásitos y el tamaño de muestra (número de hospederos examinados de cada especie en cada localidad). Es una generalización aceptada que entre mayor sea el tamaño de muestra la riqueza observada será mayor.

### **4. 2.2 Análisis de riqueza de especies**

Con la finalidad de saber qué tan efectivo fue el esfuerzo de muestreo y si se colectaron la mayoría de las especies de helmintos en cada hospedero por cada localidad, se trazaron curvas de acumulación de especies. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de muestreo, es decir, la riqueza aumentará hasta que llegue el momento en el que por más que se colecte ya no habrá especies nuevas, ya que el número de especies alcanzará su máximo y se estabilizará al alcanzar una asíntota (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Como complemento al análisis anterior y para responder

a la pregunta ¿cuántas especies de parásitos no alcanzó a detectar el muestreo? Se calculó el estimador no paramétrico de riqueza de especies Chao 2.

Los estimadores no paramétricos de la riqueza de especies extrapolan el número de especies faltantes de los datos observados. Utilizan datos de presencia-ausencia o datos de abundancia de especies raras, la ventaja es que estos estimadores tienen un sesgo menor que la extrapolación basada en una curva de acumulación de especies (Poulin, 1998; Colwell y Elsensohn, 2014). Se calculó Chao 2 para la muestra de cada especie de hospedero por localidad. Este estimador se utilizó debido a que la comunidad no incluye muchas especies raras, por lo que mejora la estimación de la riqueza de especies, y es relativamente más preciso que otros métodos para controlar el muestreo desigual entre especies (Poulin, 1998; Teitelbaum et al., 2020). Utiliza datos de incidencia, considera las especies encontradas una sola vez en una muestra y especies encontradas dos veces en las muestras, toma en cuenta la distribución de las especies entre las muestras y es recomendable para muestras pequeñas (Colwell y Coddington, 1994).

$$\text{Chao}_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S: Riqueza observada

L: Número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas)

M: Número de especies que ocurren exactamente en dos muestras

#### **4.2.3 Análisis de diversidad**

El análisis de la estructura de la comunidad de helmintos se realizó en dos niveles jerárquicos: infracomunidad y componente de comunidad.

Una infracomunidad es el conjunto de las poblaciones de parásitos en un único hospedero, mientras que el componente de comunidad se refiere a las

especies de parásitos que están asociadas a una población de hospederos (Bush et al., 1997).

#### **4.2.3.1 Análisis a nivel infracomunidad**

Se analizó la estructura de las infracomunidades con el promedio del número de individuos y de especies de helmintos por hospedero.

##### **Índice de dominancia de Berger-Parker (d)**

Se calculó dividiendo el total de individuos de la especie de helminto numéricamente dominante sobre el total de individuos de todas las especies recolectados en un hospedero (nivel infracomunidad) o en la muestra total (nivel componente). Tiene valores de 0 a 1, un valor de 1 indica que una sola especie domina la comunidad y un valor de 0 indica que hay equidad en la abundancia de las especies (Rodríguez-González y Vidal-Martínez, 2008). Se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

$N_{max}$ : Número de individuos en la especie más abundante

N: Número total de individuos en toda la muestra

##### **Índice de equidad de Shannon-Wiener (H')**

Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están

representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001; Villareal et al., 2004). Se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$p_i$ : abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### **Índice de equidad de Pielou (J')**

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1. Donde, 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001). Se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

$H'_{max}$ :  $\ln(S)$

### **Análisis de similitud y ordenamiento**

#### **Índice de similitud de Jaccard (I<sub>J</sub>)**

Para examinar la variabilidad en la composición de las comunidades de helmintos entre las siete especies de cíclidos, se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard. Este coeficiente evalúa la proporción promedio de especies compartidas por distintas comunidades, los valores van de 0 cuando no hay especies compartidas, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición

de especies (Moreno, 2001). Este índice se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

*a*: número de especies presentes en la comunidad A

*b*: número de especies presentes en la comunidad B

*c*: número de especies presentes en la comunidad A y B

Con el fin de analizar la similitud entre las infracomunidades de acuerdo a la abundancia de los taxones de helmintos, se realizó un análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS), a partir de una matriz de similitud con el índice de Bray-Curtis. El NMDS muestra en un gráfico de dos dimensiones de forma ordenada la distancia entre las muestras. La calidad del ajuste de los datos al modelo se mide por el coeficiente de “estrés”, que refleja la ordenación de las muestras. Un valor de estrés inferior a 0.1 indica que los datos corresponden a una buena ordenación, lo que indica que el ordenamiento pudo ser aleatorio. Se utilizó un ANOSIM con 999 permutaciones, para determinar las diferencias estadísticas entre las infracomunidades, un valor de significancia  $p < 0.05$  indica diferencias estadísticamente significativas (Clarke y Warwick, 2001).

Los análisis se desarrollaron en un ambiente de RStudio versión 3.6.2 empleando las librerías BiodiversityR, vegan, tidyverse y ggplot2.

#### **4.2.3.2 Análisis a nivel componente de comunidad**

El nivel de análisis componente de comunidad se refiere a la riqueza y abundancia de parásitos en una población de hospederos en un tiempo determinado.

La estructura de los componentes de comunidad se analizó mediante el examen de riqueza, abundancia, diversidad y equidad y su ordenamiento respecto



a su similitud en su composición (se aplicaron los índices Berger-Parker, Shannon-Wiener, Pielou y Jaccard).

Los análisis de diversidad y ordenamiento se desarrollaron en un ambiente de RStudio versión 3.6.2 empleando las librerías BiodiversityR y vegan.

#### **4.2.4 Correlación de las características de las comunidades de helmintos con la talla de los hospederos**

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para valorar la relación de la riqueza y abundancia de parásitos a nivel componente de comunidad e infracomunidad con la talla promedio de las distintas especies de cíclido en cada localidad y en conjunto (Muñoz et al., 2007). Considerando las distintas formas de transmisión de los distintos tipos de parásitos (ver apéndice V), las correlaciones con la talla se realizaron con los helmintos siguientes en los siguientes grupos:

- 1) Total de especies de helmintos, tomando en cuenta los endoparásitos y ectoparásitos.
- 2) Sólo ectoparásitos
- 3) Sólo endoparásitos adultos
- 4) Sólo las larvas de endoparásito

#### **4.2.5 Relación de la alimentación del hospedero con los helmintos**

Los datos de la alimentación de cada especie de hospedero analizada se obtuvieron a partir de Velázquez-Velázquez et al., 2014.

La relación entre la alimentación de los hospederos con las comunidades de helmintos se examinó mediante un análisis de correspondencia canónica (CCA), que permite analizar relaciones multidimensionales entre múltiples variables independientes y dependientes (Baddi y Castillo, 2017).

Los análisis se desarrollaron en un ambiente de RStudio versión 3.6.2 empleando las librerías BiodiversityR, vegan, tidyverse, ggplot2, boot y QuantPsyc.

## 5. Influencia de la filogenia de los hospederos en la estructura de las comunidades de helmintos

### 5.1 Relaciones filogenéticas de los hospederos

Para explorar la influencia de las relaciones filogenéticas entre las especies de cíclidos estudiadas en esta investigación y la estructura de sus comunidades de parásitos se realizó un análisis filogenético utilizando los métodos propuestos por Bernardi et al., (2003), Sparks y Leo-Smith (2004), Leo-Smith et al., (2008), Westneat y Alfaro (2005) y Muñoz et al., (2007). Este análisis permitió explorar la cercanía filogenética entre los hospederos y su relación con las comunidades de parásitos.

Se utilizó como grupo externo la familia Percidae (*Perca flavescens* (Mitchill, 1814)) que es un grupo cercano a los cíclidos (Leo-Smith et al., 2008). Las especies de cíclidos que se sometieron al análisis filogenético fueron: *Cichlasoma grammodes* (Taylor y Miller, 1980), *Mayaheros urophthalmus* (Günther, 1862), *Tricromis salvini* (Günther, 1862), *Paraneetroplus hartwegi* (Taylor y Miller, 1980), *Petenia splendida* Günther, 1862, *Cincolichthys pearsei* (Hubbs, 1936) y *Thorichtys helleri* (Steindachner, 1864).

Se realizó una búsqueda de secuencias de nucleótidos disponibles de estas especies en la base de datos de GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>). Se descargaron las secuencias disponibles en formato FASTA de los siguientes marcadores: de la unidad mitocondrial subunidad ribosómica grande (16S), subunidad de citocromo C oxidasa I (COI), NADH deshidrogenasa cuatro (ND4), y citocromo b (Cyt-b) y cinco nucleares; histona H3 (H3), gen activador de recombinación dos (RAG2), intron una de la proteína ribosómica S7 (S7), Tmo-4C4 (4C4) y Tmo-M27 (M27), los números de acceso de GenBank se encuentran en la Tabla 1. Las secuencias se alinearon en el Software MEGA-X 10.1 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) utilizando el método ClustalW, una vez alineadas las secuencias se realizó el árbol filogenético de las siete especies de cíclidos utilizando el principio de máxima parsimonia utilizando el soporte de Bootstrap de 100 réplicas.

A los árboles obtenidos se les aplicó el logaritmo de intercambio de ramas: árbol-bisección-reconexión (TBR) para obtener el árbol de consenso en donde aparecen los porcentajes de la proporción de cada réplica, si un nodo presenta >70% quiere decir que tiene un buen soporte, los nodos con un soporte <70% se colapsaron.

**Tabla 1.** Números de acceso de GenBank del grupo externos y de los hospederos colectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

	ESPECIE	16S	COI	Cyt-b	ND4	4C4	H3	M27	S7	RAG2	Referencias
Grupo externo	<i>P. flavescens</i>	AY539055.2	AY662755.1	AF045357.1	N/A	AY539463.1	AY539264.1	U63680.1	N/A	N/A	Zardoya et al., 1996; Song et al., 1998; Leo-Smith y Wheeler, 2004; Sparks y Leo-Smith, 2004.
Hospederos	<i>C. grammodes</i>	GU737222.1	GU817265.1	KU854690.1	GU737068.1	GU817302.1	N/A	N/A	EF433059.1	N/A	López-Fernández et al., 2010; Chakrabarty,y Albert, 2011; Říčan et al., 2016.
	<i>T. salvini</i>	GU817223.1	JN024966.1	KU854567.1	GU737067.1	DQ119229.1	N/A	N/A	EF433058.1	N/A	Chakrabarty, 2006; Chakrabarty y Albert, 2011; López-Fernández et al., 2010; April et al., 2011; Říčan et al., 2008, 2016.
	<i>M. urophthalmus</i>	GU737221.1	EU751761.1	JQ692080.1	N/A	N/A	N/A	N/A	EF433085.1	N/A	Říčan et al., 2008; Valdez-Moreno et al., 2009; López-Fernández et al., 2010; Razo-Mendevil et al., 2013.
	<i>P. hartwegi</i>	N/A	N/A	MG253066.1	N/A	N/A	N/A	N/A	HQ424207.1	N/A	McMahan et al., 2010; Gómez-González et al., 2018.
	<i>P. splendida</i>	DQ119177.1	DQ119206.1	DQ990704.1	N/A	DQ119235.1	N/A	AF112608.1	DQ119264.1	N/A	Farias et al., 2000; Chakrabarty, 2006; Pérez et al., 2007.
	<i>C. pearsei</i>	N/A	N/A	KU854752.1	N/A	N/A	N/A	N/A	DQ836823.1	GU595408.1	Higham et al., 2006; Hulsey et al., 2010; Říčan et al., 2008.
	<i>T. helleri</i>	GU737247.1	EU751975.1	AY324022.1	GU737093.1	N/A	N/A	N/A	GU736795.1	N/A	Darrin-Hulsey et al., 2004; Valdez -Moreno et al., 2009; López-Fernández et al., 2010.

N/A: No Aplica

## 5.2 Diversidad filogenética y efecto estandarizado de la diversidad filogenética

Se utilizó el árbol de siete especies de cíclidos para estimar la diversidad filogenética (PD) de los parásitos. La PD se obtuvo al sumar el total del largo de las ramas del árbol filogenético de las siete especies de cíclidos con los datos de presencia/ausencia de las especies de parásitos (Poulin y Mouillot, 2005; Rico-Chávez et al., 2015).

Los helmintos con valores altos de PD muestran una alta plasticidad para infectar a un amplio rango de especies, mientras que los valores bajos están restringidas a especies con filogenias emparentadas.

También se desarrolló un análisis del efecto estandarizado de la diversidad filogenética utilizando el modelo nulo de frecuencia (presencia/ausencia) de las distintas especies de parásitos recolectados en las especies de cíclidos (el análisis se ejecutó 999 veces), en este análisis se calculó la varianza de la PD esperada para todos los subconjuntos de una filogenia. El efecto estandarizado de la diversidad describe el grado de agrupación o dispersión, de forma que los valores positivos de la PD observada de  $z$  indican que los helmintos se encuentran de manera aleatoria y valores negativos indican un agrupamiento en las distintas especies de cíclidos (Webb et al., 2002).

Los análisis se desarrollaron en un ambiente de RStudio versión 3.6.2 empleando las librerías `ggtree` y `picante`.

## 5.3 Diversidad beta filogenética

Para analizar el efecto de la filogenia de los hospederos en la estructuración de las comunidades de helmintos, se calculó la diversidad beta de los parásitos con el inverso del índice de Sorensen ( $\beta_{SOR}$ ), con el cual es posible detectar cambios en la composición entre las comunidades en siete especies de cíclidos. Los valores van de 0 cuando no hay especies compartidas hasta 1 cuando hay especies compartidas (Rico-Chávez et al., 2015; Pérez-Hernández, 2019). Posteriormente, se realizó una correlación de Pearson y de regresión entre la diversidad beta y la distancia filogenética (calculando el promedio del largo de las ramas en el árbol filogenético) de las especies de hospederos (Desdevises, 2006; Rico-Chávez et al., 2015).

Los análisis de diversidad se desarrollaron en un ambiente de RStudio versión 3.6.2 empleando las librerías ggtree, picante, y betapart, utilizando las funciones phydist, pd, y beta.pair.

## **6. Influencia de los factores abióticos en la estructura de las comunidades de helmintos**

### **6.1 Relación de las especies de helmintos con la caracterización del hábitat**

Las asociaciones entre los ensamblajes de las siete especies de cíclidos y de las especies de helmintos con las características del hábitat se examinaron mediante un análisis de redundancia (RDA), el cual se utiliza para analizar las relaciones entre especies y variables ambientales (Zuur et al., 2007).

El RDA se realizó a partir de matrices que cruzan la caracterización del hábitat y las variables ambientales con la abundancia de los hospederos y la intensidad media de las especies de helmintos. Posteriormente se utilizó el coeficiente de correlación ( $R^2$ ) para determinar las variables del hábitat y los factores limnológicos con mayor relación con los helmintos.

Los análisis se desarrollaron en un ambiente de RStudio versión 3.6.2 empleando las librerías vegan y ggplot2.

Adicionalmente se utilizó la correlación de Pearson, para correlacionar la riqueza y abundancia de los helmintos con los atributos de los hospederos y los factores abióticos de las localidades (Múñoz et al., 2007).

## RESULTADOS

### 1. Localidades de muestreo

Las cuatro localidades muestreadas presentaron diferencias apreciables entre ellas. En el apéndice I se describe detalladamente cada una de las localidades, a continuación resaltamos algunas de sus principales características. Las localidades de Puente la Luz y Ojo de Agua eran las más cercanas entre sí, sólo están separadas por 1 km de distancia y la localidad más lejana fue la Presa Malpaso a una distancia de 103 km. Las cuatro localidades variaron en su posición altitudinal entre los 178 y 458 m.s.n.m.

### Caracterización limnológica

Las cuatro localidades presentaron variaciones en los parámetros limnológicos, principalmente en la temperatura, la cual osciló entre los 25.44°C y 31.22°C, en el total de sólidos disueltos, el cual osciló entre 234 y 1600 µS/cm y en la salinidad que osciló entre los 0.22 y 1.67 (‰). El pH se mantuvo en 8 en las cuatro localidades (Tabla 2).

**Tabla 2.** Parámetros limnológicos de cada una de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones).

Parámetro limnológico	Puente la Luz	Ojo de Agua	San Francisco	Presa Malpaso
Temperatura °C	25.44	28.03	30.88	31.22
TSD (µS/cm)	260	503	1600.33	234
Salinidad (‰)	1.37	0.49	1.67	0.22
Oxígeno Disuelto (%)	50.3	74.17	80.43	74.3
pH	8.25	8.03	8.03	8.1

### Estructura del hábitat

Una de las principales diferencias entre las localidades fue en el área de la sección transversal, en Puente la Luz se registró la menor profundidad y ancho (0.25 m x 4.17 m) y la de mayor profundidad y ancho fue la Presa Malpaso (2.30 m x 100 m). Esta variación entre las dimensiones influyó en el caudal, Puente la Luz se caracterizó por presentar una amplia variabilidad y disponibilidad de hábitat para los peces como: corriente, pequeños rápidos y rápidos, y la de menor variabilidad en el caudal fue la

Presa Malpaso. Otra diferencia entre las localidades fue en la cobertura vegetal, la localidad de mayor cobertura del dosel fue San Francisco y la menor en la Presa Malpaso. La de mayor vegetación en el agua fue Ojo de Agua y San Francisco y la Presa Malpaso no presentaron vegetación. Sólo en la Presa Malpaso se encontraron partes de árboles en el agua. La única similitud entre las localidades fue la erosión en ambos lados del río (Tabla 3).

**Tabla 3.** Estructura del hábitat de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones).

<b>Variable de la estructura del hábitat</b>	<b>Puente la Luz</b>	<b>Ojo de Agua</b>	<b>San Francisco</b>	<b>Presa Malpaso</b>
Altitud (msnm)	438	455	458	178
Ancho del río (m)	4.17	5.72	7.9	100
Profundidad (cm)	25.44	30.38	50.61	230
Velocidad de la corriente (m/s)	0.95	7.41	27.73	0
Transparencia (cm)	11	10	24	80
Corriente (%)	33.33	50	96.67	0
Pequeños rápidos (%)	33.33	10	0	0
Rápidos (%)	0	6.67	3.33	0
Remansos (%)	33.33	0	0	0
Pozas (%)	0	33.33	0	100
Cobertura del dosel (%)	65	5	90	0
Hábitat (%)	55	46.67	3.33	75
Vegetación en el agua (%)	2.67	35	0	0
Erosión del lado derecho (%)	100	100	100	100
Erosión del lado izquierdo (%)	100	100	100	100
Pequeñas partes de árboles (%)	0	0	0	20
Grandes partes de árboles (%)	0	0	0	51

### Tipo de sustrato

Las cuatro localidades se caracterizaron por presentar diferentes tipos de sustratos: en Puente la Luz predominaron los cantos rodados, en Ojo de Agua y en la Presa Malpaso predominó el lodo, mientras que en San Francisco fueron grandes bloques (Tabla 4).



**Tabla 4.** Tipo de sustrato en cuatro localidades del río Grijalva

Tipo de sustrato	Puente la Luz	Ojo de Agua	San Francisco	Presa Malpaso
Detritus (%)	0	0	0	0
Arcilla (%)	0	0	0	0
Lodo (%)	33.33	63.33	10	50
Arena (%)	6.67	6.67	26.67	25
Grava (%)	6.67	30	0	20
Cantos rodados (%)	35.56	0	30	5
Bloques (%)	0	0	33.33	0

## 2. Hospederos recolectados

En las cuatro localidades se recolectaron en total 55 ejemplares de siete especies de cíclidos: *Cichlasoma grammodes* (Taylor y Miller, 1980), *Mayaheros urophthalmus* (Günther, 1862), *Trichromis salvini* (Günther, 1862), *Paraneetroplus hartwegi* (Taylor y Miller, 1980), *Petenia splendida* Günther, 1862, *Cincelichthys pearsei* (Hubbs, 1936) y *Thorichtys helleri* (Steindachner, 1864). La localidad que presentó mayor abundancia y riqueza de peces fue la Presa Malpaso (N= 25 S=5). En tanto que la localidad que presentó una menor abundancia de peces fue Puente la Luz (N=3) y la de menor riqueza fue San Francisco (S=1) (Tabla 5).

*Cichlasoma grammodes* y *Petenia splendida* fueron recolectados en varias localidades, en tanto que otras especies de hospederos tuvieron una menor distribución espacial.

**Tabla 5.** Número de ejemplares recolectados de cada especie de cíclido en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

Hospedero	Puente la Luz	Ojo de Agua	San Francisco	Presa Malpaso
<i>Cichlasoma grammodes</i>	1	16	10	
<i>Mayaheros urophthalmus</i>				4
<i>Trichromis salvini</i>				1
<i>Paraneetroplus hartwegi</i>	2			
<i>Cincelichthys pearsei</i>				6
<i>Petenia splendida</i>		1		11
<i>Thorichthys helleri</i>				3

En estas localidades las especies de cíclidos habitan en simpatría con otras especies de peces (Tabla 6).

**Tabla 6.** Especies de peces registradas habitando en simpatría con los cíclidos recolectados para su estudio helmintológico en cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

Especies simpátricas	Puente la Luz	Ojo de Agua	San Francisco	Presa Malpaso
Clupeidae				
<i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867)				X
Characidae				
<i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860)	x	X	x	
Atherinopsidae				
<i>Atherinella alvarezi</i> (Diaz-Pardo, 1972)				X
Poeciliidae				
<i>Gambusia sexradiata</i> (Hubbs, 1936)				X
<i>Poecilia mexicana</i> Steindachner, 1863				X
<i>Poecilia sphenops</i> (Valenciennes, 1846)	x	X	x	
<i>Poeciliopsis fasciata</i> (Meek, 1904)				X
<i>Poeciliopsis</i> sp.	x			
Profundulidae				
<i>Profundulus labialis</i> (Günther, 1866)	x	X		

En el apéndice II se abordan los aspectos merísticos, distribución geográfica, hábitat y régimen alimenticio de cada una de las especies de cíclidos.

### **3. Inventario de las especies de helmintos**

En las siete especies de hospederos se recolectaron helmintos de tres grupos: Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda. Se recolectaron un total de 960 ejemplares de helmintos parásitos de 22 taxones, que incluyen una especie de monogéneo, 15 especies de tremátodos, una especie de acantocéfalo y cinco especies de nemátodos. En Puente la Luz y la Presa Malpaso se presentaron los grupos de Platyhelminthes, Acanthocephala y Nematoda, mientras que en Ojo de Agua y San Francisco solo se presentaron Platyhelminthes y Nematoda.

La localidad que presentó una mayor riqueza y mayor abundancia de helmintos fue la Presa Malpaso con 872 parásitos de 12 taxones, en tanto que la de menor riqueza y abundancia de helmintos fue Ojo de Agua con 7 parásitos de tres taxones (Tabla 7).

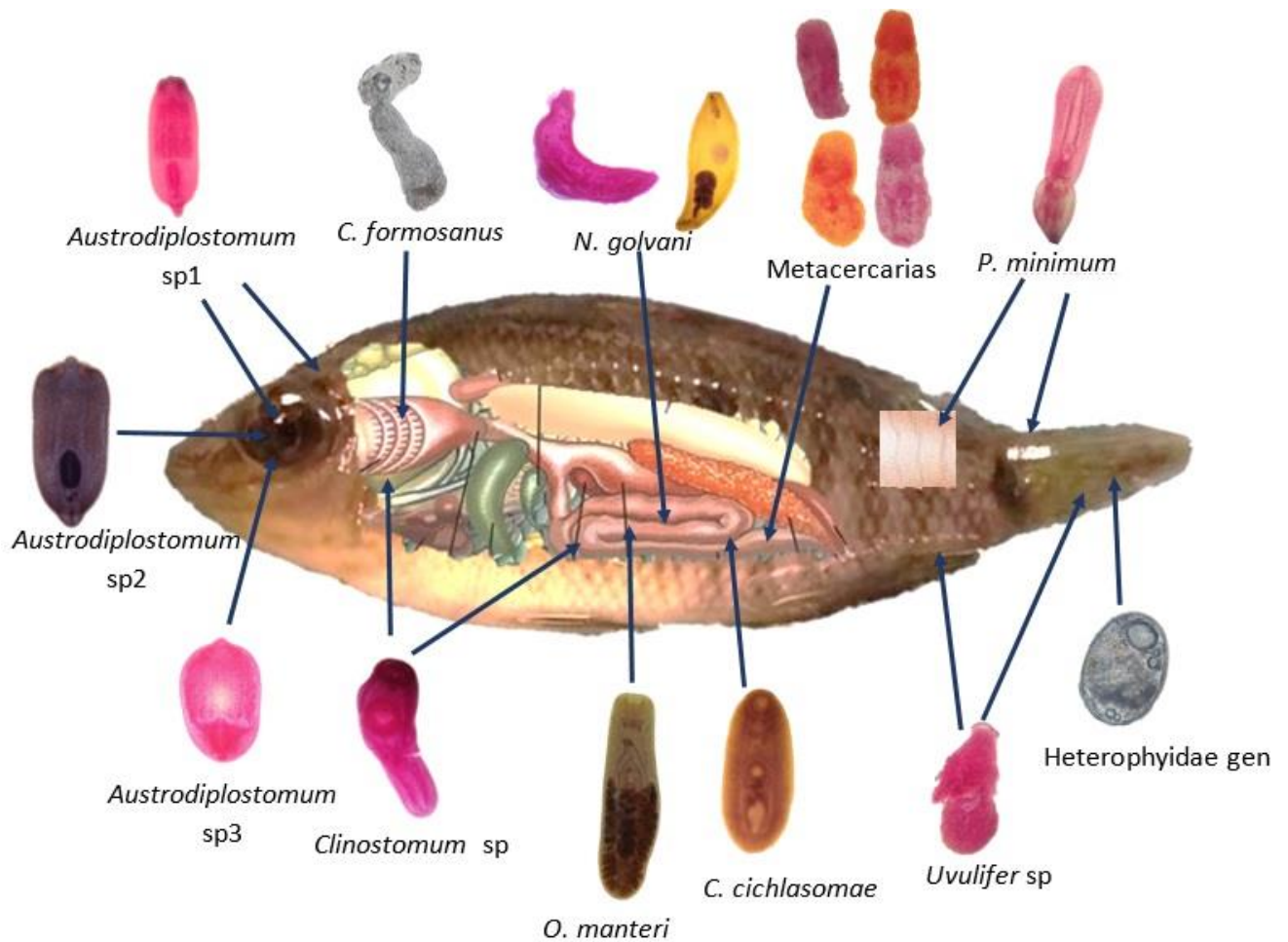
En los hospederos los tremátodos se distribuyeron en en la superficie del cuerpo, músculo, branquias, intestino, mucosa intestinal y ojos. Mientras que los Acanthocephala y Nematoda sólo se registraron del sistema digestivo (Tabla 7, Figura 5).

**Tabla 7.** Inventario helmintológico de siete especies de cíclidos en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

<b>Helminto</b>	<b>Sitio(s) de Infección</b>	<b>Hospedero(s)</b>	<b>Localidad(es)</b>
<b>Phylum Platyhelminthes</b>			
<b>Clase Monogenea</b>			
<i>Sciadicleithrum mexicanum</i> Kritsky, Vidal-Martínez y Rodríguez-Canul, 1994	Branquias	<i>P. splendida</i>	Presa Malpaso
<b>Clase Trematoda (Adultos)</b>			
<i>Oligogonotylus manteri</i> Watson, 1976	Intestino	<i>M. urophthalmus</i>	Presa Malpaso
<i>Crassicutis cichlasomae</i> Manter, 1936	Intestino	<i>P. hartwegi</i> , <i>C. grammodes</i> , <i>T. helleri</i> y <i>C. pearsei</i>	Puente la Luz, Ojo de Agua y Presa Malpaso
<b>Clase Trematoda (Metacercarias)</b>			
<i>Clinostomum</i> sp.	Arcos branquiales, intestino y mesenterio	<i>P. hartwegi</i> y <i>T. helleri</i>	Puente la Luz y Presa Malpaso
<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921)	Musculatura parietal y aleta caudal	<i>P. hartwegi</i> y <i>C. grammodes</i>	Puente la Luz
<i>Uvulifer</i> sp.	Superficie del cuerpo y aleta caudal	<i>P. hartwegi</i> y <i>C. grammodes</i>	Puente la Luz
<i>Centrocestus formosanus</i> (Nishigori, 1924)	Arcos branquiales	<i>C. grammodes</i>	San Francisco
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1	Superficie del cuerpo, ojo y gónada	<i>P. splendida</i> , <i>T. helleri</i> , <i>C. pearsei</i> y <i>T. salvini</i>	Presa Malpaso
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2	Ojos	<i>T. helleri</i>	Presa Malpaso

<i>Austrodiplostomum</i> sp. 3	Ojos	<i>T. helleri</i>	Presa Malpaso
Metacercaria Heterophyidae gen	Aletas	<i>P. hartwegi</i>	Puente la Luz
Metacecaria sp. 1	Mucosa intestinal	<i>C. grammodes</i>	San Francisco
Metacercarias sp. 2	Mucosa intestinal	<i>C. grammodes</i>	San Francisco
Metacercarias sp. 3	Mucosa intestinal	<i>C. grammodes</i>	San Francisco
Metacercarias sp. 4	Mucosa intestinal	<i>M. urophthalmus</i>	Presa Malpaso
Metacercarias sp. 5	Tejido	<i>T. helleri</i>	Presa Malpaso
<b>Acanthocephala</b>			
<i>Neoechinorhynchus golvani</i> Salgado-Maldonado, 1978	Intestino	<i>P. hartwegi</i> y <i>C. pearsei</i>	Puente la Luz y Presa Malpaso
<b>Nematoda</b>			
<i>Goezia nonipapillata</i> Osorio-Sarabia, 1981	Estómago	<i>M. urophthalmus</i>	Presa Malpaso
<i>Raillietnema kritscheri</i> Moravec, Salgado-Maldonado y Pineda-López, 1993	Intestino	<i>C. pearsei</i>	Presa Malpaso
<i>Rhabdochona kidderi</i> (Pearse, 1936)	Intestino	<i>C. grammodes</i>	Ojo de Agua
<i>Contraecaecum</i> sp. (larva)	Intestino y mesenterio	<i>P. splendida</i> y <i>C. grammodes</i>	Ojo de Agua y San Francisco
Larvas de Nemátodos	Tracto digestivo	<i>P. hartwegi</i>	Puente la Luz

---



**Figura 5.** Distribución de los grupos Platyhelminthes y Acanthocephala en el hospedero.

#### 4. Descripción de las poblaciones de helmintos

##### 4.1 Parámetros parasitológicos

##### 4.1.1 Helmintiasis entre las distintas localidades

La prevalencia de los distintos taxones osciló entre 4 y 100%. Puente la Luz fue la localidad que presentó la mayor prevalencia con *P. minimum* (100%), *Uvulifer* sp. y *N. golvani* (67% cada taxon). Por otro lado, en la Presa Malpaso la especie de mayor intensidad media ( $46.5 \pm 12.02$ ) y abundancia ( $3.72 \pm 13.11$ ) fue *Austrodiplostomum* sp. 2 (Tabla 8).

Puente la Luz y Ojo de Agua presentaron diferencias en su composición a pesar de ser las localidades más cercanas entre sí. El único taxon en común fue *C. cichlasomae* el cual también estuvo presente en la localidad más lejana que fue la Presa Malpaso. Lo que sugiere que *C. cichlasomae* es una especie de amplia distribución, al igual que *Clinostomum* sp. y *N. golvani*, ya que se registraron en las localidades más lejanas.

Estas especies de amplia distribución presentaron diferencias en sus parámetros de infección, las especies *C. cichlasomae*, *Clinostomum* sp. y *N. golvani* mostraron los valores más altos de prevalencia y abundancia en Puente la Luz. Otra especie de amplia distribución fue *Contracaecum* sp., que fue más prevalente y abundante en San Francisco (Figura 6).

**Tabla 8.** Parámetros parasitológicos en cuatro localidades de la cuenca media del Río Grijalva, Chiapas. Prevalencia (%), (Intensidad media  $\pm$ SD) y Abundancia  $\pm$ SD.

HELMINTO	PUENTE LA LUZ (N=3)	OJO DE AGUA (N=17)	SAN FRANCISCO (N=10)	PRESA MALPASO (N=25)
<b>Phylum Plathyhelminthes</b>				
<b>Clase Monogenea</b>				
<i>Sciadicleithrum mexicanum</i>				4% (1) 0.04 $\pm$ 0.2
<b>Clase Trematoda (Adultos)</b>				
<i>Oligogonotylus manteri</i>				4% (2) 0.08 $\pm$ 0.04
<i>Crassicutis cichlasomae</i>	33% (2) 0.67 $\pm$ 1.15	12% (2 $\pm$ 1.41) 0.24 $\pm$ 0.75		12% (4.33 $\pm$ 5.77) 0.52 $\pm$ 2.20
<b>Clase Trematoda (Metacercarias)</b>				
<i>Clinostomum</i> sp.	33% (3) 1 $\pm$ 1.73			8% (1.5 $\pm$ 0.71) 0.12 $\pm$ 0.44
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	100% (2.33 $\pm$ 1.53) 2.33 $\pm$ 1.53			
<i>Uvulifer</i> sp.	67% (2.5 $\pm$ 2.12) 1.67 $\pm$ 2.08			
<i>Centrocestus formosanus</i>			10% (1) 0.1 $\pm$ 0.32	
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1				32% (1.75 $\pm$ 1.49) 0.56 $\pm$ 1.16
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2				8% (46.5 $\pm$ 12.02) 3.72 $\pm$ 13.11
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 3				4% (42) 1.68 $\pm$ 8.4
Heterophyidae gen. sp.	33% (2) 0.67 $\pm$ 1.15			
Metacercaria sp. 1	33% (2) 0.67 $\pm$ 1.15			
Metacercaria sp. 2			10% (20) 2 $\pm$ 6.32	
Metacercaria sp. 3			20% (35 $\pm$ 39.60) 7 $\pm$ 19.80	
Metacercaria sp. 4				4% (306) 12.24 $\pm$ 61.2
Metacercaria sp. 5				4% (334) 13.36 $\pm$ 66.8



## Acanthocephala

*Neoechinorhynchus golvani* 67% (4.5 ± 3.54) 3 ± 3.61 4% (3 ± 0.71) 0.12 ± 0.44

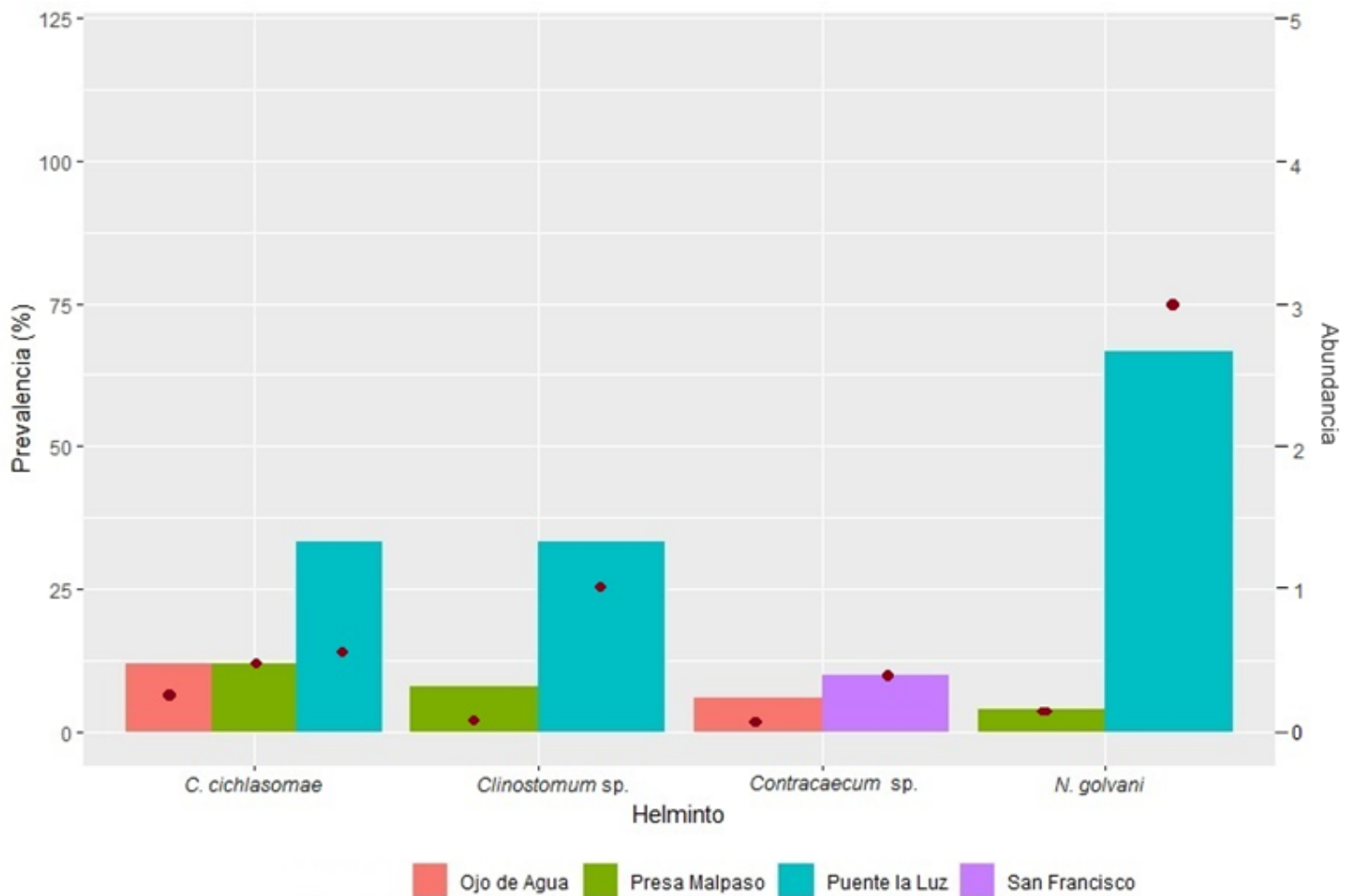
## Nematoda

*Goezia nonipapillata* 4% (13) 0.52 ± 2.6  
*Raillietnema kritscheri* 8% (24 ± 15.56) 1.92 ± 7.37  
*Rhabdochona kidderi* 6% (2) 0.12 ± 0.49  
*Contracaecum* sp. 6% (1) 0.06 ± 0.24 10% (3) 0.3 ± 0.95  
Larvas de nemátodos 33% (6) 2 ± 3.46

---

<b>Número de individuos</b>	36	7	94	872
<b>Taxones</b>	8	3	4	12

---



**Figura 6.** Prevalencia (%) y abundancia de los taxones de mayor distribución espacial en cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (La prevalencia está representada por las barras de colores y la abundancia por los puntos rojos).

Aunado a la influencia de los factores característicos de cada localidad es pertinente considerar los atributos de los hospederos, ya que cada localidad presentó diferencia en la composición de las especies de cíclidos lo que puede influir en las comunidades de helmintos. Esto nos plantea entonces que adicionalmente a la fuerza estructural que los factores locales también hay características propias de cada especie de hospedero que pueden actuar como factores estructurales sobre la diversidad de parásitos. A continuación se describe la variación de las helmintiasis entre las distintas especies de cíclidos examinadas.

#### 4.1.2 Variación de la helmintiasis entre las distintas especies de cíclidos

Las distintas especies de helmintos variaron en su presencia y abundancia entre las diferentes especies de cíclidos. El phylum Platyhelminthes se presentó en las siete especies de cíclidos, Nematoda solo se registró en cinco especies y Acanthocephala solo en dos especies.

Entre las especies de cíclidos la prevalencia de los distintos taxones osciló entre 4 y 100%. *N. glovani* fue el taxón de mayor prevalencia (100%) en *P. hartwegi*, seguido de *C. cichlasomae*, *Clinostomum* sp. y *Austrodiplostomum* sp. 2 (67%) en *T. helleri*.

Los taxones de mayor distribución entre las especies de cíclidos incluyeron a *C. cichlasomae*, el cual presentó una mayor prevalencia y abundancia (67%,  $4 \pm 6.08$ ) en *T. helleri* y la menor prevalencia y abundancia (7%,  $0.15 \pm 0.60$ ) en *C. grammodes*.

*Austrodiplostomum* sp. 1 presentó la misma prevalencia (33%) en *P. splendida*, *T. pearsei* y *T. helleri*, sin embargo, su mayor abundancia ( $1.67 \pm 2.89$ ) fue en *T. helleri*.

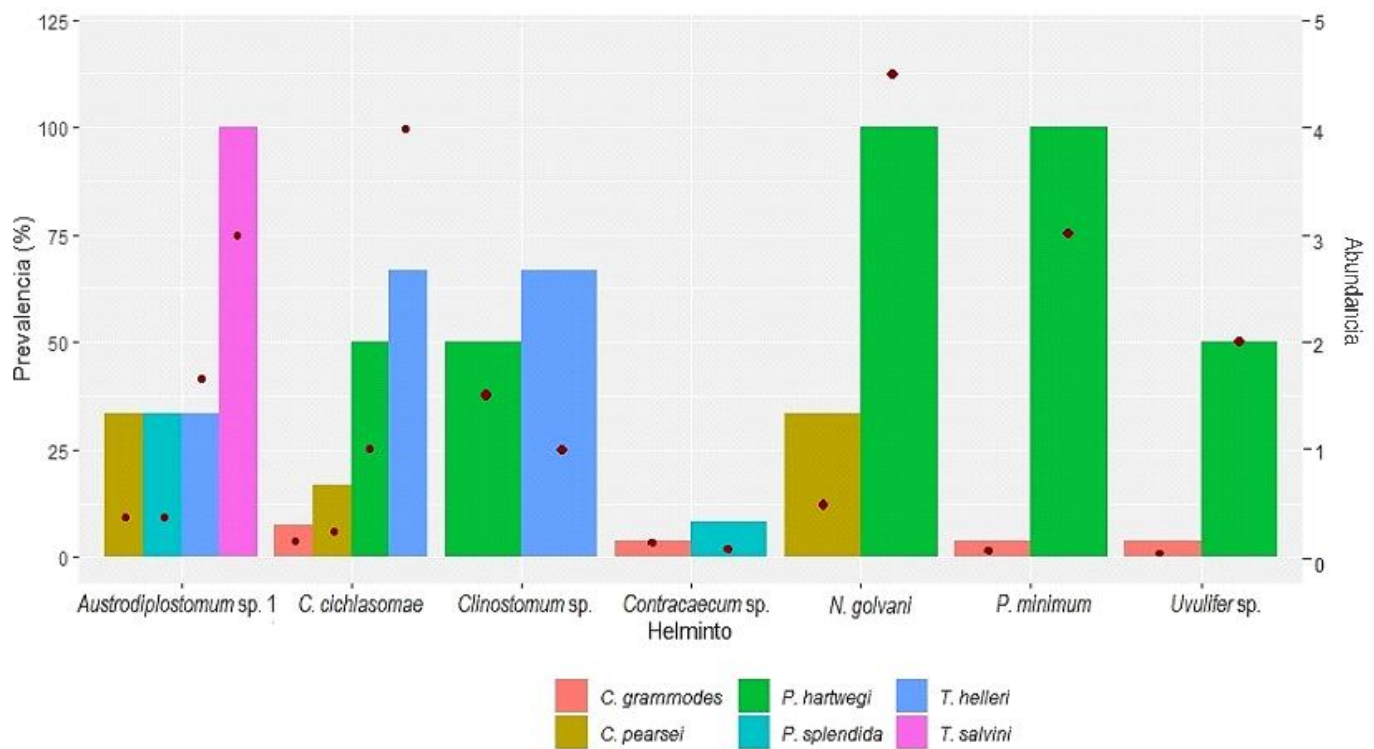
En *C. grammodes* y *P. hartwegi* se registraron *P. minimum* y *Uvulifer* sp., su mayor prevalencia y abundancia (100%  $3 \pm 1.41$ ; 50%,  $2 \pm 2.83$ , respectivamente) fue en *P. hartwegi*. En el caso de *N. glovani* se presentó en *P. hartwegi* y *T. pearsei*, su mayor prevalencia y abundancia (100%,  $4.5 \pm 3.54$ ) fue en *P. hartwegi* (Figura 7).

**Tabla 9.** Parámetros parasitológicos en siete hospederos en la cuenca media del Río Grijalva, Chiapas.  
Prevalencia (%), (Intensidad media  $\pm$ SD) y Abundancia  $\pm$ SD.

HELMINTO	<i>C. grammodes</i> (N=27)	<i>P. splendida</i> (N=12)	<i>C. pearsei</i> (N=6)	<i>M. urophthalmus</i> (N=4)	<i>T. helleri</i> (N=3)	<i>P. hartwegi</i> (N=2)	<i>T. salvini</i> (N=1)
<b>Phylum</b>							
<b>Plathyhelminthes</b>							
<b>Clase Monogenea</b>							
<i>Sciadicleithrum mexicanum</i>		8% (1) 0.08 $\pm$ 0.29					
<b>Clase Trematoda (Adultos)</b>							
<i>Oligogonotylus manteri</i>				25% (2) 0.05 $\pm$ 1			
<i>Crassicutis cichlasomae</i>	7% (2 $\pm$ 1.41) 0.15 $\pm$ 0.60		17% (1) 0.17 $\pm$ 0.41		67% (6 $\pm$ 7.07) 4 $\pm$ 6.08	50% (2) 1 $\pm$ 1.49	
<b>Clase Trematoda (Metacercarias)</b>							
<i>Clinostomum</i> sp.					67% (1.5 $\pm$ 0.71) 1 $\pm$ 1	50% (3) 1.5 $\pm$ 2.12	
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	4% (1) 0.04 $\pm$ 0.19					100% (3 $\pm$ 1.41) 3 $\pm$ 1.41	
<i>Uvulifer</i> sp.	4% (1) 0.04 $\pm$ 0.19					50% (4) 2 $\pm$ 2.83	
<i>Centrocestus formosanus</i>	4% (1) 0.04 $\pm$ 0.19						
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1		33% (1 $\pm$ 0) 0.33 $\pm$ 0.49	33% (1 $\pm$ 0) 0.33 $\pm$ 0.52		33% (5) 1.67 $\pm$ 2.89		100% (3) 3

<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2					67% (46.5 ± 12.02) 31 ± 28.16	
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 3					33% (42) 14 ± 24.25	
Heterophyidae gen. sp.						50% (2) 1 ± 1.41
Metacercaria sp. 1	4% (2) 0.07 ± 0.38					
Metacercaria sp. 2	4% (20) 0.74 ± 3.85					
Metacercaria sp. 3	7% (35 ± 39.60) 2.59 ± 12.15					
Metacercaria sp. 4				25% (306) 76.5 ± 153		
Metacercaria sp. 5					33% (334) 111.33 ± 192.83	
<b>Acanthocephala</b>						
<i>Neoechinorhynchus</i> <i>golvani</i>		33% (1.5 ± 0.71) 0.5 ± 0.84				100% (4.5 ± 3.54) 4.5 ± 3.54
<b>Nematoda</b>						
<i>Goezia nonipapillata</i>				25% (13) 3.25 ± 6.5		
<i>Raillietnema</i> <i>kritscheri</i>		33% (24 ± 15.56) 8 ± 14.21				

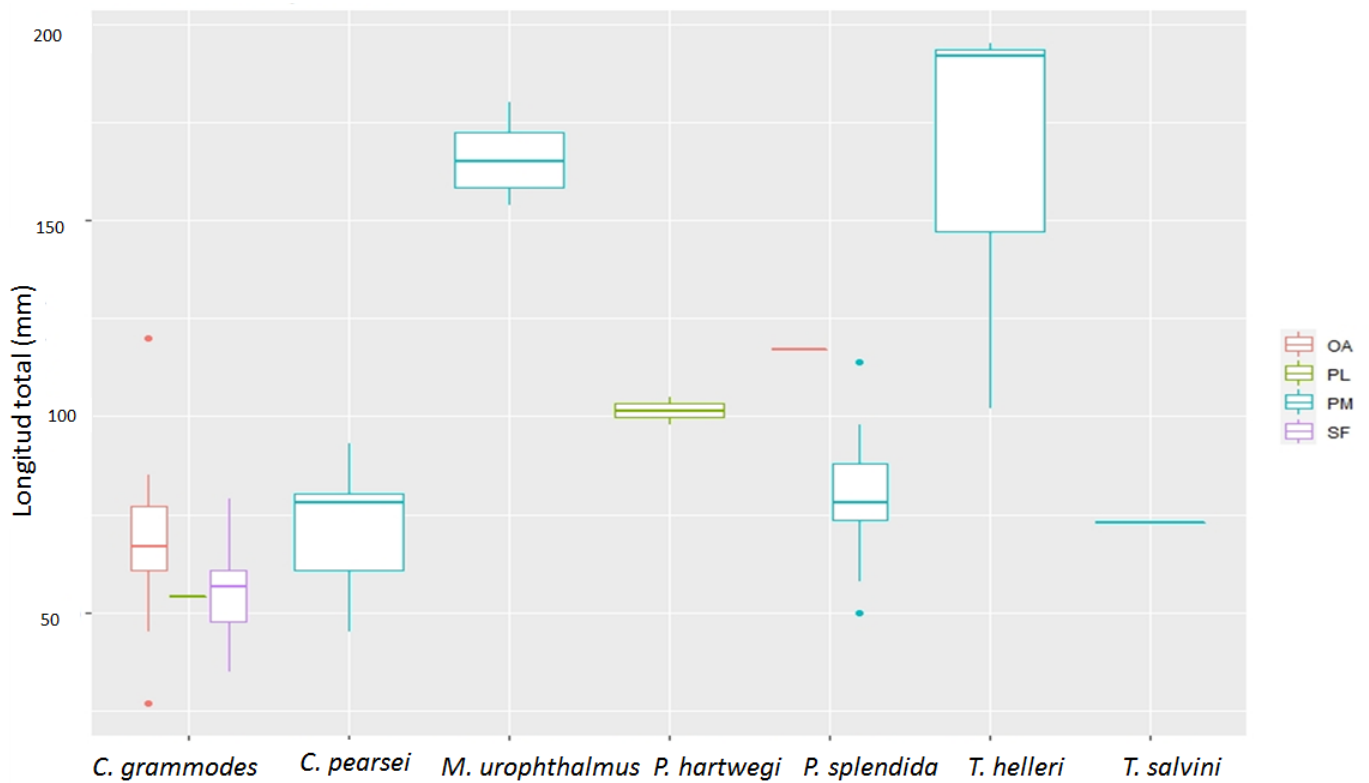
<i>Rhabdochona kidderi</i>	4% (2) 0.07 ± 0.38						
<i>Contraecaecum</i> sp.	4% (3) 0.11 ± 0.58	8% (1) 0.08 ± 0.29					
Larva de nemátodos						50% (6) 3 ± 4.24	
<b>Número de helmintos</b>	104	6	54	321	489	32	3
<b>Taxones</b>	9	3	4	3	6	7	1



**Figura 7.** Prevalencia y abundancia de los taxones de mayor distribución en especies de cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (La prevalencia está representada por las barras de colores y la abundancia por los puntos rojos).

#### 4.2 Descripción de la variación de la talla de los hospederos

Los cíclidos presentaron distintas tallas. La especie que presentó mayor rango de variabilidad en su talla fue *C. grammodes*, que osciló de los 27 hasta los 120 mm ( $62.60 \pm 18.20$ ) en Ojo de Agua y la de menor variación fue *P. hartwegi* de los 98 a 105 mm ( $101.5 \pm 4.94$ ) en Puente la Luz. La talla máxima entre los hospederos se registró en *T. helleri* con 195 mm y la menor en *C. grammodes* con 27 mm (Figura 8).



**Figura 8.** Variación en la talla de las siete especies de cíclidos colectados en cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. Localidades: PL (Puente la Luz), OA (Ojo de Agua), SF (San Francisco), PM (Presa Malpaso).

#### 4.3 Correlación de la talla los hospederos con las características poblacionales de los taxones de helmintos

La mayor parte de los taxones de parásitos registrados presentaron prevalencias y abundancias bajas. Los taxones que tuvieron prevalencias >10% fueron *C. cichlasomae*, *Austrodiplostomum* sp. 1 y *R. kritscheri*, estos taxones se presentaron en más de una especie de hospedero con más de seis ejemplares.

De los tres taxones únicamente *C. cichlasomae* presentó una correlación significativa con la talla de *C. grammodes* (Tabla 10).



**Tabla 10.** Coeficientes de Pearson de los parásitos de mayor prevalencia con la longitud total de los hospederos de especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (Únicamente se consideraron los cíclidos con N>6).

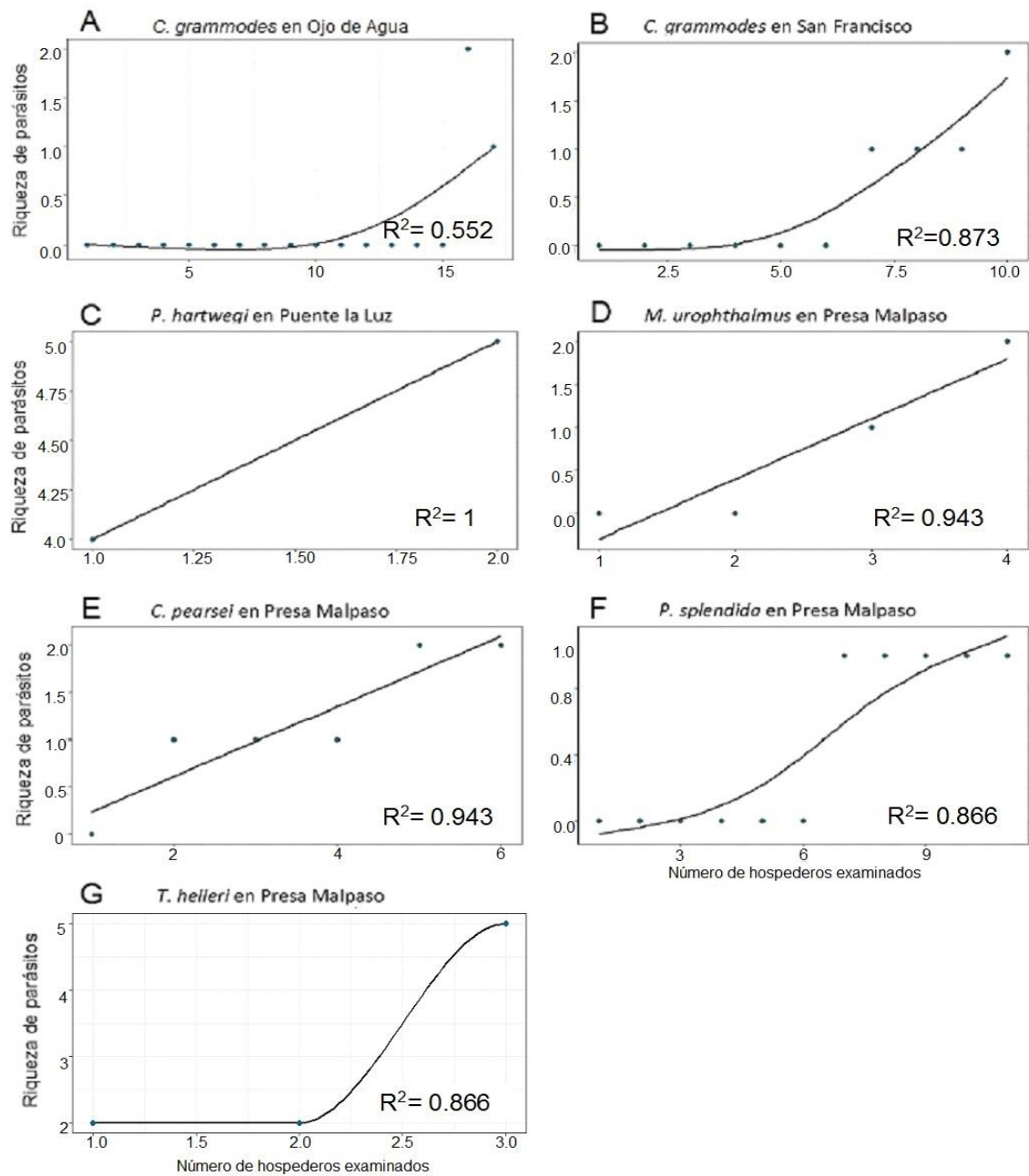
Hospedero	Localidad	<i>C. cichlasomae</i>	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1	<i>R. kritscheri</i>
<i>C. grammodes</i> (N=27)	Ojo de Agua	0.68 *	-	-
<i>P. splendida</i> (N=12)	Presa Malpaso	-	0.28	-
<i>C. pearsei</i> (N=6)	Presa Malpaso	0.58	0.34	0.77

\* Significancia p >0.05

## 5. Descripción de las comunidades de helmintos

### 5.1 Relación entre la riqueza observada y el número de hospederos examinados

La riqueza de especies de helmintos observada en las diferentes localidades dependió del número de hospederos examinados de cada especie en cada localidad (Figura 9). De los 55 hospederos examinados 26 estuvieron parasitados (47.27%). Los hospederos *P. hartwegi* y *C. grammodes* en Puente la Luz, *P. splendida* en Ojo de Agua, *T. helleri* y *T. salvini* en la Presa Malpaso resultaron todos parasitados. Mientras que en Ojo de Agua *C. grammodes* representó el menor porcentaje de parasitismo a pesar de que fue el de mayor número de hospederos recolectados de una misma especie. La riqueza de especies de helmintos observada en cada especie de hospedero varió de uno a siete taxones (Tabla 11). Los hospederos *C. grammodes* en Puente la Luz, *P. splendida* en Ojo de Agua y *T. salvini* en la Presa Malpaso no se incluyeron en este análisis por el insuficiente número de hospederos examinados (Tabla 11).



**Figura 9.** Relación entre la riqueza observada y el número de hospederos recolectados de seis especies de cíclidos examinados en cuatro localidades del río Grijalva, Chiapas. Los asteriscos o marcadores representan las observaciones y la curva en cada gráfica representan la curva de mejor ajuste a estos datos.

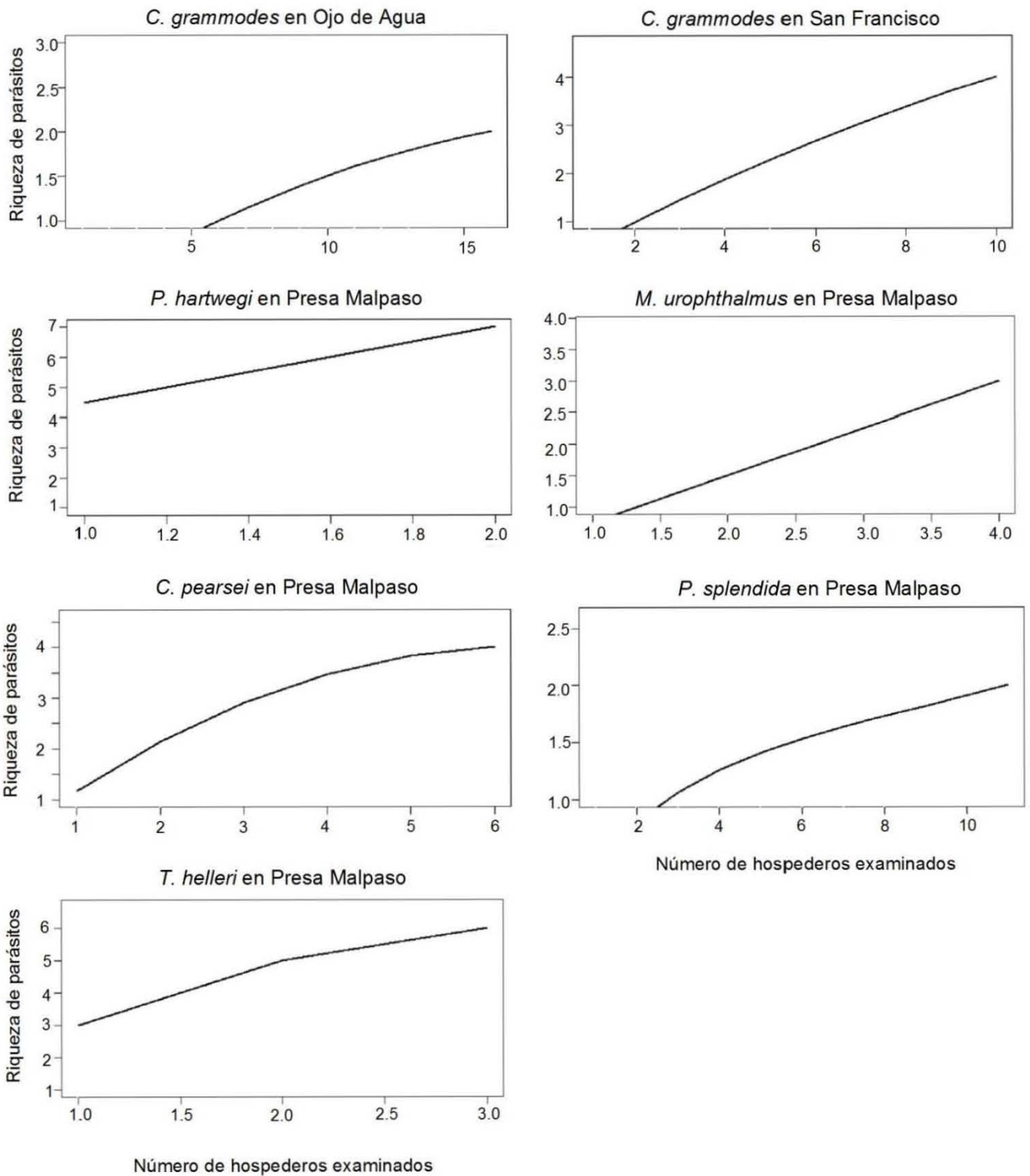
**Tabla 11.** Número de cíclidos recolectados en localidades de la cuenca del río Grijalva, número de hospederos examinados y parasitados. (ECT: Ectoparásitos, EN.AD: Endoparásitos adultos, EN.LA: Endoparásitos larvas).

Localidad	Hospedero	Hospederos examinados	Hospederos parasitados	Hospederos parasitados (%)	Riqueza			Abundancia				
					Total	ECT	EN.AD	EN.LA	Total	ECT	EN.AD	EN.LA
Puente la Luz	<i>P. hartwegi</i>	2	2	100%	7		2	5	32		11	21
	<i>C. grammodes</i>	1	1	100%	2			2	4			4
Ojo de Agua	<i>C. grammodes</i>	16	2	12.50%	2		2		6		6	
	<i>P. splendida</i>	1	1	100%	1			1	1			1
San Francisco	<i>C. grammodes</i>	10	4	40%	5			5	94			94
Presa Malpaso	<i>M. urophthalmus</i>	4	2	50%	3			1	321		15	306
	<i>P. splendida</i>	11	5	45.45%	2	1		1	5	1		4
	<i>T. helleri</i>	3	3	100%	6		1	5	440		12	428
	<i>C. pearsei</i>	6	5	83.33%	4		3	1	54		52	2
	<i>T. salvini</i>	1	1	100%	1			1	3			3
Total		55	26	47.27%	22	1	6	15	960	1	96	863

## 5.2 Riqueza de especies

Las curvas de acumulación de especies muestran que para la mayoría de los hospederos presentes en cada localidad no se alcanzó la asíntota, solo en el caso de *C. pearsei* se nota una tendencia asíntótica (Figura 10). Lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue insuficiente, que nos hizo falta capturar y examinar más peces en cada localidad para obtener un inventario más completo de parásitos.

Los valores del estimador no paramétrico de riqueza Chao 2 (Tabla 12) confirman esta observación, y sugiere que se colectaron todas las posibles especies de parásitos en *C. pearsei* en Presa Malpaso. Caso contrario del resto de los hospederos, en los que hacen faltan más especies de parásitos por colectar, con base en Chao 2, hace falta colectar desde dos hasta cuatro especies de helmintos parásitos por localidad. Nuestro muestreo permitió recolectar entre el 49.69 % y el 96.64 % de especies que existían en cada componente de localidad (Tabla 12).



**Figura 10.** Curvas de acumulación de especies de helmintos parásitos por componente de comunidad (cada especie de hospedero en cada localidad) en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

**Tabla 12.** Riqueza de parásitos en cada componente de comunidad en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

Hospedero	Localidad	N	So	Chao 2	% de S
<i>C. grammodes</i>	Ojo de Agua	16	2	2.94	68.09
	San Francisco	10	5	8.05	49.69
<i>P. hartwegi</i>	Puente la Luz	2	7	10.12	69.14
<i>M. urophthalmus</i>	Presa Malpaso	4	3	6	50
<i>C. pearsei</i>	Presa Malpaso	6	4	4.14	96.64
<i>P. splendida</i>	Presa Malpaso	11	2	2	100
<i>T. helleri</i>	Presa Malpaso	3	6	8	75

### 5.3 Análisis de diversidad

#### 5.3.1 Descripción de infracomunidades

En la tabla 13 se muestran los descriptores a nivel infracomunidad de helmintos en siete especies de cíclidos. El promedio de helmintos individuales varió de 0.29 a 21.2 individuos por infracomunidad. El promedio de taxones de helmintos varió entre uno y dos. Con base en el índice de Simpson y Barger Parker, valores cercanos a 1 son menos diversas y tienden a la dominancia, por lo que se determinó que la diversidad de las infracomunidades fue baja y que tienden a la dominancia, excepto en el caso de *P. hartwegi* que tiende a la equidad. Al tener estos valores de dominancia, los valores del índice de equidad de Pielou disminuyeron, excepto en *P. hartwegi* que obtuvo un valor cercano a 1 lo que indica que los taxones son igualmente abundantes.

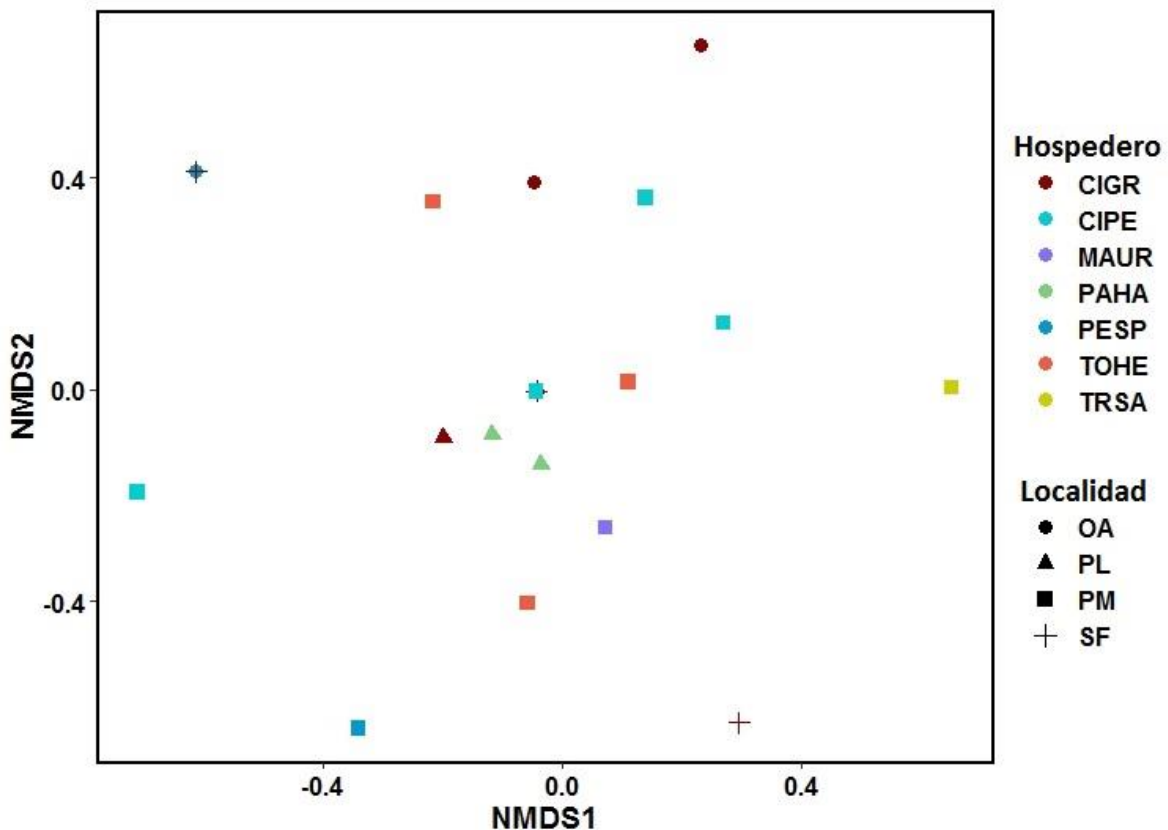
Los taxones que fueron dominantes fueron *Austrodiplostomum* sp. 1 con el 80% y 100% en *P. splendida* y *T. salvini*, respectivamente.

**Tabla 13.** Descriptores de la estructura de las infracomunidades de helmintos en siete especies de cíclidos en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (PL: Puente la Luz, OA: Ojo de Agua, SF: San Francisco y PM: Presa Malpasos).

Índice	<i>P. hartwegi</i>	<i>C. grammodes</i>			<i>P. splendida</i>		<i>C. pearsei</i>	<i>M. urophthalmus</i>	<i>T. helleri</i>	<i>T. salvini</i>
Localidad	PL	PL	OA	SF	OA	PM	PM	PM	PM	PM
Hospederos examinados	2	1	16	10	1	11	6	4	3	1
Total de helmintos	4± 3.16 (2-7)	0.29±0.48 (1-1)	0.85±1.57 (1-4)	0.57±1.13 (1-3)	0.33± 0.57 (1)	(1.67±2.08) (1)	13.5±23.01 (1-35)	7.5±7.78 (2-13)	21.2±20.19 (1-42)	3
Número de taxones	1±0 (1-2)	1±0 (2)	1±0 (2)	1±0 (2)	0.33±0.57 (1)	0.67±0.57 (1)	1±0 (1-2)	2±0 (2)	1±0 1,4	1 1
Simpson	0.66±0.14 (0.56-0.76)	0.50	0.90±0.27 (0-1)	0.8±0.42 (0-1)	0	0.54±0.52 (0-1)	0.19±0.39 (0.054-1)	0.80±0.38 (0.23-1)	0.25±0.36 (0.045-0.67)	0
Berger-Parker (d)	0.45±0.17 (0.35-0.6)	0.6	0.8±0.28 (0.6-1)	1	1	0.45±0.52 1	0.87±0.40 (0.92-1)	0.2±0.43 (0.86)	0.80±0.29 (0.45-0.98)	1
Shannon-Wiener (H')	1.2 ±0.67 (0.95-1.52)	0.69	0.04±0.17 (0-0.67)	0	0	0	0.06±0.10 (0-0.25)	0.098±0.19 (0-0.39)	0.49±0.65 (0.11-1.24)	0
Pielou (J')	0.90±0.06 (0.86-0.94)	1	0.064±0.25 (0-0.97)			0	0.18±0.18 (0-1)	0.14±0.28 (0-1)	1±0.41 1	
Taxones dominante	<i>N. golvani</i>	<i>P. minimum</i>	<i>C. cichlasomae</i>	<i>Contraecaecum</i> sp (larva)	<i>Contraecaecum</i> sp (larva)	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1	<i>R. kritscheri</i>	<i>G.nonipapillata</i>	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1
	45%	40%	66.67%	75%	100%	80%	88.89%	86.67%	41.51%	100%

Los patrones de similitud (Índice de Bray-Curtis) de las infracomunidades con base en la distribución de abundancia de los taxones de helmintos se analizaron a partir de un NMDS. En el NMDS se obtuvo un valor de estrés de 0.11, lo que indica que el ordenamiento de los datos es aceptable, y que toda la información de infracomunidades (excepto 20 hospederos que no estuvieron parasitados) se encuentra representada en las dos dimensiones.

En la figura 11 se observa que en las infracomunidades se distribuyen en el espacio multivariado individualizándose entre sí. El análisis ANOSIM ( $R=0.1749$ ,  $p=0.017$ ), permite corroborar que en efecto, no hay similitud entre las infracomunidades.



**Figura 11.** Análisis NMDS de la abundancia de los taxones de helmintos e infracomunidades. Mediante la distancia de Bray-Curtis (2D). Los acrónimos utilizados fueron los siguientes: Cíclidos: CIGR (*C. grammodes*), CIPE (*C. pearsei*), MAUR (*M. urophthalmus*), PAHA (*P. hartwegi*), PESP (*P. splendida*), TOHE (*T. helleri*) y TRSA (*T. salvini*). Localidades: PL (Puente la Luz), OA (Ojo de Agua), PM (Presa Malpaso) y SF (San Francisco).



### 5.3.2 Descripción de componentes de comunidad

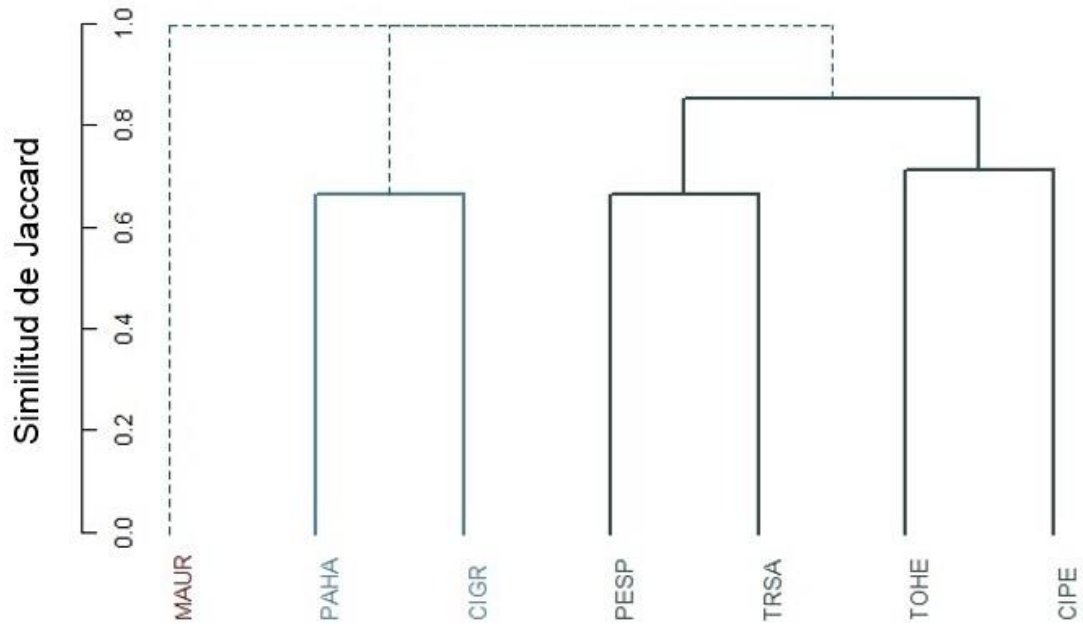
En la tabla 14 se muestran los descriptores a nivel componente de comunidad de helmintos en siete especies de cíclidos. Los hospederos colectados de cada especie de cíclido variaron de uno a 27, mientras que el número de helmintos individuales varió de tres a 106 individuos por componente. El número total de taxones de helmintos varió entre uno y seis, siendo *C. grammodes* y *P. hartwegi* los de mayor número de taxones.

Los valores de dominancia de Berger-Parker indicaron que los hospederos que tienden a la dominancia y a una menor diversidad son: *T. salvini* ( $d=1$ ), *C. pearsei* ( $d=0.89$ ), *M. urophthalmus* ( $d=0.87$ ), y *P. splendida* ( $d=0.67$ ). Mientras que los hospederos que tienden a una menor dominancia y mayor diversidad son: *C. grammodes* ( $d=0.33$ ), *P. hartwegi* ( $d=0.3$ ) y *T. helleri* ( $d=0.42$ ). Lo que se confirma con el índice de equidad de Pielou, los hospederos que presentan taxones que son igualmente abundantes son: *C. grammodes* ( $J'=0.91$ ), *P. hartwegi* ( $d=0.94$ ) y *T. helleri* ( $d=0.796$ ). De la misma manera, el índice de Shannon-Wiener con valores cercanos a 0 muestran que los componentes de comunidades son poco diversos, ya que existe una alta uniformidad de un solo taxón. Estos resultados demostraron que la dominancia de un taxón tiene una alta influencia en la estructura de la comunidad de helmintos.

**Tabla 14.** Descriptores de la estructura en cada componente de comunidad de helmintos de siete especies de cíclidos en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

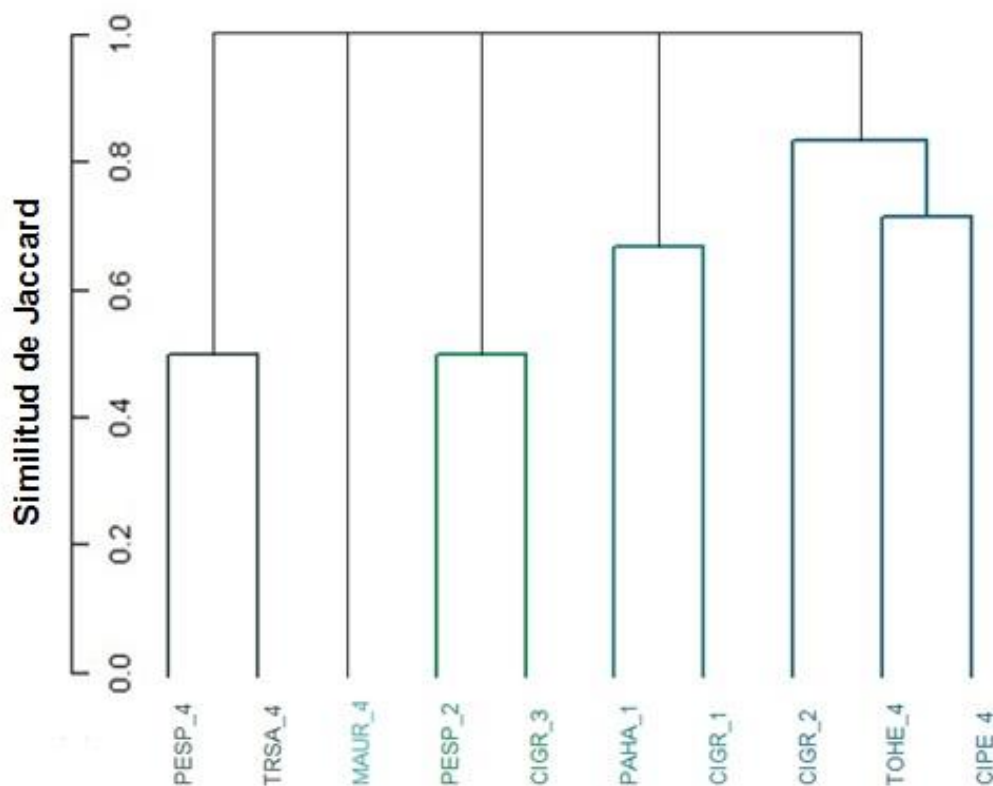
Índice	<i>C. grammodes</i>	<i>P. splendida</i>	<i>C. pearsei</i>	<i>M. urophthalmus</i>	<i>T. helleri</i>	<i>P. hartwegi</i>	<i>T. salvini</i>
Hospederos Examinados	27	12	6	4	3	2	1
Total de helmintos	12	6	54	15	106	30	3
Número de taxones	6	3	4	2	5	6	1
Berger-Parker (d)	0.33	0.67	0.89	0.87	0.42	0.3	1
Shannon-Wiener (H')	1.63	0.87	0.46	0.39	1.22	1.68	0
Pielou (J')	0.91	0.79	0.33	0.57	0.76	0.94	NA
Taxón dominante	<i>C. cichlasomae</i>	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1	<i>R. kritscheri</i>	<i>G. Nonipapillata</i>	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2	<i>N. golvani</i>	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1
Domino en	33.33%	66.67%	88.89%	86.67%	41.51%	30%	100%

Los valores de similitud de Jaccard se representaron gráficamente (Figura 12). Indican que hay una mayor similitud en la composición de las comunidades de helmintos en *T. helleri* y *C. pearsei* al compartir un taxones, también se observa una similitud con *P. splendida* y *T. salvini* con los que comparten un taxón. Mientras que *C. grammodes* y *P. hartwegi* también una similitud al compartir dos taxones. Mientras que *M. urophthalmus* no presentó ninguna similitud con los demás componentes de comunidades de las seis especies de cíclidos.



**Figura 12.** Índice de similitud de Jaccard del componente de comunidad de helmintos de siete especies de cíclidos. Cíclidos: CIGR (*C. grammodes*), CIPE (*C. pearsei*), MAUR (*M. urophthalmus*), PAHA (*P. hartwegi*), PESP (*P. splendida*), TOHE (*T. helleri*) y TRSA (*T. salvini*).

En tanto que la similitud de los hospederos conservando la localidad de la que procedieron (Figura 13), únicamente se pudo observar similitudes entre hospederos de diferentes localidades.



**Figura 13.** Índice de similitud de Jaccard del componente de comunidad de helmintos de siete especies de cíclidos. Cíclidos: CIGR (*C. grammodes*), CIPE (*C. pearsei*), MAUR (*M. urophthalmus*), PAHA (*P. hartwegi*), PESP (*P. splendida*), TOHE (*T. helleri*) y TRSA (*T. salvini*), Localidades: 1 (Puente la Luz), 2 (Ojo de Agua), 3 (San Francisco) y 4 (Presa Malpaso).

#### 5.4 Riqueza y talla de los hospederos

Examinamos el grado de correlación entre la talla de los hospederos y el número de taxones de helmintos calculando el índice de correlación de Pearson.

##### ***Cichlasoma grammodes***

Se colectaron 27 hospederos de *C. grammodes* en tres localidades, entre ellos la talla varió entre 27 y 120 mm ( $62.60 \pm 18.20$ ), tanto la talla mínima como máxima se presentaron en Ojo de Agua.

En Puente la Luz solo se colectó un hospedero de 54 mm y fue en el que registró el mayor número de taxones de parásitos de todas las localidades. En Ojo de Agua y en San Francisco los hospederos se distribuyeron en cuatro clases de talla, las clases más

grandes son en las que se registró mayor número de taxones y abundancia de helmintos (Tabla 15).

**Tabla 15.** Clases de talla de *C. grammodes* en tres localidades de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

Localidad	Rangos de talla (mm)	Número de hospederos	Taxones	Número de helmintos
Puente la Luz	54	1	3	4
Ojo de Agua	27-45	2	0	0
	46 – 64	4	0	0
	65 – 83	8	1	1
	84 – 120	2	2	5
San Francisco	35-44	1	2	8
	45-54	3	0	0
	55-66	5	2	66
	67-76	1	1	20

### ***Trichromis salvini***

En la Presa Malpaso solo se colectó un hospedero de *T. salvini*, su talla fue de 73 mm y presentó tres helmintos de un taxones.

### ***Mayaheros urophthalmus***

Solo se colectaron en la Presa Malpaso cuatro hospederos de *M. urophthalmus*, entre ellos la talla varió entre 154 y 180 mm ( $166 \pm 11.43$ ), y se pueden clasificar en tres categorías, de las cuales, la de menor talla es la de mayor número de helmintos (Tabla 16).

**Tabla 16.** Clases de talla de *M. urophthalmus* en la Presa Malpaso en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

Rangos de talla (mm)	Número de hospederos	Taxones	Número de helmintos
154 – 162	2	1	306
163 – 172	1	0	0
173 – 182	1	2	14

### ***Paraneetroplus hartwegi***

En la localidad de Puente la Luz solo se colectaron dos hospederos de *P. hartwegi*, su talla varió de 98 a 105 mm ( $101.5 \pm 4.95$ ). A pesar de ser poca la diferencia en la talla se presentaron diferencia en los helmintos, el hospedero de menor talla presentó 12 helmintos de cuatro taxones, mientras que el más grande presentó 20 helmintos de cinco taxones (Tabla 17).

**Tabla 17.** Talla de *P. hartwegi* en Puente la Luz en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

Talla (mm)	Número de hospederos	Taxones	Número de helmintos
98	1	4	12
105	1	5	20

### ***Petenia splendida***

Se colectaron 12 hospederos de *P. splendida* en dos localidades, entre los hospederos la talla varió entre 50 y 117 mm ( $82.83 \pm 19.98$ ). En Ojo de Agua se registró el hospedero de mayor talla parasitado por un helminto de un taxón.

En la Presa Malpaso se examinaron 11 hospederos que se clasificaron en cinco clases, solo en la clase de 65 a 79 mm se registraron tres helmintos y en la clase más grande no se encontraron helmintos (Tabla 18).

**Tabla 18.** Clases de talla de *P. splendida* en dos localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

Localidad	Rangos de talla (mm)	Número de hospederos	Taxones	Número de helmintos
Ojo de Agua	117	1	1	1
Presa Malpaso	50 – 64	2	0	0
	65 – 79	5	2	3
	80 – 94	2	1	1
	95 – 109	1	1	1
	110 – 124	1	0	0

### ***Cincolichthys pearsei***

Solo en la Presa Malpaso se colectaron seis hospederos de *C. pearsei*, su talla varió de 45 a 93 mm ( $71.66 \pm 17.95$ ). Se pueden clasificar en tres clases de talla, la clase intermedia presentó mayor número de hospederos y taxones, mientras que los de mayor talla tienen mayor número de helmintos (Tabla 19).

**Tabla 19.** Clases de talla de *C. pearsei* en la Presa Malpaso en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

<b>Rangos de talla (mm)</b>	<b>Número de hospederos</b>	<b>Taxones</b>	<b>Número de helmintos</b>
45 – 58	2	1	1
73 – 86	3	3	17
87 – 100	1	2	36

### ***Thorichtys helleri***

En la Presa Malpaso se colectaron tres hospederos de *T. helleri*, su talla varió de 102 a 195 mm ( $163 \pm 52.84$ ). Con base en sus tallas se pueden clasificar en dos clases, la clase de menor talla fue la de mayor número de taxones y de helmintos (Tabla 20).

**Tabla 20.** Clases de talla de *T. helleri* en la Presa Malpaso en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

<b>Rangos de talla (mm)</b>	<b>Número de hospederos</b>	<b>Taxones</b>	<b>Número de helmintos</b>
102 – 137	1	5	407
174 – 209	2	4	82

## **5.5 Correlación de la talla de los hospederos con los helmintos**

La longitud total de los hospederos se correlacionó de diferente manera con la riqueza y abundancia de los parásitos (Tabla 21). Los endoparásitos adultos (sin contar las metacercarias y larvas de nemátodos), presentaron una correlación positiva con la talla de *C. grammodes* ( $p < 0.01$ ). En tanto que las metacercarias y larvas de nemátodos presentaron una correlación negativa con *T. helleri* ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 21.** Correlaciones de Pearson para valorar la relación de la riqueza y abundancia de parásitos a nivel componente de comunidad e infracomunidad con la longitud total de los hospederos de especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (RT: Riqueza total, AT: Abundancia total, ECT: Ectoparásitos, EN.AD: Endoparásitos adultos, EN.LA: Endoparásitos larvas).

Hospedero	Componente de Comunidad								Localidad	Infracomunidad							
	Riqueza de helmintos				Abundancia de helmintos					Riqueza de helmintos				Abundancia de helmintos			
	RT	ECT	EN.AD	EN.LA	AT	ECT	EN.AD	EN.LA		RT	ECT	EN.AD	EN.LA	AT	ECT	EN.AD	EN.LA
<i>C. grammodes</i>	0.13	-	0.65**	-0.18	0.0097	-	0.69**	0.23	Ojo de Agua	0.65**	-	0.65**	-	0.69**	-	0.69**	-
									San Francisco	-0.18	-	-	-0.18	0.23	-	-	0.23
<i>P. hartwegi</i>	1	1	1	1	1	-	1	1	Puente la Luz	1	1	1	1	1	-	1	1
<i>M. urophthalmus</i>	0.49	-	0.82	-0.7	-0.67	-	0.82	-0.7	Presa Malpaso	0.49	-	0.82	-0.7	-0.67	-	0.82	-0.7
<i>C. pearsei</i>	0.82*	-	0.62	0.34	0.71	-	0.69	0.34	Presa Malpaso	0.82*	-	0.62	0.34	0.71	-	0.69	0.34
<i>P. splendida</i>	0.41	-0.76	-	0.28	0.3	-0.76	-	0.28	Presa Malpaso	0.28	-0.18	-	0.28	0.17	-0.18	-	0.28
<i>T. helleri</i>	-1**	-	-0.48	-0.95	-1**	-	-0.99*	-1**	Presa Malpaso	-1**	-	-0.48	-0.95	-1**	-	-0.99*	-1**

\*p < 0.05      \*\* p < 0.01



## 5.6 Relación de la alimentación del hospedero con los helmintos

Las especies de cíclidos presentan distintos hábitos alimenticios (Tabla 22), en el CCA se agruparon las especies de cíclidos de acuerdo a sus hábitos alimenticios, y las especies de helmintos presentes por cada hospedero. La mayoría de los helmintos se distribuyeron en los hospederos con hábitos alimenticios omnívoros y carnívoros. Las especies que se concentraron cerca del centro, son las especies de helmintos que se encontraron en más de un tipo de alimentación, tal es el caso de *C. cichlasomae*, *Austrodiplostomum* sp.1 y *N. golvani*.

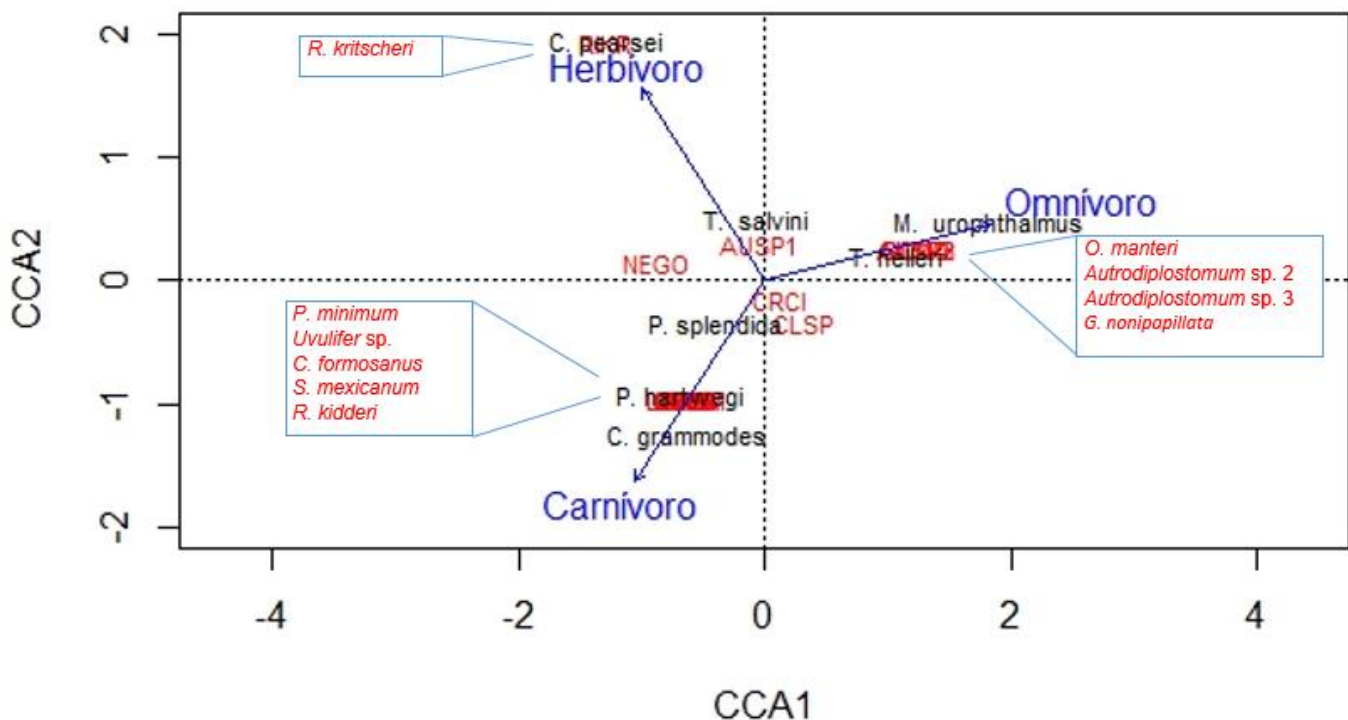
Esto indica que la alimentación es un atributo de los hospederos que influye en la distribución y abundancia de los helmintos (Tabla 23 y Figura 14).

**Tabla 22.** Hábitos alimenticios de las especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

<b>Hospedero</b>	<b>Alimentación</b>
<i>P. hartwegi</i>	Carnívoro
<i>C. grammodes</i>	Carnívoro
<i>P. splendida</i>	Carnívoro
<i>M. urophthalmus</i>	Omnívoro
<i>T. helleri</i>	Omnívoro
<i>C. pearsei</i>	Herbívoro
<i>T. salvini</i>	Omnívoro/Herbívoro

**Tabla 23.** Asociación entre el tipo de alimentación con las especies de helmintos parásitos en cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

<b>Alimentación</b>	<b>CCA1</b>	<b>CCA2</b>	<b>CCA3</b>
Omnívoro	0.9480	0.2399	0.20934
Carnívoro	-0.5430	-0.8349	-0.08968
Herbívoro	-0.5124	0.8032	0.30380



**Figura 14.** CCA de los hábitos alimenticios de las especies de cíclidos y especies de helmintos parásitos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

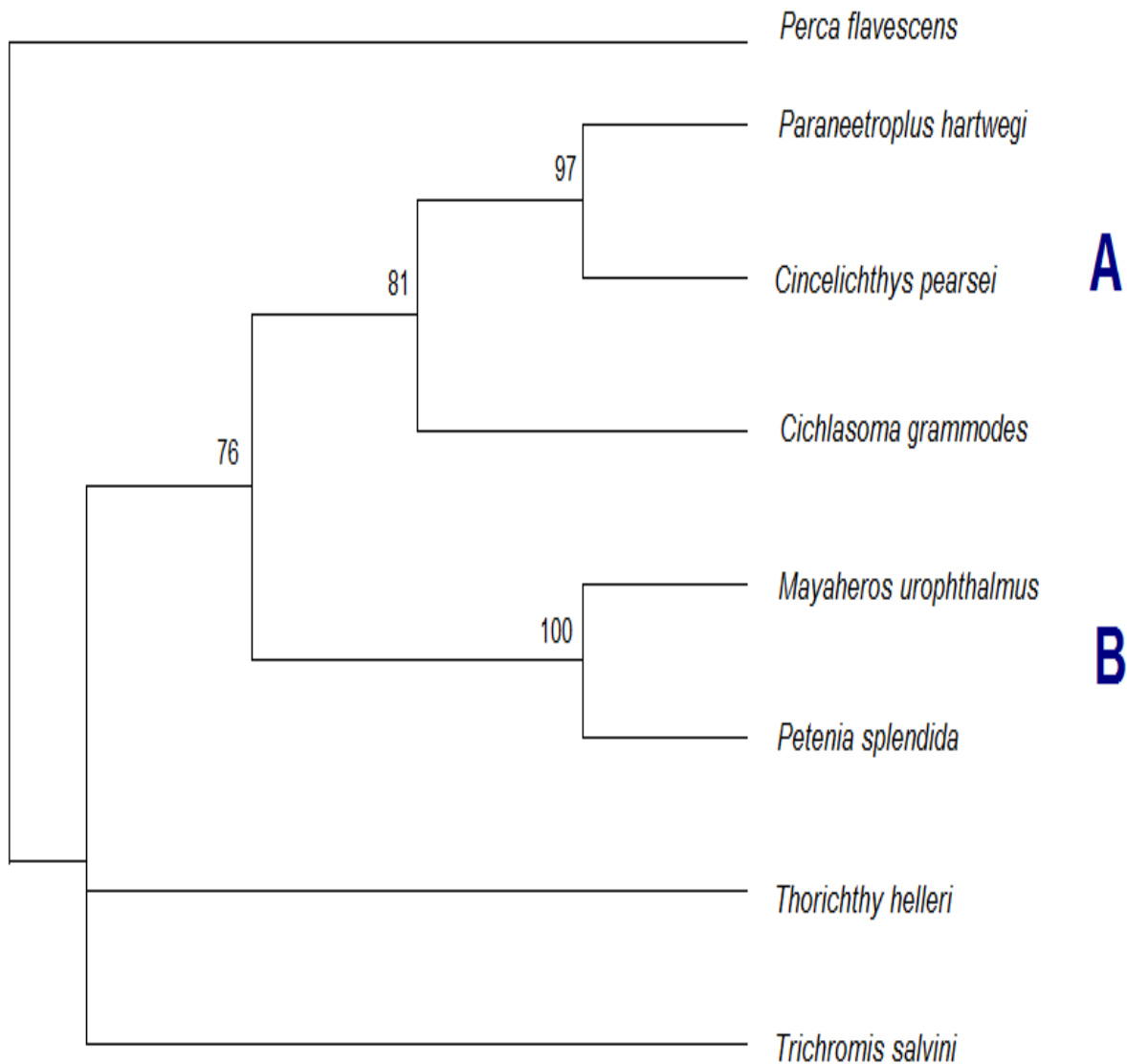
## 6. Influencia de la filogenia de los hospederos en la estructura de las comunidades de helmintos

### 6.1 Relaciones filogenéticas entre las especies de cíclidos estudiadas

Entre los datos moleculares disponibles (Tabla 1, página 23) se utilizó el marcador Cyt-b para construir el árbol de las relaciones filogenéticas entre las especies de cíclidos examinadas; debido a que es uno de los métodos genéticos más utilizados para la identificación taxonómica y permite determinar relaciones entre familias y géneros, además fue uno de los marcadores que compartieron las ocho especies (un grupo externo y siete especies de cíclidos) (Leo-Smith et al., 2004).

El análisis filogenético inició con secuencias de 1140 pb después del alineamiento quedaron secuencias de 581 pb, todos los caracteres tuvieron el mismo peso: 389 caracteres fueron constantes (proporción= 0.669535), 97 caracteres fueron informativos y 95 caracteres no fueron informativos. En total se obtuvieron 19 árboles, en el árbol de consenso la mayoría de los nodos obtuvieron un buen soporte de Bootstrap (>70%) (Se colapsaron los nodos con un soporte menor a <70%) (Figura 15, Tabla 24).

En el árbol obtenido, las siete especies de cíclidos se recuperaron como un grupo monofilético integrado por tres linajes, dos de ellos con una sola especie (*T. helleri* y *T. salvini*). El linaje con más especies se dividió en dos clados; el clado A formado por las especies hermanas *P. hartwegi* y *C. pearsei* junto con *C. grammodes*. Este clado a su vez comparte un ancestro en común con el clado B, el cual está formado por las especies hermanas *M. urophthalmus* y *P. splendida*.



**Figura 15.** Filogenia de las siete especies de cíclidos examinadas en esta investigación, utilizando el principio de Máxima parsimonia, modelo TBR, Bootstrap n= 100 (gen Cytb de 581 pb de longitud).

**Tabla 24.** Matriz de distancias genéticas entre las especies cíclidos sometidas al análisis filogenético.

ESPECIE	<i>P. flavescens</i>	<i>C. grammodes</i>	<i>T. salvini</i>	<i>M. urophthalmus</i>	<i>P. hartwegi</i>	<i>P. splendida</i>	<i>C. Pearsei</i>	<i>T. helleri</i>
<i>P. flavescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. grammodes</i>	0.22547332	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. salvini</i>	0.21342513	0.12908778	-	-	-	-	-	-
<i>M. urophthalmus</i>	0.23580034	0.11703959	0.13253012	-	-	-	-	-
<i>P. hartwegi</i>	0.23580034	0.08950086	0.12908778	0.11187608	-	-	-	-
<i>P. splendida</i>	0.23752151	0.12220310	0.12220310	0.04647160	0.10843373	-	-	-
<i>C. pearsei</i>	0.21686747	0.09122203	0.10671256	0.09466437	0.06196213	0.09466437	-	-
<i>T. helleri</i>	0.20654045	0.11531842	0.12908778	0.10671256	0.11703959	0.11015491	0.09466437	-

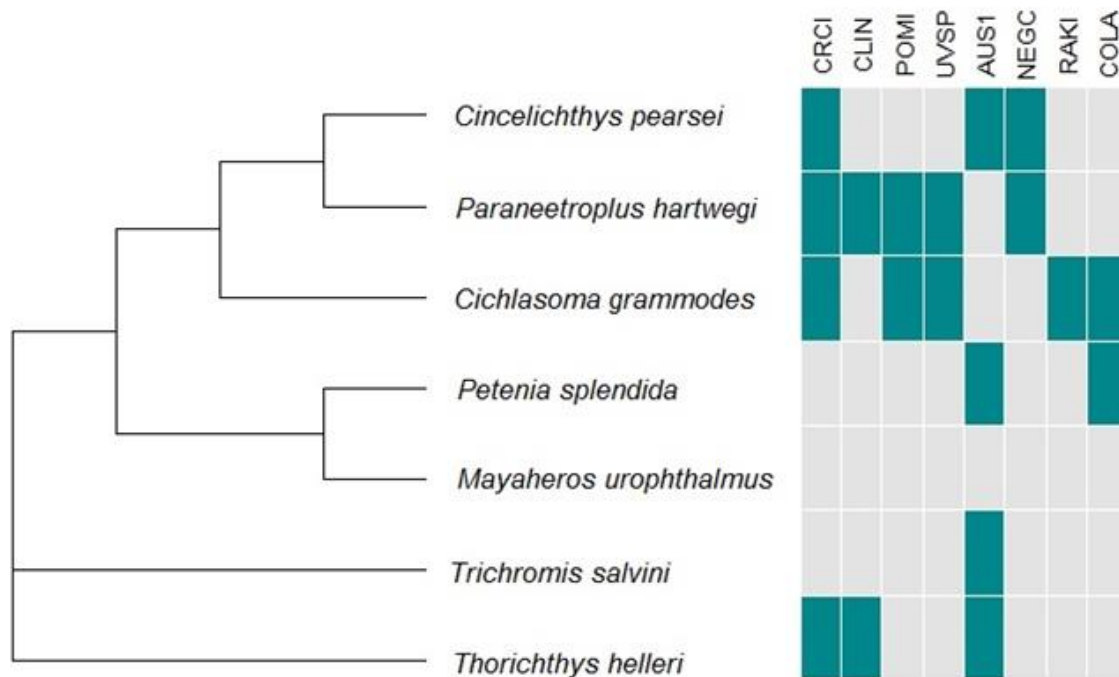
## 6. 2 Diversidad filogenética

Solo siete de los 22 taxones de helmintos recolectados, se asociaron con más de dos especies de cíclidos (Tabla 25). El helminto *Austrodiplostomum* sp.1 fue el de menor especificidad de hospedero (PD: 0.24229156), se registró en cuatro especies de cíclidos *C. pearsei*, *P. splendida*, *T. helleri* y *T. salvini* (Figura 15). En el caso de *C. cichlasomae* también fue el de menor especificidad (PD: 0.20238732), se registró en cuatro hospederos, sin embargo, tres de ellos comparten el mismo clado. Mientras que el de mayor especificidad fue *N. golvani* (PD: 0.06570371), el cual se registró en dos especies de cíclidos *C. pearsei* y *P. hartwegi* que comparten un mismo clado (Figura 16).

**Tabla 25.** Especificidad del hospedero por taxones de helminto, medido como la diversidad filogenética de siete especies de cíclidos. Abreviatura de las especies de helmintos están entre paréntesis, PD (Diversidad filogenética), (S) Riqueza de hospederos. NA No Aplica

	<b>Helminto</b>	<b>PD</b>	<b>S</b>
<b>Monogenea</b>	<i>S. mexicanum</i> (SIME)	NA	1
<b>Trematoda (Adultos)</b>	<i>O. manteri</i> (OLMA)	NA	1
	<i>C. cichlasomae</i> (CRCI)	0.20641	4
<b>Trematoda (Metacercarias)</b>	<i>Clinostomum</i> sp. (CLIN)	0.12528	2
	<i>P. minimum</i> (POMI)	0.10736	2
	<i>Uvulifer</i> sp. (UVSP)	0.10736	2
	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1 (AUS1)	0.24686	4

	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2 (AUS2)	NA	1
	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 3 (AUS3)	NA	1
	<i>C. formosanus</i> (CEFO)	NA	1
	Metacercaria sp. 1 (MET1)	NA	1
	Metacercaria sp. 2 (MET2)	NA	1
	Metacercaria sp. 3 (MET3)	NA	1
	Metacercaria sp. 4 (MET4)	NA	1
	Metacercaria sp. 5 (MET5)	NA	1
	Metacercaria sp. 6 (MET6)	NA	1
<b>Acanthocephala</b>	<i>N. golvani</i> (NEGO)	0.06570	2
<b>Nematoda</b>	<i>R. kidderi</i> (RAKI)	NA	1
	<i>G. nonipapillata</i> (GONO)	NA	1
	<i>R. kraitscheri</i> (RAKR)	NA	1
	<i>Contraecaecum</i> larva (COLA)	0.13022	2
	larvas de nemátodos (LANE)	NA	1



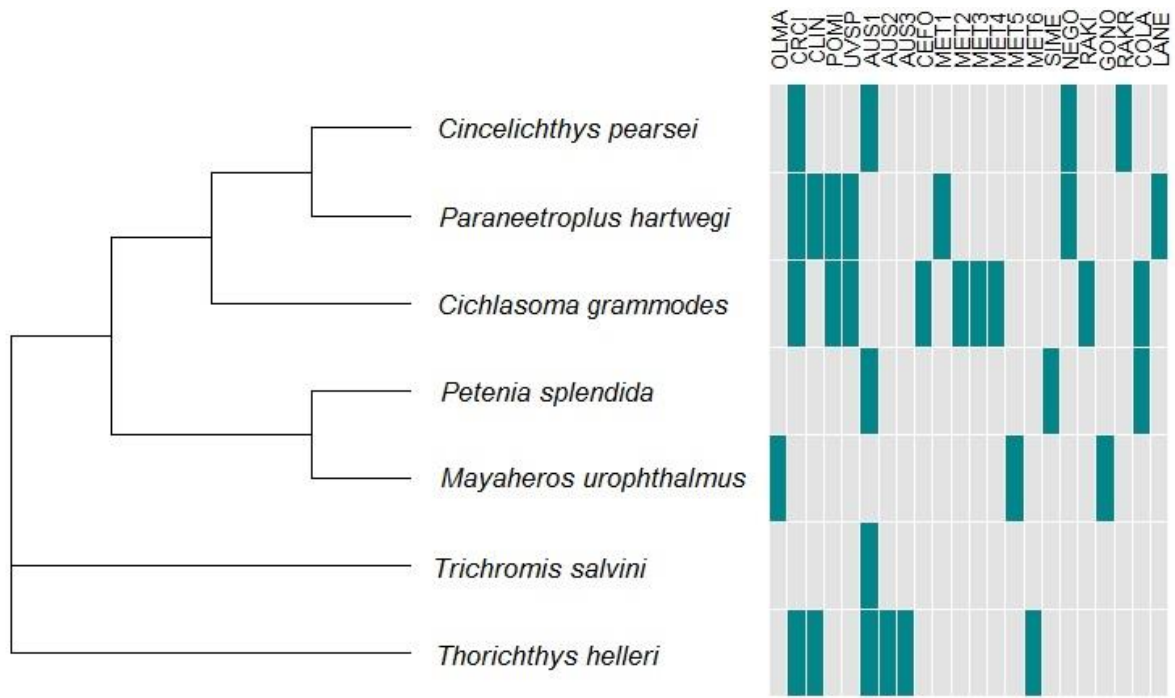
**Figura 16.** Árbol filogenético de siete especies de cíclidos con la presencia y ausencia de las especies de helmintos parásitos que se asociaron con más de dos especies de hospederos colectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (Azul: Presencia, Gris: Ausencia). Helmintos: CRCI (*C. cichlasomae*), CLIN (*Clinostomum* sp.), POMI (*P. minimum*), UVSP (*Uvulifer* sp.), AUS1 (*Austrodiplostomum* sp. 1), NEGO (*N. golvani*) y COLA (*Contraecaecum* sp. (larva)).

### 6.2.1 Efecto estandarizado de la diversidad filogenética

Solo siete de los taxones de helmintos recolectados, obtuvieron valores positivos en la diversidad filogenética observada de z (Tabla 26). De los cuales, *Austrodiplostomum* sp.1 (PDz: 2.06341) y *C. cichlasomae* (PDz: 1.64815) fueron los valores más altos, lo que indica que estos helmintos tienden a distribuirse de manera aleatoria entre las especies de hospederos. Estos helmintos se encuentran distribuidos en distintas ramas del árbol filogenético (Figura 16). En tanto que las 15 especies de helmintos con PD valores negativos indican que tienden a distribuirse de manera agrupada, sin embargo, estas especies fueron las que se presentaron únicamente en una especie de hospedero (Tabla 26 y Figura 17).

**Tabla 26.** Efecto estandarizado de la diversidad filogenética de los distintos taxones de helmintos colectados en siete especies de cíclidos nativos en la cuenca media del río Grijlva, Chiapas.

Helminto	Cíclidos asociados	PD observada	PD $\bar{X}$ (SD)	PD observado Z	PD Observado p
<i>O. manteri</i>	1	0.08815	0.105 (0.066)	-0.258	0.404
<i>C. cichlasomae</i>	4	0.20641	0.113 (0.064)	1.648	0.957
<i>Clinostomum</i> sp.	2	0.12528	0.107 (0.066)	0.477	0.605
<i>P. minimum</i>	2	0.10736	0.106 (0.066)	0.553	0.687
<i>Uvulifer</i> sp.	2	0.10736	0.106 (0.065)	0.544	0.675
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1	4	0.24686	0.104 (0.067)	2.063	0.979
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2	1	0.06827	0.099 (0.065)	-0.478	0.285
<i>Austrodiplostomum</i> sp. 3	1	0.06827	0.100 (0.066)	-0.478	0.271
<i>C. formosanus</i>	1	0.08968	0.104 (0.066)	-0.224	0.469
Metacercaria sp. 1	1	0.08573	0.104 (0.063)	-0.294	0.294
Metacercaria sp. 2	1	0.08968	0.104 (0.065)	-0.219	0.4855
Metacercaria sp. 3	1	0.08968	0.104 (0.064)	-0.217	0.478
Metacercaria sp. 4	1	0.08968	0.101 (0.065)	-0.175	0.488
Metacercaria sp. 5	1	0.08815	0.102 (0.063)	-0.218	0.394
Metacercaria sp. 6	1	0.06827	0.104 (0.063)	-0.570	0.245
<i>S. mexicanum</i>	1	0.08741	0.105 (0.064)	-0.281	0.3775
<i>N. golvani</i>	2	0.06570	0.102 (0.064)	0.103	0.546
<i>R. kidderi</i>	1	0.08968	0.101 (0.061)	-0.190	0.4915
<i>G. nonipapillata</i>	1	0.08815	0.103 (0.063)	-0.230	0.399
<i>R. kritscheri</i>	1	0.06548	0.104 (0.065)	-0.582	0.207
<i>Contraecum</i> larva	2	0.13022	0.108 (0.065)	0.690	0.7895
larvas de nemátodos	1	0.08573	0.104 (0.065)	-0.281	0.322



**Figura 17.**Árbol filogenético de siete especies de cíclidos con la presencia y ausencia de las especies de helmintos parásitos colectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. (Azul: Presencia, gris: Ausencia).

### 6.3 Diversidad beta filogenética

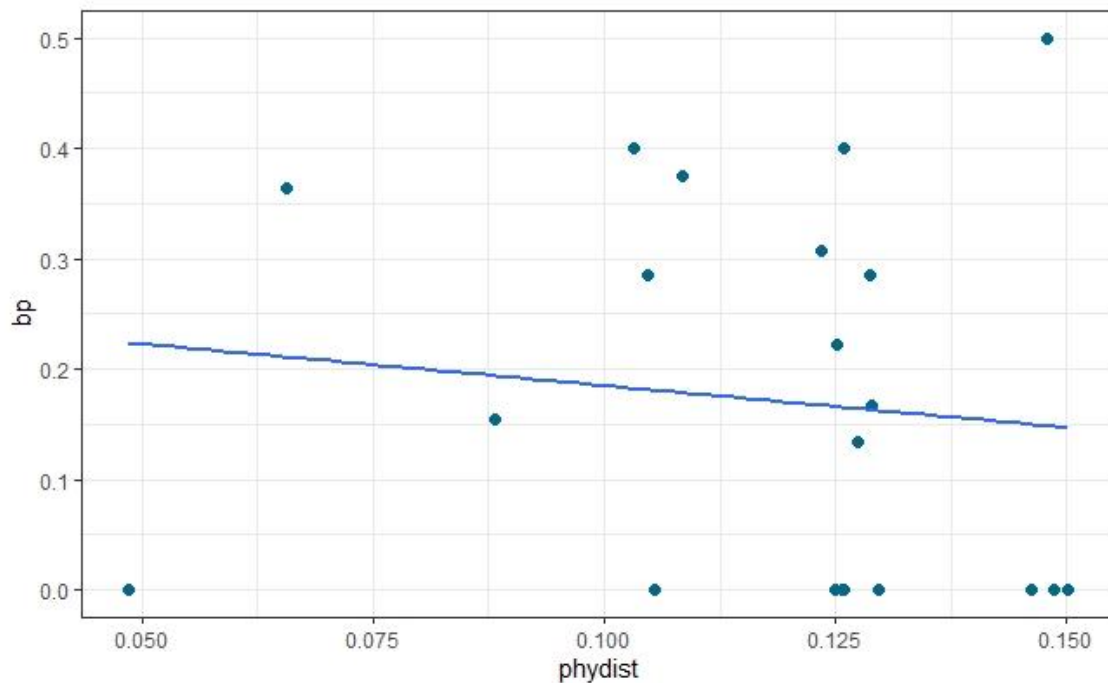
Las comunidades de parásitos de las siete especies de cíclidos presentaron una baja similitud entre sí (Tabla 27). Los hospederos que presentaron una mayor similitud por su composición de parásitos fueron *C. pearsei* y *T. helleri* ( $\beta_{SOR}$ : 0.4), y *P. splendida* y *T. helleri* ( $\beta_{SOR}$ : 0.5). En tanto que *M. urophthalmus* no presentó ninguna similitud con los demás hospederos ( $\beta_{SOR}$ : 0). En la correlación entre las distancias filogenéticas de las especies de cíclidos (Tabla 28) y  $\beta_{SOR}$ , no se pudo apreciar una relación entre la filogenia del hospedero y la diversidad de parásitos ( $p= 0.6248$ ) (Figura 18).

**Tabla 27.** Diversidad beta ( $\beta_{SOR}$ ) entre las comunidades de helmintos en siete especies de cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

	<i>C. grammodes</i>	<i>P. hartwegi</i>	<i>C. pearsei</i>	<i>M. urophthalmus</i>	<i>P. splendida</i>	<i>T. helleri</i>	<i>T. salvini</i>
<i>C. grammodes</i>	-	0.375	0.154	0	0.167	0.133	0
<i>P. hartwegi</i>	0.375	-	0.364	0	0	0.307	0
<i>C. pearsei</i>	0.153	0.364	-	0	0.286	0.4	0.4
<i>M. urophthalmus</i>	0	0	0	-	0	0	0
<i>P. splendida</i>	0.167	0	0.286	0	-	0.222	0.5
<i>T. helleri</i>	0.133	0.307	0.4	0	0.222	-	0.286
<i>T. salvini</i>	0	0	0.4	0	0.5	0.286	-

**Tabla 28.** Distancia filogenética de las siete especies de cíclidos de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

	<i>P. hartwegi</i>	<i>C. pearsei</i>	<i>C. grammodes</i>	<i>M. urophthalmus</i>	<i>P. splendida</i>	<i>T. helleri</i>	<i>T. salvini</i>
<i>P. hartwegi</i>	0	-	-	-	-	-	-
<i>C. pearsei</i>	0.065704	0	-	-	-	-	-
<i>C. grammodes</i>	0.108447	0.088193	0	-	-	-	-
<i>M. urophthalmus</i>	0.125742	0.105488	0.129686	0	-	-	-
<i>P. splendida</i>	0.125002	0.104748	0.128947	0.048608	0	-	-
<i>T. helleri</i>	0.123467	0.103213	0.127411	0.125885	0.125145	0	-
<i>T. salvini</i>	0.146201	0.125947	0.150146	0.148619	0.147880	0.128743	0



**Figura 18.** Relación entre la diversidad beta de las comunidades de parásitos y las distancias filogenéticas de siete especies de cíclidos ( $r= 0.17$   $p= 0.6248$ ).



## 7. Influencia de los factores abióticos en la estructura de las comunidades de helmintos

### 7.1 Relación de las especies de cíclidos con la caracterización del hábitat

De las variables de la estructura del hábitat y los parámetros limnológicos que fueron medidos en cada una de las localidades únicamente la poza fue la que tuvo una correlación significativa con la abundancia de cíclidos ( $p = 0.05$ ) (Tabla 29).

**Tabla 29.** Relación entre la estructura del hábitat y los factores limnológicos de cuatro localidades con la abundancia de siete especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

	<b>Variable</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-value</b>
<b>Estructura del hábitat</b>			
	Profundidad (cm)	0.6911	0.1687
	Corriente (%)	0.2504	0.4996
	Pequeños rápidos (%)	0.5456	0.2613
	Rápidos (%)	0.0032	0.9430
	Remansos (%)	0.5632	0.2495
	Poza (%)	0.8861	0.05865*
	Dosel (%)	0.6248	0.2096
	Hábitat (%)	0.2128	0.5387
	Vegetación en el agua (%)	0.0154	0.8757
<b>Factores limnológicos</b>			
	Temperatura (°C)	0.5053	0.2891
	Transparencia (cm)	0.6471	0.1956
	Oxígeno disuelto (%)	0.3813	0.3825
	Salinidad ‰	0.7728	0.1498
	pH	0.2689	0.4815
<b>Tipo de sustrato</b>			
	Lodo (%)	0.3723	0.3899
	Arena (%)	0.2489	0.5011
	Grava (%)	0.4419	0.3352
	Cantos rodados (%)	0.7183	0.1525
	Bloques (%)	0.0626	0.7498

\* $p < 0.05$

## 7.2 Relación de las especies de helmintos con la caracterización del hábitat

Las variables y parámetros que se correlacionaron significativamente con la abundancia de las especies de helmintos fueron la profundidad y la transparencia ( $p < 0.05$ ) (Tabla 30).

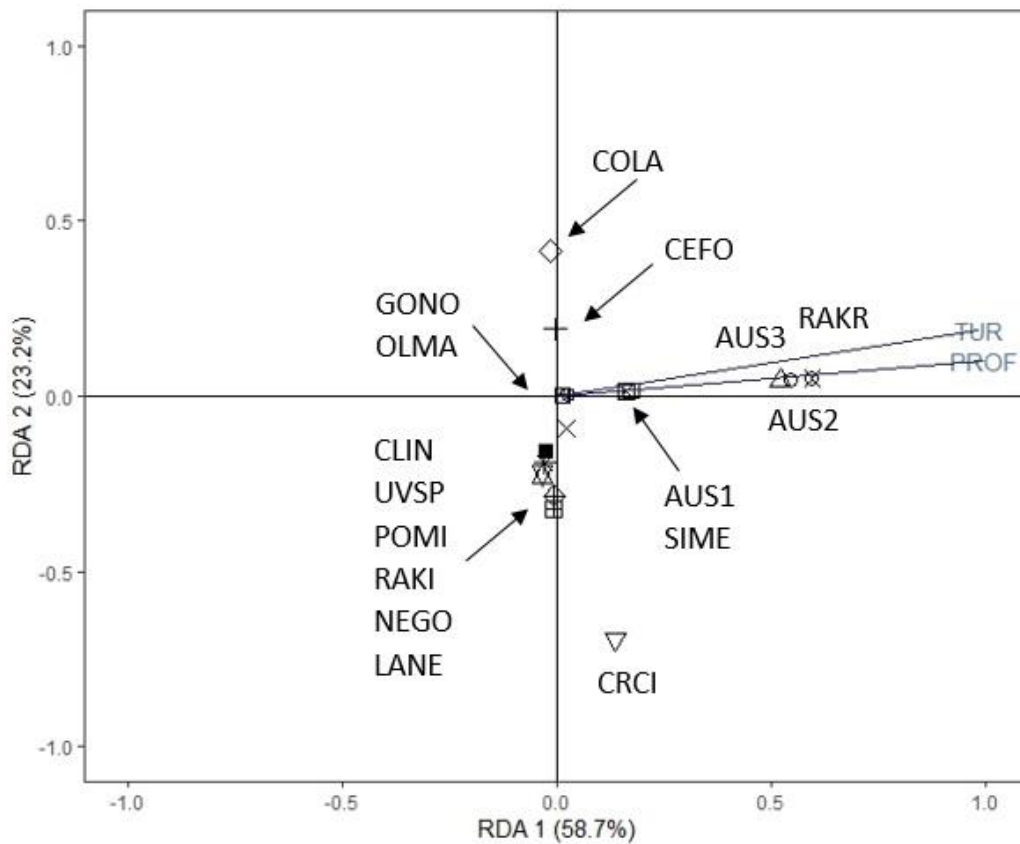
**Tabla 30.** Relación entre las características de la estructura del hábitat y los factores limnológicos de cuatro localidades con la abundancia de helmintos de siete especies de cíclidos en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

	<b>Variable</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p-value</b>
<b>Estructura del hábitat</b>			
	Profundidad (cm)	0.9431	0.0288*
	Corriente (%)	0.661	0.187
	Pequeños rápidos (%)	0.1064	0.6738
	Rápidos (%)	0.3824	0.3816
	Remansos (%)	0.0367	0.8084
	Poza (%)	0.8327	0.08748
	Dosel (%)	0.3321	0.4237
	Hábitat (%)	0.5353	0.2683
	Vegetación en el agua (%)	0.1689	0.589
<b>Factores limnológicos</b>			
	Temperatura (°C)	0.2096	0.5421
	Transparencia (cm)	0.9231	0.0444*
	Oxígeno disuelto (%)	0.0064	0.92
	Salinidad ‰	0.6413	0.1357
	pH	0.0171	0.8694
<b>Tipo de sustrato</b>			
	Lodo (%)	0.4517	0.3279
	Arena (%)	0.1934	0.5602
	Grava (%)	0.0694	0.7365
	Cantos rodados (%)	0.1596	0.6004
	Bloques (%)	0.1685	0.5895

\* $p < 0.05$

En el RDA se agruparon las especies de helmintos de acuerdo a las diferentes localidades en las que se recolectaron. La ordenación de los helmintos en el RDA usando la profundidad, la poza y transparencia, mostraron que el 71.9% de la variación de las especies de helmintos entre localidades se explica por los dos primeros ejes (RDA1 48.7% y RDA2 23.2%).

Las especies *O. manteri*, *Austrodiplostomum* sp. 1, *Austrodiplostomum* sp. 2, *Austrodiplostomum* sp. 3, *S. mexicanum*, *G. nonipapillata* y *R. kritscheri* estuvieron más relacionadas con la profundidad y con la transparencia. En cuanto a las especies que se ordenaron en el centro, son las especies de helmintos *C. cichlasomae*, *Clinostomum* sp., *C. formosanus*, *R. kidderi*, *N. golvani*, *Contraecaecum* larva y las larvas de nemátodos, son taxones registrados en más de una localidad con características variables de profundidad y transparencia (Figura 19).



**Figura 19.** Análisis de redundancia de la estructura del hábitat y variables limnológicas con las especies de helmintos recolectados en cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva en Chiapas. Helmintos: SIME (*S. mexicanum*), OLMA (*O. manteri*), CRCI (*C. cichlasomae*), AUS1 (*Austrodiplostomum* sp. 1), AUS2 (*Austrodiplostomum* sp. 2), AUS3 (*Austrodiplostomum* sp. 3), CEFO (*C. formosanus*), UVSP (*Uvulifer* sp.), POMI (*P. minimum*), CLIN (*Clinostomum* sp.), NEGO (*N. golvani*), RAKI (*R. kidderi*), RAKR (*R. kritscheri*), GONO (*G. nonipapillata*), COLA (*Contraecaecum* sp. (larva)) y LANE (Larvas de Nemátodos). Variables: PROF (profundidad) y TUR (transparencia).

En la variación de la composición de las comunidades de helmintos, la alimentación de los hospederos se correlacionó significativamente con los distintos componentes de la riqueza y la abundancia ( $r > 0.95$ ,  $p < 0.05$ ). En tanto que la abundancia, presentó una correlación con la talla de los distintos hospederos ( $r > 0.7$ ,  $p < 0.05$ ) y con las condiciones del hábitat de la profundidad, la poza y la turbidez ( $r > 0.9$ ,  $p < 0.005$ ) (Tabla 31).

**Tabla 31.** Correlaciones de Pearson para la riqueza y abundancia de helmintos, considerando los atributos de los hospederos y las condiciones del hábitat.

	Riqueza Total	Abundancia Total	Riqueza de adultos	Abundancia de adultos	Riqueza de larvas	Abundancia de larvas
Alimentación	0.998*	0.95*	0.996*	0.945*	0.995*	0.997*
Talla	0.977*	0.977*	0.483	-0.609	0.553	0.770*
Distribución	0.536	0.143	0.247	-0.184	0.492	0.310
Profundidad	0.817	0.998**	0.880	0.973*	0.484	0.998**
Turbidez	0.808	0.994**	0.838	0.954*	0.514	0.996**
Velocidad	-0.646	-0.395	-0.755	-0.566	-0.321	-0.376
Corriente	-0.829	-0.691	-0.933	-0.819	-0.450	-0.676
Rapidos	-0.866	-0.545	-0.481	-0.563	-0.910	-0.542
Poza	0.684	0.921*	0.929	0.938*	0.201	0.971*
Dosel	-0.337	-0.529	-0.773	-0.627	0.238	-0.517
Habitat	0.747	0.598	0.891	0.743	0.350	0.581
Vegetación en el agua	-0.606	-0.434	-0.146	-0.351	-0.900	-0.442
Temperatura	0.128	0.590	0.227	0.436	-0.018	0.605
Salinidad	-0.411	-0.623	-0.826	-0.707	0.163	-0.613
DO	-0.282	0.259	-0.032	0.115	-0.456	0.273
pH	0.519	-0.014	0.175	0.098	0.718	-0.026
Lodo	0.579	0.563	0.871	0.703	0.080	0.547
Arena	0.265	0.597	0.172	0.429	0.278	0.613
Grava	-0.011	0.231	0.503	-0.462	-0.556	0.221
Cantos rodados	-0.054	-0.420	-0.562	-0.462	0.505	-0.414

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.005$

## DISCUSIÓN

### 1. Inventario helmintológico

Los cíclidos son una de las familias de peces dulceacuícolas más importante y diversa de América latina, se distribuyen en México, América Central y Sudamérica, por lo que colonizan una amplia gama de hábitats (Conkel, 1997). Desde el punto de vista parasitológico, en México y Centroamérica los cíclidos son una de las familias de peces dulceacuícolas más estudiadas, por lo que se considera que su inventario helmintológico es el mejor conocido y uno de los más completo (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 1997, 2005, 2011, 2020; Paredes-Trujillo et al., 2020). Los 22 taxones de helmintos registrados en el presente trabajo ya han sido reportados previamente en cíclidos del sureste de México (ver apéndice V). Sin embargo, en este trabajo se aportan dos nuevos registros de helmintos en los hospederos estudiados: *Uvulifer* sp. en *P. hartwegi* y *C. grammodes*, y *Centrocestus formosanus* en *C. grammodes*.

De acuerdo con mis datos, el grupo de helmintos más diverso fueron los digeneos (15 especies), este patrón concuerda con lo reportado anteriormente (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado et al., 2011); Paredes-Trujillo et al., 2020).

En este estudio, el inventario helmintológico de siete especies de cíclidos estuvo compuesto en su mayoría por digeneos. Tanto en riqueza y abundancia predominaron las larvas (13 especies de metacercarias con 853 ejemplares), es decir, helmintos de baja especificidad y con ciclos de vida indirectos, y en menor proporción por helmintos adultos (dos especies de digeneos adultos con 21 ejemplares). Los digeneos pueden ocupar a los peces en distintas fases de su ciclo de vida: 1) los que viven como metacercarias libres o enquistadas en diferentes órganos del hospedero y 2) los que viven como adultos en peces y que producen huevos (Vidal-Martínez et al., 2001). Encontrar que los digeneos son dominantes en muchas comunidades de parásitos de peces de agua dulce, es común, ya que es uno de los grupos más numerosos de especies, no solo en México, sino en otras regiones de América, esto se debe a que pueden colonizar distintos hábitats e incluso distintos hospederos para completar su

ciclo de vida. En América únicamente en cíclidos, se han documentado cerca de 71 especies de parásitos, lo que lo hace el grupo de mayor riqueza a comparación del resto (Monogéneos: 49, Céstodos: 14, Acantocéfalos: 21 y nemátodos: 50) (Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997; Vanhove et al., 2016). También su alta diversidad se ha relacionado con hábitats de aguas someras y sistemas oligotróficos a eutróficos, ya que estas condiciones favorecen la ocurrencia de hospederos intermediarios (moluscos) y definitivos (aves ictiófagas) (Paredes-Trujillo et al., 2020).

La distribución geográfica de los parásitos está relacionada directamente con su especificidad a los distintos hospederos. Su especificidad determina su probabilidad de invadir con éxito un nuevo hábitat o su adaptación a nuevos hospederos después de su llegada a nuevas áreas (Salgado-Maldonado et al., 2016). Su baja especificidad permite que algunas especies de helmintos se hayan registrado en peces de otras familias, no solamente cíclidos. Tal es el caso de *Oligogonotylus manteri*, que como adulto se ha registrado ampliamente en cíclidos, pero también en: *Astyanax fasciatus* (Characidae), *Dorosoma petenense*, *D. anale* (Clupeidae) y: *Megalops atlanticus* (Megalopidae) (Scholz et al., 1994, Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006).

Los taxones recolectados tienen una amplia distribución regional, como el nemátodo *Rhabdochona kidderi* que se distribuye en Centroamérica y en Norteamérica, y se ha registrado en 18 especies en su mayoría cíclidos (Salgado-Maldonado, 2006, 2008). Pero otras son exclusivas de México y propias de los cíclidos como es el caso del monogéneo *Sciadicleithrum mexicanum*, del cual solo se ha registrado en cíclidos (*Mayaheros urophthalmus* (= *Cichlasoma urophthalmus*), *Cichlasoma octofasciatum*, *C. trimaculatum*, *Petenia splendida*, *Parachromis friedrichsthalii*, *P. dovii*, *P. managuense* y *Thorichthys aureus*) del sureste de México (en Yucatán, Tabasco, Chiapas, Campeche y Quintana Roo) (Mendoza-Franco et al., 2000; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Bellay et al., 2009).

Las especies de parásitos tienen microhábitats definidos en sus hospederos (Bush et al., 1997; Boada et al., 2015). En efecto, nuestros datos aportan esta evidencia, registramos tremátodos (larvas y adultos) en la superficie del cuerpo, músculo, branquias, intestino, mucosa intestinal hasta los ojos. Esta afinidad hacia un tipo de microhábitat se ha explicado con bases fisiológicas y también ecológicas (Boada et al.,

2015). Por ejemplo, las metacercarias de Diplostomidos habitan principalmente en los ojos de una gran cantidad de peces (ver apéndice v), los cuales son los segundos hospederos intermediarios de estos parásitos. Estas metacercarias penetran el tegumento y branquias, y realizan una migración hacia los ojos. Los peces infectados por estas metacercarias experimentan pérdida de visión, lo que afecta su capacidad para alimentarse y los vuelve más susceptibles a la depredación de aves, que son los hospederos definitivos (Semenas, 1998; Violante-González et al., 2009). En tanto que *O. manteri* utiliza a peces de menor talla como hospederos intermediarios, los cuales le facilitan su transmisión a su hospedero definitivo, en este caso peces de mayor talla (Scholz et al., 1994).

## 2. Poblaciones de helmintos

La presente investigación aporta datos sobre qué tan extendidas están las infecciones de helmintos en las poblaciones de cíclidos hospederos y que tan abundantes son. Se han registrado variaciones en la prevalencia y abundancia entre los distintos taxones de helmintos que parasitaron a los distintos cíclidos hospederos en las cuatro localidades de la misma cuenca. De acuerdo con la estrategia de colonización de los distintos helmintos presentes en cíclidos (ver apéndice V), *C. cichlasomae* (autogénica) y *Austrodiplostomum* sp. 1 (alogénica), fueron las de mayor prevalencia, abundancia, y las más ampliamente distribuidas entre los hospederos (*C. cichlasomae* en *P. hartwegi*, *C. grammodes*, *T. helleri* y *C. pearsei*, y *Austrodiplostomum* sp. 1 en *P. splendida*, *T. helleri*, *C. pearsei* y *T. salvini*). En tanto que los taxones de menor prevalencia y abundancia y poca distribución entre hospederos fueron *S. mexicanum* y *R. kidderi* (autogénicas), *Uvulifer* sp. *C. formosanus*, y *Contracaecum* sp. (Alogénicas), a pesar de que en el presente estudio fueron especies de parásitos de poca frecuencia esto no quiere decir que siempre sea así, ya que todas las especies mencionadas anteriormente han sido registradas ampliamente en las diferentes especies de cíclidos (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado et al., 2011 y Paredes-Trujillo et al., 2020).

Estas variaciones en prevalencia y abundancia pudieron estar influenciadas por las diferencias ecológicas de los hospederos, como la abundancia de los hospederos

inmediatos en la región, la talla de los hospederos, la dieta, incluso por el rango geográfico de los hospederos examinados (Muñoz et al., 2007; Paredes-Trujillo et al., 2020). Esta diferencia también se pudo deber a que a pesar de que un conjunto de parásitos se encuentren ampliamente distribuidos en la familia de sus hospederos, pueden presentar un reparto limitado entre ellos. Este patrón se ha documentado en peces de zonas templadas del norte así como en los peces tropicales de agua dulce de México (Salgado-Maldonado et al., 2016). También es preciso considerar que los parásitos pueden modificar sus periodos de desarrollo para su transmisión y supervivencia, por lo que podrían ajustar sus periodos infectivos según la presencia de los hospederos. Así, los cambios poblacionales de los parásitos podrían repercutir en sus características comunitarias, generando variaciones que pueden cambiar entre un año y otro, y de una localidad a otra (Muñoz y Delorme, 2011).

### **3. Comunidades de helmintos**

El tamaño de muestra para cada especie de cíclido fue desigual, esto estuvo asociado a las distintas abundancias de las poblaciones de hospederos en cada localidad. Esto condujo a un muestreo desbalanceado, en el cual examine distinto número de hospederos de cada especie entre las distintas localidades. Sin embargo, logré registrar en cada especie de cíclido entre el 50% y 100% de todas las especies de parásitos, lo que puede indicar que pude registrar a las especies más abundantes, las más características de cada localidad en cada especie de cíclido.

Mis resultados indican que las infracomunidades de siete especies de cíclidos presentan baja diversidad y tienden a la dominancia. Mientras que los componentes de comunidad, también fueron poco diversas. Los hospederos que presentaron mayor dominancia y menor diversidad son *T. salvini*, *C. pearsei*, *M. urophthalmus* y *P. splendida*. Mientras que los hospederos con menor dominancia y mayor diversidad son *C. grammodes*, *P. hartwegi* y *T. helleri*. Infracomunidades y componentes de comunidad pobres en número de especies, altamente dominadas y poco diversas, concuerda con lo reportado por Violante-González et al., (2008) en cíclidos de la laguna de Tres palos en Guerrero, por Bautista-Hernández et al., (2015) en cíclidos de la Huasteca Hidalguense y Paredes-Trujillo et al., (2020) en cíclidos de la cuenca alta del río Grijalva en Chiapas, incluso en cíclidos de otras cuencas, como en el embalse Lajes



en Río de Janeiro Brasil por Paraguassú et al., (2005), y en el Amazonas al norte de Brasil por Silva-Pinheiro et al., (2019).

También se observó que no hay similitud en la composición de helmintos de las infracomunidades. La baja similitud entre las infracomunidades entre las mismas y diferentes especies de hospederos se pudo deber a las diferencias entre hábitats y a la abundancia de parásitos que pudo estar influenciada por distintos factores bióticos (la presencia de estadios infecciosos) y abióticos (condiciones del hábitat) (Silva-Pinheiro et al., 2019).

En cuanto a nivel componente de comunidad sí se presentaron ciertas similitudes, entre *T. helleri*, *C. pearsei*, *P. splendida* y *T. salvini*, cabe señalar que estuvieron presentes en la misma localidad (Presa Malpaso). En tanto que *C. grammodes* y *P. hartwegi* también presentaron cierta similitud, y se colectaron en las localidades más cercanas entre sí (Puente la Luz, San Francisco y Ojo de Agua) En tanto que *M. urophthalmus* no presentó ninguna similitud con los demás componentes de comunidades de las seis especies de cíclidos, a pesar de colectarse en la misma localidad que *T. helleri*, *C. pearsei*, *P. splendida* y *T. salvini*.

Estas agrupaciones de similitud entre los componentes de comunidad de las distintas especies de cíclidos de la misma localidad, y de las localidades más próximas entre sí, se pudo deber a la distancia geográfica entre localidades, ya que la distancia favorece u obstaculiza el intercambio de parásitos entre las poblaciones de hospederos (Poulin et al., 2011a; Silva-Pinheiro et al., 2019).

#### **4. Factores bióticos que influyen en la estructura de comunidades de helmintos**

Se sabe que la relación entre los hospederos y los parásitos puede ser moldeada por la morfología, fisiología, comportamiento y ecología de sus hospederos (Luque y Poulin, 2007; Sweet et al., 2018). Se ha demostrado que la densidad y el área de distribución de los hospederos tienen una relación positiva con la riqueza de especies de parásitos (Poulin, 2014; Morand, 2015). Sin embargo, *C. grammodes* fue uno de los hospederos de mayor distribución geográfica ya que se registró en tres localidades y obtuvo una riqueza muy parecida a *P. hartwegi* que

únicamente se registró en una localidad (S= 6 y S=7, respectivamente), por lo que la distribución geográfica no fue determinante de la riqueza y abundancia de parásitos.

En este estudio gracias a que se obtuvieron tamaños de muestra desigual, se pudo observar que la riqueza de helmintos fue en cierto punto independiente del tamaño de muestra, ya que el tamaño de muestra más grande fue *C. grammodes* (únicamente considerando Ojo de Agua, N=16) y *P. splendida* (en la Presa Malpaso, N=11), sin embargo, solo se colectaron dos taxones de helmintos de cada especie de hospedero, a diferencia el tamaño de muestra más pequeño que fue *P. hartwegi* (en Puente la Luz, N=2) y *T. helleri* (en Presa Malpaso) en donde se recolectaron siete y seis taxones de helmintos respectivamente. Paredes Trujillo et al., (2020) reportan que en cíclidos de la cuenca alta del río Grijalva en muestras de 84 a 180 ejemplares, se obtuvieron 12 taxones de helmintos, que es una riqueza cercana a la que obtuvimos en tan solo dos y tres hospederos, por lo que no es común. De acuerdo con Salgado-Maldonado (2009), un tamaño de muestra de 30 ejemplares adultos (por localidad y fecha) brindan más oportunidades de recolectar más especies de parásitos, en particular las menos frecuentes en la población, sin embargo, la diferencia que observamos en la riqueza de helmintos en diferentes tamaño de muestra se puede deber a otras condiciones, tanto bióticas como abióticas.

La talla de los hospederos es un factor que se relaciona con la riqueza y abundancia de parásitos. Se ha documentado que los peces más grandes tienden a acumular parásitos con el tiempo, de modo que los hospederos más grandes a menudo albergan más parásitos que los pequeños (Morand y Poulin, 2003; Poulin, 2010; Poulin y Leung, 2011). Esto se pudo observar considerando la riqueza total con todas las tallas de las siete especies de cíclidos. Sin embargo, al considerar a cada especie de cíclido únicamente en *C. grammodes* y *C. pearsei* se presentó una relación positiva y significativa con la abundancia y riqueza. Esto se debe a que en los peces es muy común encontrar tanto fases adultas como larvarias, ya que los peces son tanto hospederos intermediarios como definitivos, por lo que realizamos las correlaciones con la talla de los hospederos haciendo la distinción entre adultos y larvas de parásitos. Esta distinción nos permitió detectar dos patrones interesantes, 1) Mayor riqueza y abundancia de endohelmintos adultos en los peces de mayor

talla y 2) Mayor riqueza y abundancia de formas larvianas (metacercarias y larvas de nemátodos) en los peces de menor talla. Esta distinción entre adultos y larvas en relación con la talla no ha sido abordada anteriormente, ya que únicamente se consideraba la riqueza y abundancia total. Sin embargo, si se ha determinado, que los peces más grandes tienen un mayor grosor de piel y escamas, lo cual los puede proteger de la infección por metacercarias, por lo que las especies de peces pequeños tienden a albergar una mayor proporción de taxones de helmintos larvales que los peces de gran tamaño (Poulin y Leung, 2011).

Otro de los atributos que puede generar variaciones en la riqueza de especies de parásitos, son los hábitos alimenticios de los hospederos, ya que muchas especies de parásitos se transmiten a través del alimento (Luque y Poulin, 2007; Vanhove et al., 2016; Paredes-Trujillo et al., 2020). Esta relación la pudimos comprobar de acuerdo con los análisis presentados, las especies de hábitos carnívoros como *M. urophthalmus*, *P. splendida*, *T. helleri*, *P. hartwegi* y *C. grammodes* fueron las que presentaron una mayor riqueza de parásitos, en comparación a los hospederos que tienden a la herbívora, *C. pearsei* y *T. salvini*, los cuales fueron los de menor riqueza de parásitos. Esta diferencia en la riqueza se atribuye a que los carnívoros e incluso los omnívoros se alimentan de presas infectadas como caracoles, crustáceos e incluso peces más pequeños (Violante-González et al., 2008).

Sin embargo, un problema en el estudio de parásitos es que a menudo muestran muy poca consistencia en determinar cuáles son los atributos de los hospederos que influyen en los parásitos. Por cada estudio que sugiere que las especies de peces de mayor talla albergan más especies de parásitos que los peces de menor talla (Morand y Poulin, 2003; Poulin, 2010; Poulin y Leung, 2011) hay otro estudio que no encuentra ninguna asociación entre la talla de los peces y la riqueza de especies de parásitos (Chero et al., 2016). Por cada estudio que señala una influencia de la dieta de los peces en la diversidad de parásitos (Luque y Poulin, 2007; Violante-González et al., 2008; Vanhove et al., 2016; Paredes-Trujillo et al., 2020) hay uno que no encuentra ningún efecto (Muñoz et al., 2007). Una de las razones del contraste en estos resultados puede ser que a menudo no consideran la influencia de las relaciones filogenéticas entre las especies de peces (Luque y Poulin, 2007). Aunque dos especies de hospederos relacionados filogenéticamente pueden haber divergido

ecológicamente, por ejemplo, en el tamaño corporal, todavía pueden albergar faunas parásitas idénticas heredadas de su antepasado en común (Poulin y Rohde, 1997; Poulin et al., 2011b).

El parentesco entre las siete especies de cíclidos objeto de estudio se comprobó por un árbol filogenético utilizando el Cyt-b. Nuestras observaciones filogenéticas demostraron que son un grupo monofilético, se muestra que son especies hermanas *M. urophthalmus* y *P. splendida* y *C. grammodes* de *P. hartwegi* y *C. pearsei*. Este análisis de relaciones filogenéticas concuerdan con las obtenidas por Leo-Smith et al., (2008), López-Fernández et al., (2010), Arbour y López-Fernández (2016), quienes indican que las siete especies de cíclidos pertenecen a la tribu Heroini de la subfamilia Cichlasomatinae.

Puesto que se obtuvieron valores bajos de similitud ( $\beta_{SOR} < 0.6$ ) y considerando que la relación entre la diversidad beta de las comunidades de parásitos y las distancias filogenéticas de siete especies de cíclidos no fue significativa ( $r=0.17$   $p=0.6248$ ), nuestros análisis sugieren que la filogenia de los hospederos no juegan un papel estructural para la composición de sus comunidades de parásitos.

En este sentido consideramos determinante que algunos taxones se distribuyeron de manera aleatoria entre las especies de hospederos. Taxones que se encuentran distribuidos en distintas ramas del árbol filogenético como *C. cichlasomae*, *Clinostomum* sp., *Austrodiplostomum* sp. 1, *Contracaecum* (larva). De acuerdo con los inventarios helmintológicos reportados, todas las especies de helmintos colectados en este estudio han sido reportadas ampliamente en varias especies de cíclidos, incluso en hospederos de otras familias (ver apéndice V, tablas 57 y 58).

Mis resultados concuerdan con lo reportado por Muñoz et al., (2007) quienes determinaron que en peces de la familia Labridae la distribución de los parásitos no fue determinada por la filogenia de los hospederos ya que estaban estrechamente relacionados. Sin embargo, un aspecto a considerar de acuerdo con Alarcos y Timi (2012) y Carrassón et al., (2019), es la magnitud de la escala, es decir, el efecto de la filogenia se puede apreciar al comparar comunidades de helmintos en peces de distintas familias.

Una razón por la cual no se pudo encontrar una relación entre los helmintos con la filogenia de los hospederos pudo ser por la especificidad de los distintos parásitos. De

acuerdo con Desdevises (2006) y Vanhove et al., (2016) los diferentes grupos de parásitos pueden exhibir distintos niveles de especificidad, por ejemplo, los que tienen un nivel alto de especificidad son los monogéneos por su ciclo de vida directo, en tanto que los tremátodos y acantocéfalos tienen poca especificidad porque infectan a varios hospederos antes de llegar a su hospedero definitivo. Junto con la especificidad de los parásitos está adaptación ecológica, debido a los cambios en la distribución geográfica o local, los parásitos pueden reajustar su gama de hospederos para alinearse con el nuevo conjunto de hospederos que encuentran, es por ello, que unas especies de parásitos se encuentran en hospederos de distintas familias (Poulin et al., 2011b).

## **5. Factores abióticos que influyen en la estructura de comunidades de helmintos**

Los resultados de este estudio indican que en las cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva se presentaron similitudes (pH y tipo de sustrato) y diferencias (temperatura, salinidad, velocidad de la corriente, profundidad y estructura del hábitat). Esta variación entre las localidades nos permitió comprobar que las siete especies de cíclidos a pesar de distribuirse en la región sureste del país, tienen cierta afinidad por distintos hábitats, esto mismo concuerda con Velázquez-Velázquez et al., (2014). Se sabe que los conjuntos peces son más ricos y abundantes en zonas de mayor profundidad, por lo que los cíclidos, tienden a ser más abundantes y presentar conjuntos más diversos en hábitats con una amplia complejidad estructural, con zonas de profundidad considerable, con poca transparencia, con escombros leñosos y hojarasca (Adams y Wolfe, 2007; Cochran-Biederman y Winemiller, 2010; Recknagel et al., 2014). En tanto que los parásitos están estrechamente relacionados con la presencia de sus hospederos, por lo que si las condiciones del hábitat favorecen a los hospederos también favorecerán a los parásitos (Goater et al., 2005; Poulin et al., 2011 a, b, Carrassón, et al., 2019). Esto lo pudimos comprobar con nuestros datos, ya de las 19 variables que medimos de la estructura del hábitat (9), factores limnológicos (5) y del tipo de sustrato (5), únicamente la profundidad y la turbidez contribuyeron a una mayor abundancia y presencia de las especies de hospederos y de la misma forma de

algunos taxones de helmintos. Podemos decir, ya que los cíclidos fueron más diversos y abundantes en la localidad de mayor profundidad y menor transparencia también lo fueron sus comunidades de parásitos. Sin embargo, esto no concuerda con lo reportado por Paredes-Trujillo et al., (2020) quienes reportaron que en cíclidos de la cuenca alta del río Grijalva, que los conjuntos de parásitos eran abundantes en aguas poco profundas. En tanto que Carrassón, et al., (2019) en la costa de Barcelona al oeste del Mar Mediterráneo y Goater et al., (2005) en lagos de Canadá determinaron que la abundancia y riqueza de parásitos fue mayor en zonas que tenían una mayor turbidez.

Por su parte, Soldánová et al., (2010), Steenrod et al., (2019) y Goater et al., (2005) determinaron que en el río Ruhr en Alemania, en el río Illinois en Estados Unidos y en lagos de Canadá, la abundancia de parásitos es mayor en estanques con un pH de 8 y menores en los de un pH de 7, esta pudo ser una razón por la cual en nuestros análisis no se encontró una relación con el pH, ya que las cuatro localidades presentaron casi el mismo valor (pH 8.03 - 8.2). Sin embargo, no se detalla el motivo de esta posible relación con el pH, posiblemente también esté racionado son los límites de tolerancia de sus hospederos.

En tanto que Blonar et al., (2016) determinaron que la composición de los sedimentos puede ser un factor que determine la estructuración de las comunidades de parásitos, debido a que los monogéneos y cercarías se desarrollan en el sustrato antes de infectar directamente a los nuevos hospederos. Sin embargo, nuestros datos indican que el tipo de sustrato no tiene un efecto importante en los helmintos, esto debido a que las cuatro localidades presentaron casi la misma composición de sustrato (lodo, arena, cantos rodados y grandes bloques), lo cual es común en la cuenca media del río Grijalva en Chiapas (Velázquez-Velázquez et al., 2014).

## CONCLUSIONES

Dentro de la misma cuenca las cuatro localidades de estudio presentaron cierta variabilidad al ser comparadas entre sí. Principalmente en sus dimensiones, en los diferentes tipos de hábitats, en el tipo de sustrato y en algunos parámetros limnológicos como la temperatura, salinidad y en el oxígeno disuelto, sin embargo, también presentaron ciertas similitudes, como lo es la erosión en ambos lados del río, ausencia de un sustrato arcilloso y en el pH.

La fauna parasitaria de las especies de cíclidos: *Cichlasoma grammodes*, *Mayaheros urophthalmus*, *Tricromis salvini*, *Paraneetroplus hartwegi*, *Petenia splendida*, *Cincelichthys pearsei* y *Thorichthys helleri* de la cuenca media del río Grijalva en Chiapas, estuvo compuesta por 22 taxones.

El inventario helmintológicos estuvo constituido por especies previamente reportadas en cíclidos, sin embargo, se aportan tres nuevos registros de hospederos *Uvulifer* sp. en *P. hartwegi* y *C. grammodes*, y *Centrocestus formosanus* en *C. grammodes*.

Los diferentes taxones de helmintos se distribuyeron y manifestaron de diferente manera entre las diferentes especies de cíclidos, y tanto las especies de helmintos autogénicas y alogénicas estuvieron ampliamente distribuidas entre los hospederos, siendo las de mayor prevalencia y abundancia las generalistas alogénicas.

Las comunidades de helmintos estudiadas se caracterizaron por ser pobres en números de especies, altamente dominadas y poco diversas, tanto en infracomunidades como en los componentes de comunidad.

Las diferencias en la composición de las comunidades de helmintos en siete especies de cíclidos son respuesta aparentemente principalmente a las diferencias ecológicas que por la filogenia.

Las metacercarias y larvas tienden a acumularse en los peces de menor talla, en tanto que los adultos tienden a acumularse en los peces más grandes.

De las siete especies de cíclidos *Cichlasoma grammodes* fue el hospedero de mayor tamaño de muestra, sin embargo, presentó una menor riqueza y abundancia, en comparación a *P. hartwegi* y *T. helleri* con el menor tamaño de muestra.

Los cíclidos que se caracterizaron por ser carnívoros y omnívoros presentaron una mayor riqueza y abundancia de helmintos en comparación con las especies herbívoras.

La profundidad y la transparencia fueron las variables de la estructura de hábitat y parámetros limnológicos que se relacionaron con una mayor riqueza y abundancia de helmintos.



## REFERENCIAS

- Adams A.J., Wolfe R.K. (2007) Occurrence and persistence of non-native *Cichlasoma urophthalmus* (family Cichlidae) in estuarine habitats of south-west Florida (USA): environmental controls and movement patterns. *Marine and Freshwater Research*, **58**: 921-930.
- Alarcos J.A., Timi T.J. (2012). Parasite communities in three sympatric flounder species (Pleuronectiformes: Paralichthuidae). Similar ecological filters driving repeatable assemblages. *Parasitology Research*, **110**: 2155-2166. DOI: 10.1007/s00436-011-2741-5
- Anzueto-Calvo J.M., Velázquez-Velázquez E., Gómez-González A.E. (2016) Peces de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y presa Nezahualcóyotl (Malpaso) Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **87**: 972-979.
- April J., Mayden R.L., Hanner R.H., Bernatchez L. (2011) Genetic calibration of species diversity among North America's freshwater fishes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108**: 0602-10607. <https://doi.org/10.1073/pnas.1016437108>
- Arbour J.H., López-Fernández H. (2016) Continental cichlid radiations: functional diversity reveals the role of changing ecological opportunity in the Neotropics. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **283**: 20160556. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2016.0556>
- Baddi M.H., Castillo J. (2017) Análisis de correlación canónica (ACC) e investigación científica. *Innovaciones de negocios*, **4**(8). <https://doi.org/10.29105/rinn4.8-9>
- Bautista-Hernández C.E., Monks S., Pulido-Flores G. (2015) Evaluación de las infracomunidades de tres especies de peces en dos localidades de la Huasteca hidalguense. *Estudios en biodiversidad*, **1**: 44-51. En: Pulido-Flores G., Monks S., López-Herrera M. (2015) "*Estudios en Biodiversidad*, Volumen I" Zea E-Books. <http://digitalcommons.unl.edu/zeabook/35>
- Bellay S., Takemoto R.M., Yamada F.H., Pavanelli G.C. (2009) Two new species of *Sciadicleithrum* (Monogenea: Dactylogyridae), gill parasites of *Geophagus proximus* (Castelnaui) (Teleostei: Cichlidae), from the upper Parana River floodplain, Brazil. *Zootaxa*, **2081**: 57-66.
- Bernardi G., Bucciarelli G., Costagliola D., Robertson D.R., Heiser J.B. (2003) Evolution of coral reef fish *Thalassoma* sp. (Labridae). 1. Molecular phylogeny and biogeography. *Marine Biology*, **144**: 369-375. <https://doi.org/10.1007/s00227-003-1199-0>
- Blanar C.A., Hewitt M., McMaster M., Kirk J., Wang Z., Norwood W., Marcogliese D.J. (2016) Parasite community similarity in Athabasca River trout-perch (*Percopsis omiscomaycus*) varies with local-scale land use and sediment hydrocarbons, but not distance or linear gradients. *Parasitology Research*, **115**: 3853-3866. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5151-x>

- Blasco-Costa I., Poulin R. (2013) Host traits explain the genetic structure of parasites: a meta-analysis. *Parasitology*, **140**: 1316-1322.  
<http://doi.org/10.1017/S0031182013000784>
- Boada M., Bashirullah A., Alió J., Ortiz L. (2015) Distribución espacial y descriptores comunitarios de ectoparásitos en branquias de cojinúa, *Caranx ruber* (Bloch, 1793) de Santa Cruz, Estado Sucre, Venezuela. *Saber*, **27**: 242-252.
- Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W. (1997) Parasitology meets ecology on its terms: Margolis et al., Revisited. *Journal of Parasitology*, **83**: 575-583.  
<https://doi.org/10.2307/3284227>
- Carrassón M., Dallarés S., Cartes J. E., Constenla M., Pérez-del-Olmo A., Zucca L., Kostadinova A. (2019) Drivers of parasite community structure in fishes of the continental shelf of the Western Mediterranean: the importance of host phylogeny and autecological traits. *International Journal for Parasitology*, **49**: 669-683.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2019.04.004>
- Chakrabarty P. (2006) Systematics and historical biogeography of Greater Antillean Cichlidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **39**: 619-627.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.01.014>
- Chakrabarty P., Albert J. (2011) Not So Fast A New Take on the Great American Biotic Interchange. *Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes*. 293-306.  
<https://doi.org/10.1525/9780520948501-020>
- Chero J., Sáez G., Iannacone J., Cruces C., Alvaríño L., Luque J. (2016) Ecología comunitaria de metazoos parásitos del bonito *Sarda chiliensis* Cuvier, 1832 (Perciformes: Scombridae) de la costa peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, **27**: 539-555.
- Clarke K., Warwick R. (2001) Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Primer-E Ltd: Plymouth, UK
- Cochran-Biederman J.L., Winemiller K.O. (2010) Relationships among habitat, ecomorphology and diets of cichlids in the Bladen River, Belize. *Environmental Biology of Fishes*, **88**: 143-152. <https://doi.org/10.1007/s10641-010-9624-y>
- Colwell R.K, Elsensohn J.E. (2014) EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*. **37**: 609–613. <https://doi.org/10.1111/ecog.00814>
- Colwell R.K., Coddington J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. **345**:101-118.
- Conkel D. (1997) Cichlids of North and Central America (Y. B. Neptune, ed.). New Jersey

- Darrin-Hulseay C., García de León F.J.G., Sanchez-Johnson Y., Hendrickson D.A., Near T.J. (2004) Temporal diversification of Mesoamerican cichlid fishes across a major biogeographic boundary. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **31**: 754-764. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2003.08.024>
- Desdevises, Y. (2006) Determinants of parasite species richness on small taxonomical and geographical scales: *Lamellodiscus* monogeneans of northwestern Mediterranean sparid fish. *Journal of Helminthology*, **80**: 235-241. <http://doi.org/10.1079/JOH2006350>
- Dezfuli B., Giari L., Biaggi S.D., Poulin R. (2001) Associations and interactions among intestinal helminths of the brown trout, *Salmo trutta*, in northern Italy. *Journal of Helminthology*, **75**: 331 - 336.
- Esch G.W., Kennedy C.R., Bush A.O., Aho J.M. (1988) Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, **96**: 519–532. <https://doi.org/10.1017/s003118200008015x>
- Farias I.P., Ortí G., Meyer A. (2000) Total evidence: molecules, morphology, and the phylogenetics of cichlid fishes. *Journal of Experimental Zoology*, **288**:76-92. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-010X\(20000415\)288:1<76::AID-JEZ8>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-010X(20000415)288:1<76::AID-JEZ8>3.0.CO;2-P)
- Fellis K.J., Esch G.W. (2005) Autogenic-allogenic status affects interpond community similarity and species area relationship of macroparasites in the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*, from a series of freshwater ponds in the Piedmont area of North Carolina. *The Journal of Parasitology*, **91**: 764–767. <https://doi.org/10.1645/GE-451R.1>
- Gibson D., Rodney B., Jones A. (2002) Keys to the trematoda Vol. 1. CAB International, Wallingford, UK.
- Goater C.P., Baldwin R.E., Scrimgeour G.J. (2005) Physico-chemical determinants of helminth component community structure in whitefish (*Coregonus clupeaformis*) from adjacent lakes in Northern Alberta, Canada. *Parasitology*, **131**: 713-722. <http://doi.org/10.1017/S0031182005008371>
- Gómez-González A.E., Álvarez F., Matamoros W.A., Velázquez-Velázquez E., Schmitter-Soto J.J., González-Díaz A.A., McMahan C.D. (2018) Redescription of *Vieja hartwegi* (Taylor y Miller 1980) (Teleostei: Cichlidae) from the Grijalva River basin, Mexico and Guatemala, with description of a rheophilic morph. *Zootaxa*, **4375**: 371–391. <https://doi.org/10.11646/Zootaxa.4375.3.5>
- Higham T.E., Hulseay C.D., Řičan O., Carroll A.M. (2006) Feeding with speed: prey capture evolution in cichlids. *Journal of Evolutionary Biology*, **20**: 70-78. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2006.01227.x>

- Hulseay C.D., Hollingsworth P.R., Holzman R. (2010) Co-evolution of the premaxilla and jaw protrusion in cichlid fishes (Teleostei: Cichlidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, **100**: 619-629. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2010.01468.x>
- Iannacone J. (2003). Helminthos parasitos de *Atelopus bomolochus* Peters 1973 (Anura: Bufonidae) de Piura, Perú. *Gayana*, **67**: 9-15. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382003000100002>
- Jiménez-Valverde A., Hortal J. (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. **8**: 151-161.
- Jones A., Bray R.A., Gibson D.I. (2005) Keys to the Trematoda. Vol. 2. Wallingford: CABI.
- Leo-Smith W., Chakrabarty P., Sparks J.S. (2008) Phylogeny, taxonomy, and evolution of Neotropical cichlids (Teleostei: Cichlidae: Cichlinae). *Cladistics*, **24**: 625-641. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2008.00210.x>
- Leo-Smith W., Wheeler W.C. (2004) Polyphyly of the mail-cheeked fishes (Teleostei: Scorpaeniformes): evidence from mitochondrial and nuclear sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **32**: 627-646. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2004.02.006>
- López-Fernández H., Winemiller K.O., Honeycutt R.L. (2010) Multilocus phylogeny and rapid radiations in Neotropical cichlid fishes (Perciformes: Cichlidae: Cichlinae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **55**: 1070-1086. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.02.020>
- Luque J.L., Poulin R. (2007) Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, **134**: 865-878. <http://doi.org/10.1017/S0031182007002272>
- McMahan C.D., Geheber A.D., Piller K.R. (2010) Molecular systematics of the enigmatic middle American genus *Vieja* (Teleostei: Cichlidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **57**: 1293-1300. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.09.005>
- Mendoza-Franco E., Vidal-Martínez V., Aguirre-Macedo L., Rodríguez-Canul R., Scholz T. (2000) Species of *Sciadicleithrum* (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) of cichlid fishes from southeastern Mexico and Guatemala: new morphological data and host and geographical records. *Comparative Parasitology*, **67**: 85-91.
- Montaña C.G., Winemiller K.O. (2010) Local-scale habitat influences morphological diversity of species assemblages of cichlid fishes in a tropical floodplain river. *Ecology of Freshwater Fish*, **19**: 216-227. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2010.00406.x>
- Morand S. (2015) (macro) Evolutionary ecology of parasite diversity: From determinants of parasite species richness to host diversification. *International Journal for*

- Parasitology: Parasites and Wildlife*, **4**: 80-87.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2015.01.001>
- Morand S., Poulin R. (2003) Phylogenies, the comparative method and parasite evolutionary ecology. *Advances in Parasitology*, **54**: 281-302.  
[https://doi.org/10.1016/s0065-308x\(03\)54006-4](https://doi.org/10.1016/s0065-308x(03)54006-4)
- Moreno C.E. (2001) Métodos para medir la biodiversidad. MyT–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza, Vol. **1**. 84 p.
- Muñoz G., Delorme N. (2011) Variaciones temporales de las comunidades de parásitos en peces intermareales de Chile central: hospedadores residentes vs temporales. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, **46**: 313-327.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572011000300003>
- Muñoz G., Grutter L.S., Cribb T.H. (2007) Structure of the parasite communities of a coral reef fish assemblage (Labridae): testing ecological and phylogenetic host factors. *Journal of Parasitology*, **93**: 17-30. <https://doi.org/10.1645/GE-969R.1>
- Paraguassú A.R. Alves D.R., Luque J. L. (2005) Metazoários parasitos do acará *Geophagus brasiliensis* (Quoy; Gaimard, 1824) (Osteichthyes: Cichlidae) do reservatório de Lajes, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, **14**: 35-39.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=397841453007>
- Paredes-Trujillo A., Martínez-Aquino A., Rodiles-Hernández R., González-Solís D. (2020) Metazoan parasite communities of three endemic cichlid fish species from the upper Grijalva River, Chiapas, Mexico. *Helminthologia*, **57**: 344-352. doi: 10.2478/helm-2020-0041
- Pérez A.C., Říčan O., Ortí G., Bermingham E., Doadrio I., Zardoya R. (2007) Phylogeny and biogeography of 91 species of heroine cichlids (Teleostei: Cichlidae) based on sequences of the cytochrome b gene. *Molecular phylogenetics and Evolution*, **43**: 91-110. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.08.012>
- Poulin R. (1998) Comparison of three estimators of species richness in component communities. *Journal of Biogeography*, **28**: 737-743
- Poulin R. (2010) Network analysis shining light on parasite ecology and diversity. *Trends in Parasitology*, **26**: 492-498. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.05.008>
- Poulin R. (2014) Parasite biodiversity revisited: frontiers and constraints. *International Journal of Parasitology*. **44**: 581-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2014.02.003>
- Poulin R., Blanan C.A., Thieltges D.W., Marcogliese D.J. (2011a) The biogeography of parasitism in sticklebacks: distance, habitat differences and the similarity in parasite occurrence and abundance. *Ecography*, **34**: 540-551. Doi: 10.1111/j.1600-0587.2010.06826.x

- Poulin R., Krasnov B.R., Mouillot D. (2011b) Host specificity in phylogenetic and geographic space. *Trends Parasitology*, **27**: 355–361.  
<https://doi.org/10.1016/j.pt.2011.05.003>
- Poulin R., Leung L.F. (2011) Body size, trophic level, and the use of fish as transmission routes by parasites. *Oecologia*, **166**: 731-738.  
<https://doi.org/10.1007/s00442-011-1906-3>
- Poulin R., Mouillot D. (2005) Combining phylogenetic and ecological information into a new index of host specificity. *Journal of Parasitology*, **91**: 511-514.  
<https://doi.org/10.1645/GE-398R>
- Poulin R., Rohde K. (1997) Comparing the richness of metazoan ectoparasite communities of marine fishes: controlling for host phylogeny. *Oecologia*, **110**: 278-283.
- Razo-Mendevíl U., Vázquez-Domínguez E., Pérez-Ponce de León G. (2013) Discordant genetic diversity and geographic patterns between *Crassicutis cichlasomae* (Digenea: Apocreadiidae) and its cichlid host “*Cichlasoma*” *urophthalmus* (Osteichthyes: Cichlidae), in Middle-America. *Journal of Parasitology*, **99**: 978-988.  
<https://doi.org/10.1645/13-225.1>
- Recknagel H., Elmer K.R., Meyer A. (2014) Crater lake habitat predicts morphological diversity in adaptive radiations of cichlid fishes. *Evolution*, **68**: 2145-2155.  
<https://doi.org/10.1111/evo.12412>
- Říčan O., Piálek L., Novák K.D.J. (2016) Diversity and evolution of the Middle American cichlid fishes (Teleostei: Cichlidae) with revised classification. *Vertebrate Zoology*, **66**: 3–102.
- Říčan O., Zardoya R., Doadrio I. (2008) Phylogenetic relationships of Middle American cichlids (Cichlidae, Heroini) based on combined evidence from nuclear genes, mtDNA, and morphology. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **49**: 941-957.  
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.07.022>
- Rico-Chávez O., Ojeda F.R., Sotomayor B.J., Zambrana-Torrelío C., Loza-Rubio E., Alonso A.A., Suzán G. (2015) Diversidad viral de comunidades de murciélagos en paisajes transformados de México. *Veterinaria México*, **2**:1-23.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmexoa/v2n1/v2n1a2.pdf>
- Rodney B., Gibson D., Jones A. (2008) Keys to the Trematoda. Vol. 3 (U. K. : N. H. M. Wallingford, ed.).
- Rodríguez-González A., Vidal-Martínez V.M. (2008) Las comunidades de helmintos del lenguado (*Symphurus plagiusa*) en la costa de Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **79**: 159-173.
- Rush-Miller R. (2009) Peces dulceacuícolas de México. Cuarta parte, Familia Cichlidae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad

Ictiológica Mexicana. México, D.F. 386.  
<https://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/libros/IndicePeces.pdf>

- Salgado-Maldonado G. (2006) Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa*, **1324**: 1-357.
- Salgado-Maldonado G., Caspeta-Mandujano J.M., Martínez-Ramírez E., Montoya-Mendoza J., Mendoza-Franco E.F. (2020) Diversity of helminth parasites of freshwater fish in the headwaters of the Coatzacoalcos River, in Oaxaca, Mexico. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **12**: 142-149.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.05.008>
- Salgado-Maldonado G., Caspeta-Mandujano J.M., Moravec F., Soto-Galera E., Rodiles-Hernández R., Cabañas-Carranza G., Montoya-Mendoza J. (2011) Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. *Parasitology Research*, **108**: 31-59.  
<https://doi.org/10.1007/s00436-010-2035-3>
- Salgado-Maldonado G., Caspeta-Mandujano J.M., Moravec F., Soto-Galera E., Rodiles-Hernández R., Cabañas-Carranza G., Montoya-Mendoza J. (2011) Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. *Parasitology Research*, **108**: 31-59.  
<https://doi.org/10.1007/s00436-010-2035-3>
- Salgado-Maldonado G., Kennedy C.R. (1997) Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasitology*, **114**: 581-590.  
<http://doi.org/10.1017/S0031182097008810>
- Salgado-Maldonado G., Novelo-Turcotte M.T., Caspeta-Mandujano J.M., Vazquez-Hurtado G., Quiroz-Martínez B., Mercado-Silva N., Favila M. (2016) Host specificity and the structure of helminth parasite communities of fishes in a Neotropical river in Mexico. *Parasite*, **23**: 61. Doi: 10.1051/parasite/2016073
- Salgado-Maldonado G., Pineda-López R., García-Magaña L., López-Jiménez S., Vidal-Martínez V.M., Aguirre-Macedo M.L. (2005) Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas. In: Bueno, J., Álvarez, F. y Santiago, S. (Eds.) Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, México pp. 145–166.
- Scholz T., Lavadores I.P., Vargas J.V., Mendoza E.F., Rodríguez C., Vivas C.R. (1994) Life Cycle of *Oligogonotylus manteri* (Digenes: Cryptogonimidae), a Parasite of Cichlid Fishes in Southern Mexico. *Helminthology*, **61**: 190–199.
- Scholz T., Pech-Ek M.C.F., Rodríguez-Canul R. (1995) Biology of *Crassicutis cichlasomae*, a Parasite of Cichlid Fishes in Mexico and Central America. *Journal of Helminthology*, **69**: 69–75. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00013869>
- Semenas L. (1998) Primer registro de diplostomiasis ocular en trucha arco iris cultivada en Patagonia (Argentina). *Arch Med Vet*, **30**. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X1998000200018>

- Silva-Pinheiro R. H., Tavares-Dias M., Guerreiro-Giese E. (2019) Helminth parasites in two populations of *Astronotus ocellatus* (Cichliformes: Cichlidae) from the eastern Amazon, Northern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, **28**: 425-431.
- Soldánová M., Selbach C., Sures B., Kostadinova A., Pérez-del-Olmo A. (2010) Larval trematode communities in *Radix auricularia* and *Lymnaea stagnalis* in a reservoir system of the Ruhr River. *Parasites y Vectors*, **3**:1-13.  
<https://doi.org/10.1186/1756-3305-3-56>
- Song C.B., Near T.J., Page L.M. (1998) Phylogenetic relations among percid fishes as inferred from mitochondrial Cytochrome b DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **10**: 343-353.  
<https://doi.org/10.1006/mpev.1998.0542>
- Soria-Barreto M., Rodiles-Hernández R. (2008) Spatial distribution of cichlids in Tzendales River, Biosphere Reserve Montes Azules, Chiapas, Mexico. *Environmental Biology of Fish.* **83**: 459–469.
- Sparks J.S., Smith W.L. (2004) Phylogeny and biogeography of cichlid fishes (Teleostei: Perciformes: Cichlidae). *Cladistics*, **20**: 501-517. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2004.00038.x>
- Steenrod C.L., Jones J.R., Marino J.A. (2019) Variation in trematode infection in snails associated with land cover and water chemistry in the Central Illinois River Watershed. *Journal of Parasitology*, **105**: 546-554. <https://doi.org/10.1645/18-147>
- Sweet A.D., Bush S.E., Gustafsson D.R., Allen J.M., DiBlasi E., Skeen H.R., Johnson K.P. (2018) Host and parasite morphology influence congruence between host and parasite phylogenies. *International Journal for Parasitology*, **48**: 641-648.
- Teitelbaum C.S., Amoroso C.R., Huang S., Davies T.J., Rushmore J., Drake J.M. Nunn C.L. (2020) A comparison of diversity estimators applied to a database of host-parasite associations. *Ecography*, **43**: 1316-1328.  
<https://doi.org/10.1111/ecog.05143>
- Valdez-Moreno M., Ivanova N.V., Elías-Gutiérrez M., Contreras-Balderas S., Hebert P.D. (2009) Probing diversity in freshwater fishes from Mexico and Guatemala with DNA barcodes. *Journal of Fish Biology*, **74**: 377-402.  
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02077.x>
- Valtonen E.T., Pulkkinen K., Poulin R., Julkunen M. (2001) The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology*, **122**: 471-481. <http://doi.org/10.1017/S0031182001007491>
- Vanhove M.P.M., Hablützel P.I., Pariselle A., Šimková A., Huyse T., Joost A.M. (2016) Cichlids: A host of opportunities for evolutionary parasitology. *Trends Parasitology*, **32**: 820-832. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.07.002>



- Velázquez-Velázquez E., Gómez-González A.E., Anzueto-Calvo M.J., Villatoro-Álvarez V.A. (2014) Peces del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 63 p.
- Velázquez-Velázquez E., López-Vila J.H., Gómez-González A.E., Romero-Berny E.I., Lievano-Trujillo J.L., Matamoros W.A. (2016) Checklist of the continental fishes of the state of Chiapas, Mexico, and their distribution. *ZooKeys*, **632**: 99–120.
- Vidal-Martínez V.M., Aguirre-Macedo ML, Scholz T, González-Solís D, Mendoza-Franco EF. (2001) Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academia, Academy of Sciences of the Czech Republic. 165 p.
- Villareal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M., Umaña A. (2004) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. Ramos López Editorial. 236 p.  
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf>
- Violante-González J., Aguirre-Macedo M., Rojas-Herrera A. (2008) Comunidad de parásitos metazoarios de la charra *Cichlasoma trimaculatum* en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **79**: 405-412.
- Violante-González J., Pulido-Flores G., Monks S., Rojas-Herrera A.A., Melo-García M.A., García-Ibáñez S., Carbajal-Violante J. (2015) Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. *Estudios en Biodiversidad*, **11**: 104-120.
- Wand M.P. (1995) Data-based choice of histogram bin width. *The American Statistician*, **51**: 59-64.
- Weichman M.A., Janovy J. (2000) Parasite community structure in *Pimephales promelas* (Pisces: Cyprinidae) from two converging streams. *Journal of Parasitology*, **86**: 654–656.
- Westneat M.W., Alfaro M.E. (2005) Phylogenetic relationships and evolutionary history of the reef fish family Labridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **36**: 370-390.
- Yamaguti S. (1971) Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. Vol. 1. Kieyaku Publishing. Tokio, Japan.
- Zardoya R., Vollmer D.M., Craddock C., Streelman J.T., Karl S., Meyer A. (1996) Evolutionary conservation of microsatellite flanking regions and their use in resolving the phylogeny of cichlid fishes (Pisces: Perciformes). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, **263**: 1589-1598.  
<https://doi.org/10.1098/rspb.1996.0233>
- Zuur A., Ieno E.N., Smith G.M. (2007) Analyzing ecological data. *Springer Science*. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-0-387-45972-1.pdf>

# APÉNDICES

Respecto a la campaña de muestreo desarrollada en agosto 2019, se presentan los siguientes apéndices:

**Apéndice I:** Información geográfica y la caracterización de la estructura del hábitat y variables limnológicas de cada una de las localidades de muestreo: Puente la Luz, Ojo de Agua, San Francisco y la Presa Malpaso, las cuales pertenecen a ríos aledaños al río Grijalva. Estas localidades pertenecen a las subcuencas la Angostura y San Juan – El Progreso, las cuales forman parte de la cuenca del Río Grijalva -Tuxtla Gutiérrez.

**Apéndice II:** Describe de manera general aspectos ecológicos de la familia Cichlidae. También se presentan aspectos morfológicos, distribución, hábitat y régimen alimenticio de las especies: *Cichlasoma grammodes*, *Mayaheros urophthalmus*, *Trocromis salvini*, *Paraneetroplus hartwegi*, *Petenia splendida*, *Cincelichthys pearsei* y *Thorichtys helleri*.

**Apéndice III:** Describe los procedimientos curatoriales de los helmintos.

**Apéndice IV:** Taxonomía, datos ecológicos, descripción y biología de las especies de parásitos recolectados. El orden en que se describen cada uno de los grupos es adultos, metacercarias y larvas.

**Apéndice V:** Hace referencia a las especies de helmintos registrados en las especies de cíclidos, tanto en este estudio como en general, los hospederos en los que se encuentran, su tipo de ciclo de vida así como sus hospederos intermediarios y definitivos.

**Apéndice VI:** Hace referencia a la estructuración de las matrices de datos para su análisis. Se muestran las matrices por localidad y hospedero en donde se incluyen los datos merísticos y los resultados del examen helmintológico.

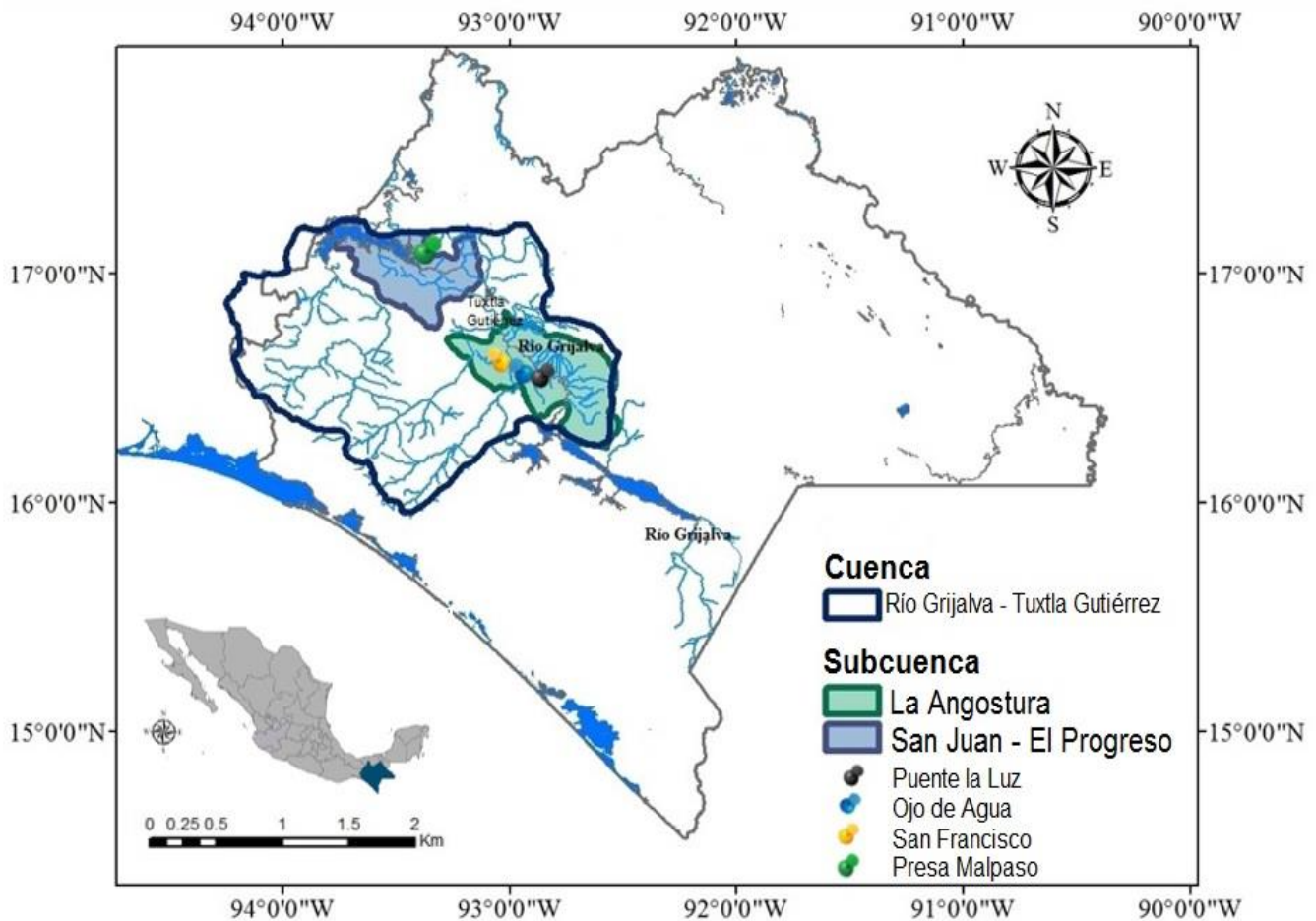


# APÉNDICE I: LOCALIDADES DE COLECTA

PUENTE LA LUZ  
OJO DE AGUA  
SAN FRANCISCO  
PRESA MALPASO

**Apéndice I:** Información geográfica y caracterización de la estructura del hábitat y variables limnológicas de las localidades de muestreo.

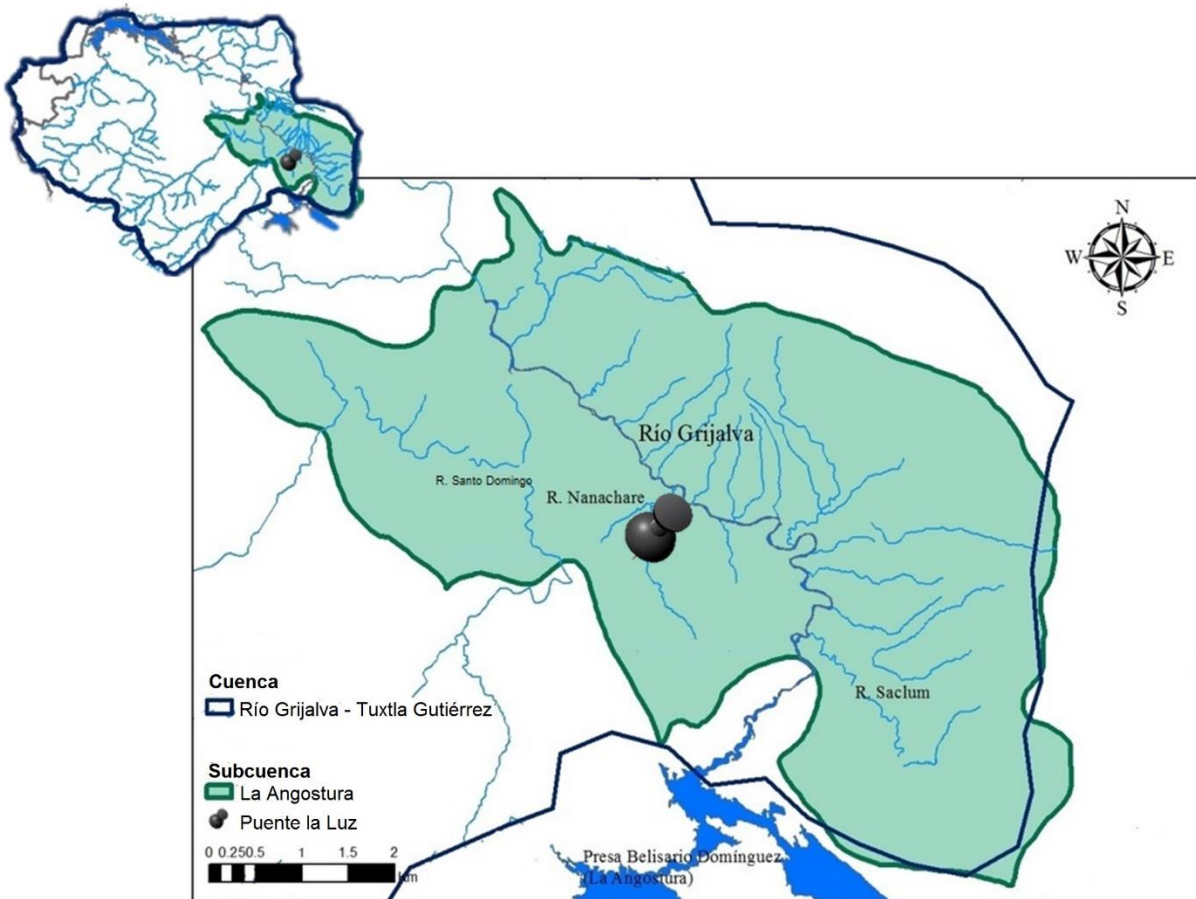
En Chiapas se realizó el muestreo en cuatro localidades; Puente la Luz, Ojo de Agua, San Francisco y Presa Malpaso las cuales pertenecen a ríos aledaños al río Grijalva. Estas localidades pertenecen a las subcuencas la Angostura y San Juan – El Progreso, las cuales forman parte de la cuenca del Río Grijalva -Tuxtla Gutiérrez que son abastecidas por la vertiente del Atlántico (Figura 20).



**Figura 20.** Hidrografía de las localidades de muestreo en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

## Localidad 1: Puente la Luz

Pertenece a la cuenca hídrica Río Grijalva –Tuxtla Gutiérrez, a la cual pertenece la subcuenca La Angostura por la cual pasa el río Nanachare (Figura 21).



**Figura 21.** Hidrografía de la localidad Puente la Luz en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

- Geoposición de la localidad

La localidad “Puente la Luz” se encuentra a 438 msnm, en las coordenadas en grados decimales: latitud 16.536696 y longitud -92.892145 (latitud 16° 32’ 12.1056” N y longitud 92° 53’ 31.720” W y UTM: Zona 15 Q UTMx 511508.3 y UTM y 1828306.3).

Estas coordenadas corresponden a la geoposición de la Carretera Tuxtla Gutiérrez-V Carranza que pertenece al municipio 20 de Noviembre, Chiapas.

El trayecto de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (UNICACH) a la localidad es de 38.25 Km y el tiempo aproximado de recorrido es de 1 h 5 min.

- Caracterización del hábitat

El río en la localidad es angosto (4.17 m), profundidades varían de 8 hasta 87 cm, con una profundidad media de 25.44 cm. El agua es turbia, la transparencia solo llega a los 11 cm. En ambas orillas del río se puede apreciar una erosión del 100%, se pueden observar las raíces de los árboles y partes en donde no hay sustrato. También presenta mucha vegetación riparia y grandes árboles los cuales cubren el 65% del río; poca vegetación en el agua 2.67%. Se puede apreciar corriente (33.33%) y pequeños rápidos (33.33%) en donde la velocidad de la corriente es de 0.95 m/s. El río se caracteriza por una variedad de sustratos entre los cuales destacan cantos rodados 53.33%, lodo 33.33%, arena 6.67% y grava 6.67%. En la parte de estructura del hábitat (oportunidades de refugio para los peces) corresponde a un 55%, debido a la vegetación y al tipo de sustrato (Figura 22).



**Figura 22.** Caracterización de la localidad Puentes la Luz: A) Ancho del río y erosión. B) Tipo de sustrato (Cantos rodados) y velocidad de la corriente. C) Cobertura del dosel.



- Caracterización limnológica se presentan los datos en la tabla 32.

**Tabla 32.** Características limnológicas de la localidad Puente la Luz. Se muestran los valores mínimos y máximos, así como el promedio con su respectiva desviación estándar de cada una de las variables.

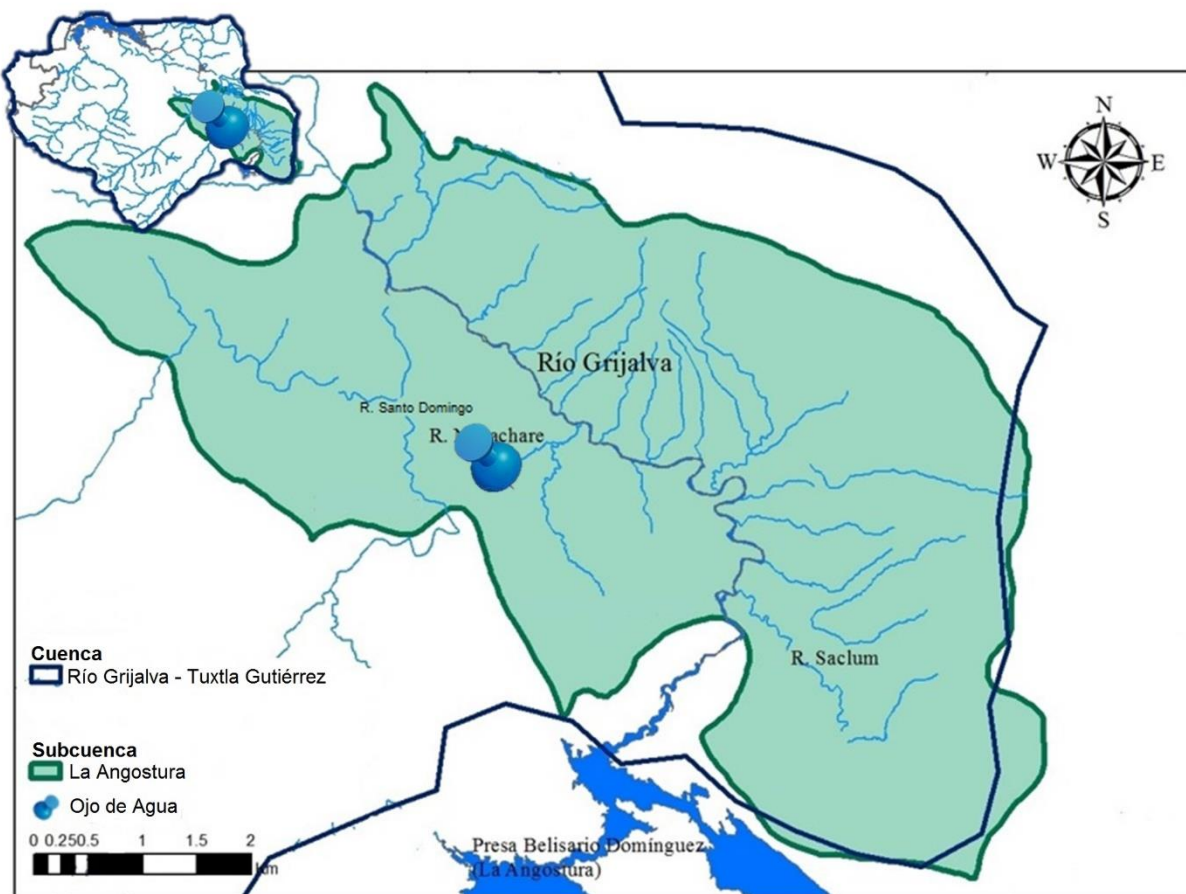
<b>Característica limnológica</b>	<b>Mín. - Máx.</b>	<b><math>\bar{X} \pm SD</math></b>
Temperatura (°C)	25.43 - 25.45	25.45 $\pm$ 0.01
Conductividad ( $\mu$ S/cm)	496 – 552	528.33 $\pm$ 28.99
Total de sólidos disueltos ( $\mu$ S/cm)	247 – 269	260 $\pm$ 11.53
Salinidad (‰)	1.2 - 1.5	1.37 $\pm$ 0.15
Oxígeno Disuelto (%)	46.1 - 54.1	50.3 $\pm$ 4.01
pH	8.04 - 8.64	8.25 $\pm$ 0.34
Transparencia (cm)	5 – 15	11 $\pm$ 5.29

- Hospederos colectados

Se colectaron ejemplares de las especies *Cichlasoma grammodes* (N=1) y *Paraneetroplus hartwegi* (N=2).

## Localidad 2: Ojo de Agua

Pertenece a la cuenca Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez que a su vez pertenece a la subcuenca La Angostura por la cual pasa el río Nanachare (Figura 23) (es una localidad muy cercana a “Puente la Luz” (distancia 0.82 km).



**Figura 23.** Hidrografía de la localidad Ojo de Agua en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

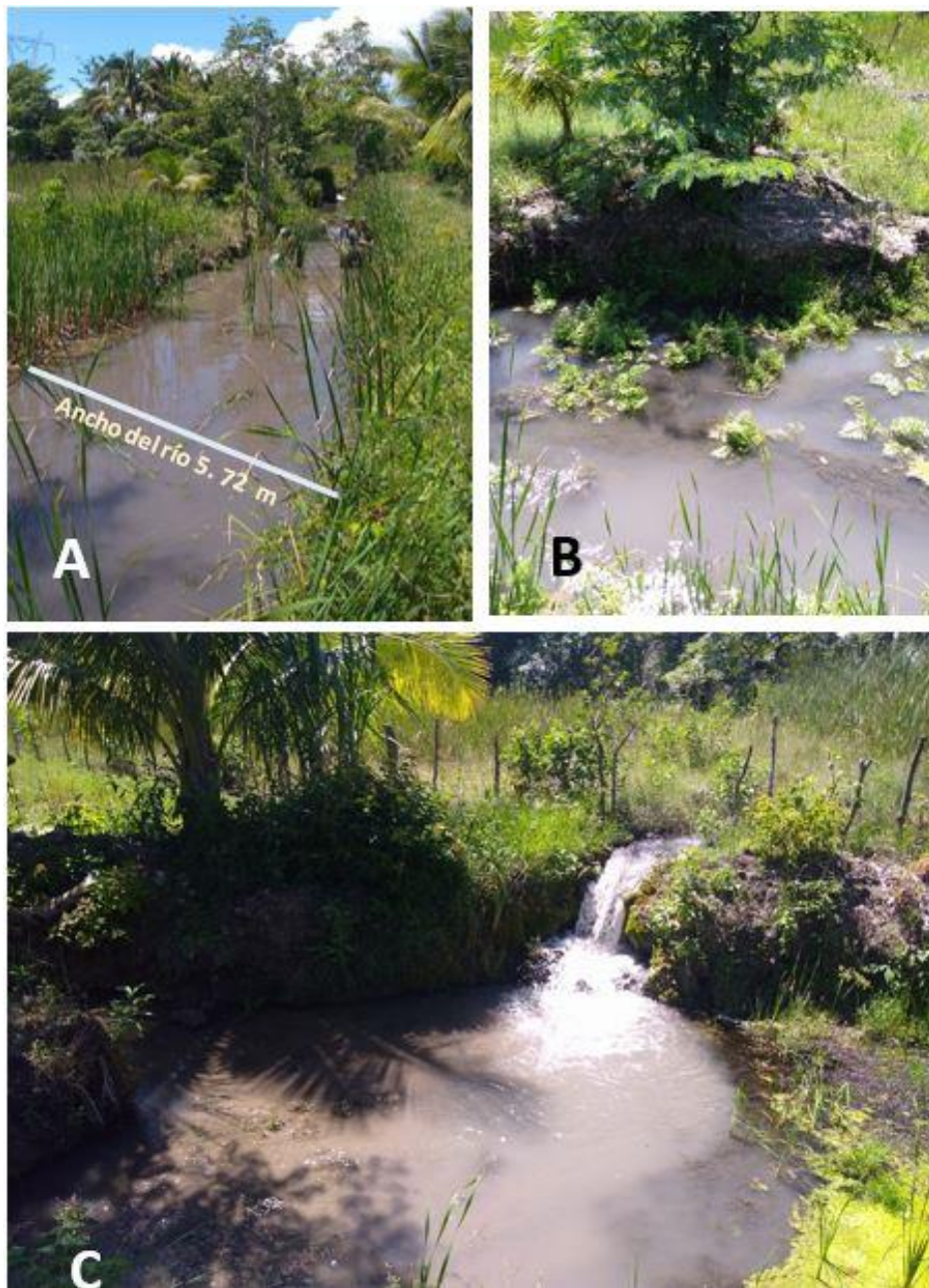
- Geoposición de la localidad

La localidad “Ojo de Agua” se encuentra a 455 msnm, en coordenadas en grados decimales: latitud 16.53982 y longitud -92.91245, (latitud 16° 32’ 23.53” N y longitud 92° 54’ 44.82” W y UTM: Zona 15 Q UTMx 509341.6 y UTM y 1828650.8). Estas coordenadas corresponden a la geoposición de la Carretera Tuxtla Gutiérrez-V Carranza.

El trayecto de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (UNICACH) a la localidad es de 39.07 Km y el tiempo aproximado de recorrido es de 1 h 7 min.

- Caracterización del hábitat

El río en la localidad es angosto (5.72 m), las profundidades varían de 2 hasta 65 cm, con profundidad media de 30.38 cm. El agua es turbia, la transparencia llega a los 10 cm. En ambas orillas del río se puede apreciar una erosión del 100%, se observan las raíces de los árboles y partes en donde no hay sustrato. Hay una mínima cobertura del dosel (5%), abundante vegetación en el agua (35%), la estructura del hábitat representa el 46.67%. Se puede apreciar corriente del 50%, pequeños rápidos (10%) y rápidos (6.6%) debido a la descarga de un pequeño riachuelo, aunque la mayoría se considera una poza (33.33%), donde la velocidad del caudal es de 7.41 m/s. El sustrato es en su mayoría lodo (63.33%), grava (30%) y arena (6.67%) (Figura 24).



**Figura 24.** Caracterización de la localidad Ojo de Agua. A) Ancho del río, B) Erosión (lado izquierdo) y vegetación en el agua, C) Cobertura del dosel y la descarga del riachuelo.

La caracterización limnológica se presenta en la tabla 33.

**Tabla 33.** Características limnológicas de la localidad Ojo de Agua.

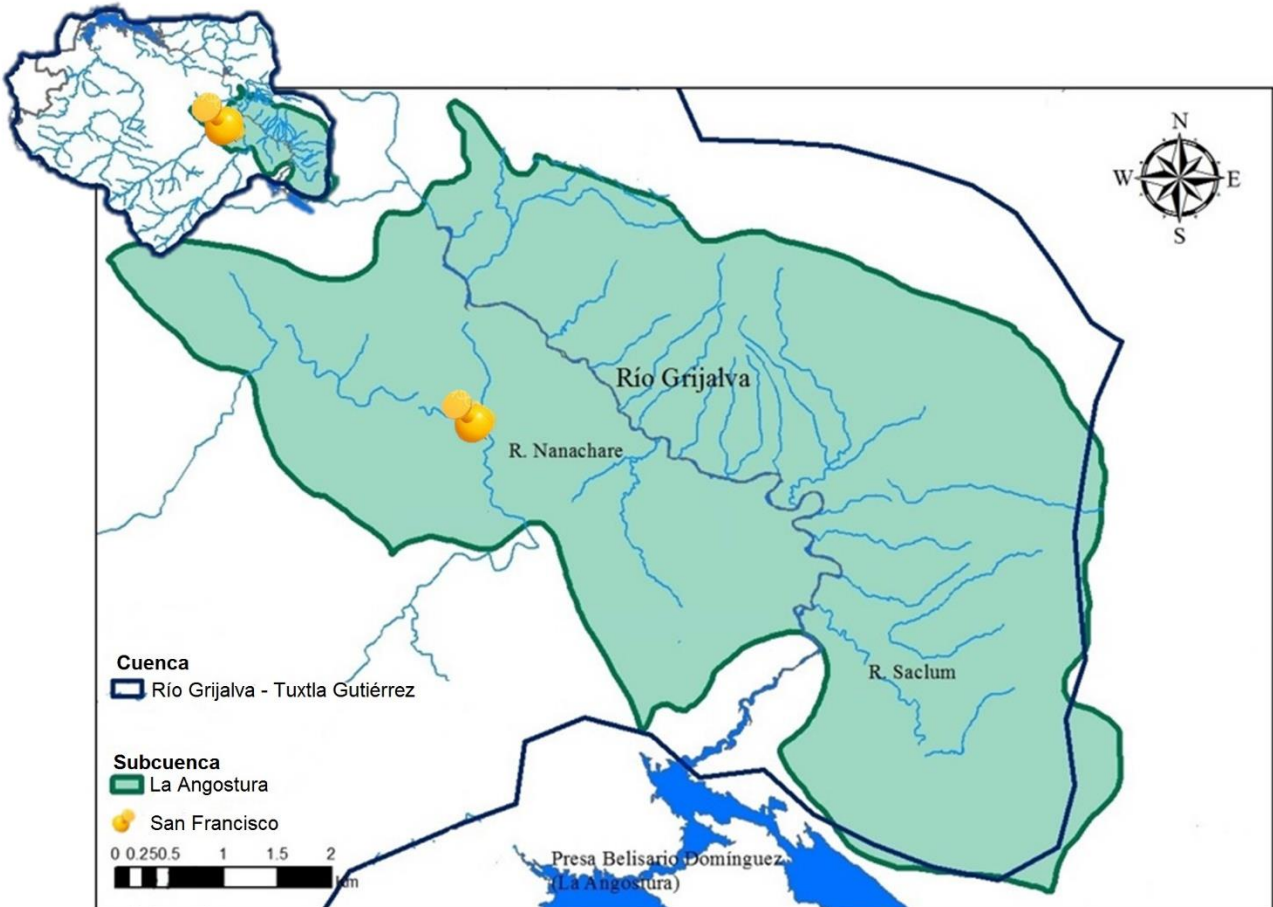
<b>Característica limnológica</b>	<b>Mín. - Máx.</b>	<b><math>\bar{X} \pm SD</math></b>
Temperatura (°C)	27.86 – 28.15	28.03 ± 0.15
Conductividad (µS/cm)	1059 – 1068	1062.67 ± 4.73
Total de sólidos disueltos (µS/cm)	502 – 505	503 ± 1.73
Salinidad (‰)	0.48 – 0.49	0.49 ± 0.01
Oxígeno Disuelto (%)	67.1 – 83.7	74.17 ± 8.57
pH	7.91 – 8.19	8.03 ± 0.15
Turbidez (cm)	10	10 ± 0

- Hospederos colectados

Se colectaron ejemplares de las especies *C. grammodes* (N=16) y *Petenia splendida* (N=1).

### Localidad 3: San Francisco

Pertenece al río Santo Domingo de la cuenca Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez y subcuenca la Angostura (Figura 25).



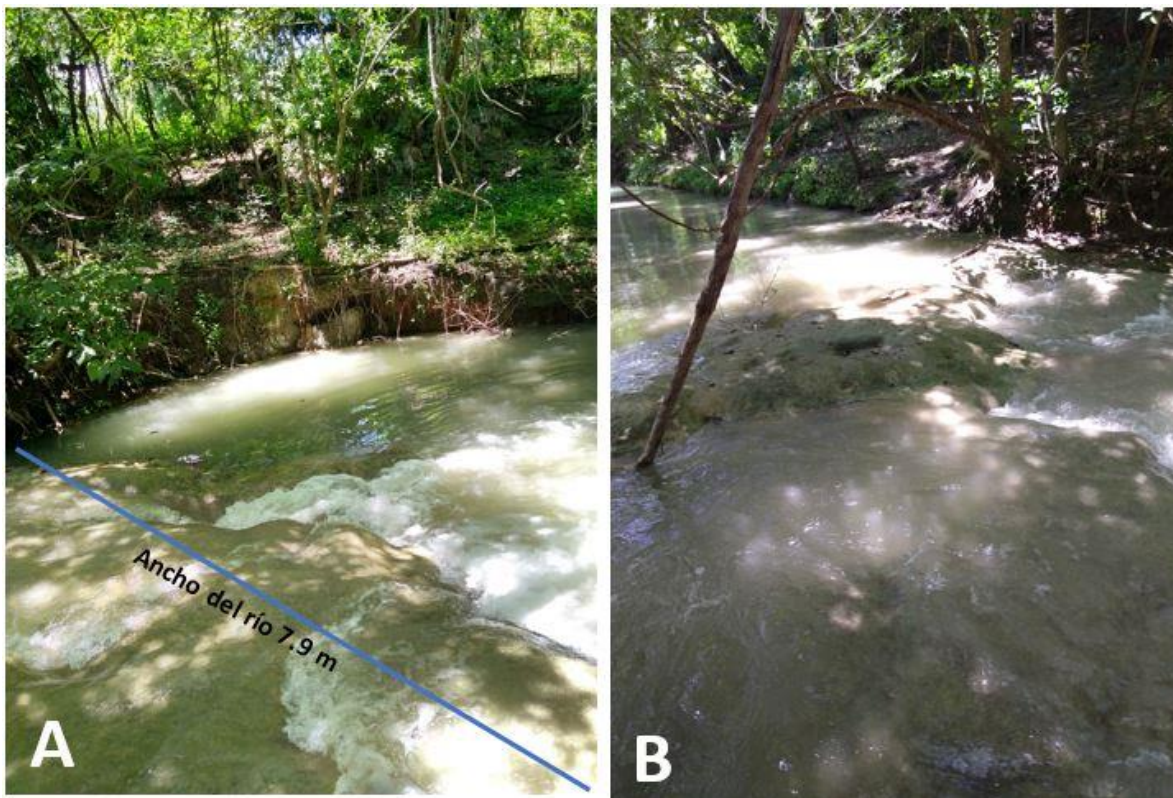
**Figura 25.** Hidrografía de la localidad San Francisco en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

- Geoposición de la localidad

La localidad “San Francisco” se encuentra a 458 msnm, en las coordenadas en grados decimales: latitud: 16.59624 y longitud: -92.96179, (latitud 16° 35’ 46.46” N y longitud 92° 57’ 42.44” W y UTM: Zona 15 Q UTMx 504075.8 y UTMy 1834890.4). El trayecto de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (UNICACH) a la localidad es de 26.87 Km y el tiempo aproximado de recorrido es de 46 min.

- Caracterización del hábitat

Es un río ancho (7.9 m), las profundidades varían de 9 a 124 cm, con una profundidad media de 50.61 cm. El agua es poco turbia, la transparencia llega a los 24 cm. En ambas orillas del río se puede apreciar una erosión del 100%. La cobertura del dosel representa el 90%, está rodeado por grandes árboles, no hay vegetación en el agua, la estructura del hábitat es nula. Es un río caudaloso, en donde la corriente es del 96.67% y la velocidad es de 27.73 m/s. El sustrato está representado por grandes bloques (33.33%), cantos rodados (30%), arena (26.67%) y lodo (10%) (Figura 26).



**Figura 26.** Caracterización de la localidad San Francisco. A) Ancho de río, velocidad de la corriente, sustrato (Bloques) y erosión (lado izquierdo). B) Cobertura del dosel y erosión (lado derecho).

La caracterización limnológica se presenta en la tabla 34.

**Tabla 34.** Características limnológicas de la localidad San Francisco.

<b>Característica limnológica</b>	<b>Mín. - Máx.</b>	<b><math>\bar{X} \pm SD</math></b>
Temperatura (°C)	30.56 – 31.18	30.88 ± 0.31
Conductividad (μS/cm)	3096 – 3965	34.63 ± 449.80
Total de sólidos disueltos (μS/cm)	1492 – 1759	1600.33 ± 140.44
Salinidad (‰)	1.54 – 1.87	1.67 ± 0.18
Oxígeno Disuelto (%)	75 - 86.6	80.43 ± 5.72
pH	7.99 – 8.1	8.03 ± 0.06
Turbidez (cm)	15 – 40	24 ± 13.89

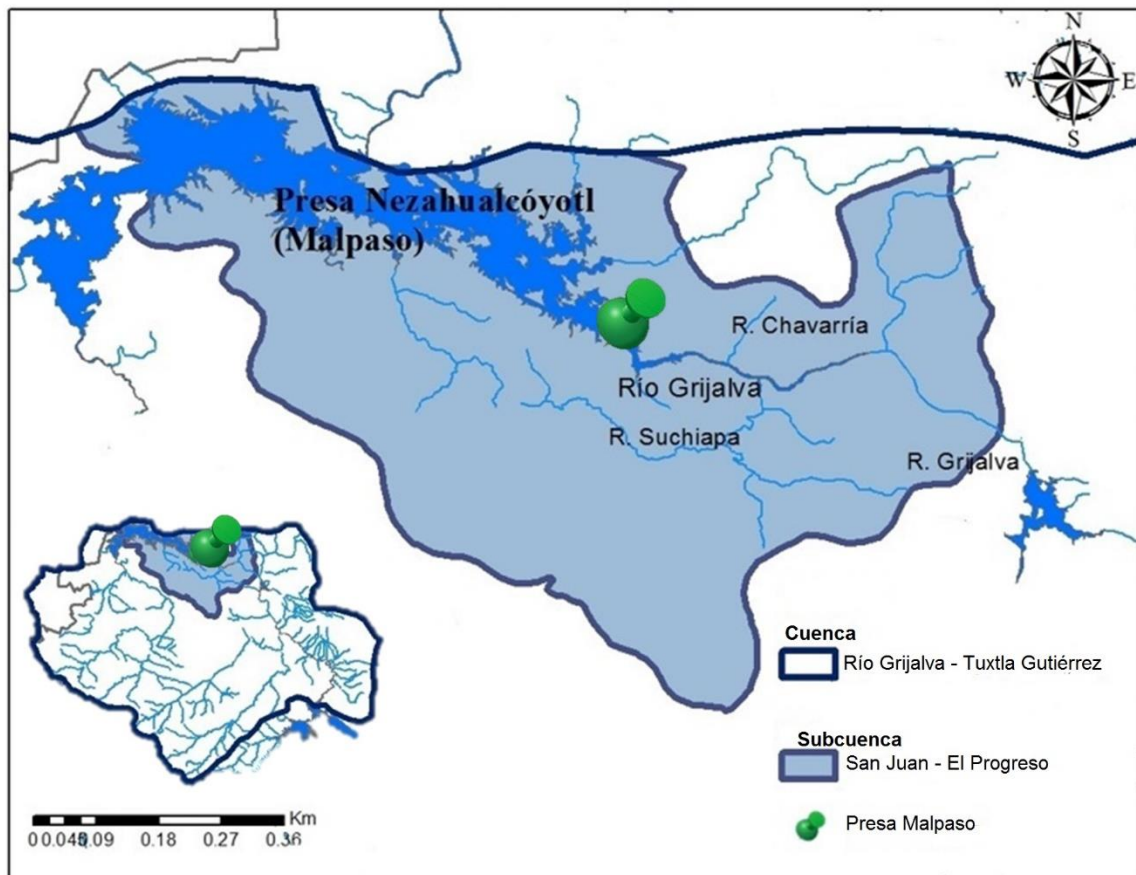
- Hospederos colectados

Se colectaron ejemplares de la especie *C. grammodes* (N=10).



#### Localidad 4: Presa Malpaso

Esta localidad es una pequeña parte de la “Presa Malpaso Apic-Pac”, forma parte de la cuenca Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez y subcuenca San Juan – El Progreso (Figura 27). Se encuentra en los municipios de Berriozábal, Tecpatán y Ocozocoautla en el noreste del estado de Chiapas.



**Figura 27.** Hidrografía de la localidad Presa Malpaso en la cuanca media del río Grijalva, Chiapas (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

- Geoposición de la localidad

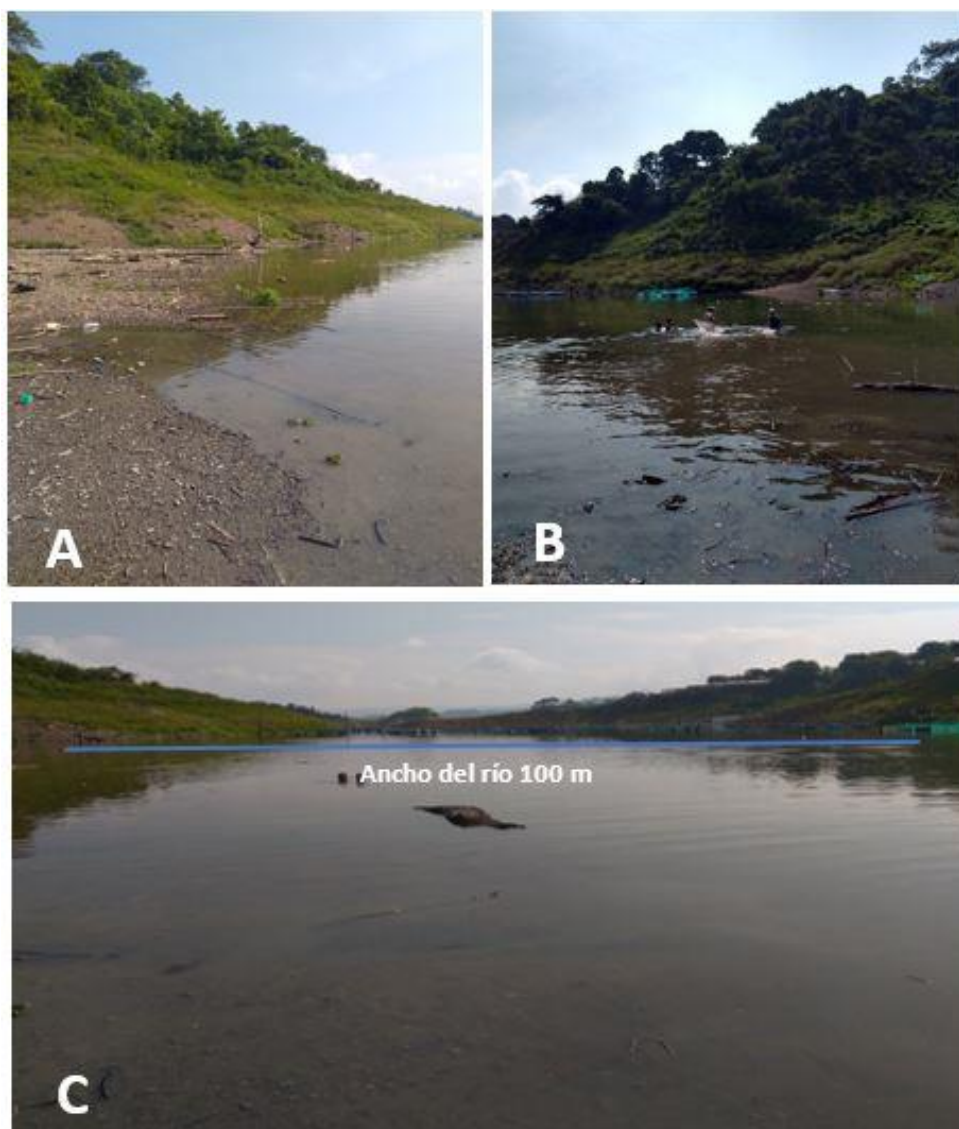
La parte de la Presa Malpaso que se muestreo se encuentra a 178 msnm, en las coordenadas en grados decimales: latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658, (latitud 17° 03' 29.70" N y longitud 93° 27' 56.88" W y UTM: Zona 15 Q UTMx 450433.6 y UTMy 1886058.1).

El trayecto de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (UNICACH) a la localidad es de 76.56 Km y el tiempo aproximado de recorrido es de 1 h 55 min.

- Caracterización del hábitat

Debido a las grandes dimensiones de la Presa, solo se muestreo una pequeña parte de la orilla de la presa (100 m). Fue la localidad de mayor profundidad (230 cm). En ambas partes de la presa se observó erosión del 100%, no hay cobertura del dosel ni vegetación en el agua, sin embargo, se pudo apreciar pequeñas partes de árboles, ramas (20%) y partes de árboles grandes que corresponde a troncos (51%), los cuales ofrecen refugio a las especies.

El sustrato en la orilla corresponde en su mayoría a lodo (50%), arena (25%), grava (20%) y en menor cantidad a cantos rodados (5%) (Figura 28).



**Figura 28.** Caracterización de la localidad Presa Malpaso. A) Erosión (lado izquierdo) y tipo de sustrato (Arena y grava). B) Erosión (lado derecho), pequeñas y grandes partes de árboles, C) Ancho del río.

La caracterización limnológica se presenta en la tabla 35.

**Tabla 35.** Características limnológicas de la Presa Malpaso.

<b>Característica limnológica</b>	
Temperatura (°C)	31.22
Conductividad (μS/cm)	468
Total de sólidos disueltos (μS/cm)	234
Salinidad (‰)	0.22
Oxígeno Disuelto (%)	74.3
pH	8.1
Turbidez (cm)	80

- Hospederos colectados

Se colectaron 25 ejemplares de las especies: *Petenia splendida* (N=11), *Cincelichthys pearsei* (N=6), *Mayaheros urophthalmus* (= *Cichlasoma urophthalmus*) (N=4), *Thorichthys helleri* (N=3) y *Tricromis salvini* (N=1).

El tipo de caudal se estableció con base en los criterios establecidos por los Drs. Matamoros, W., Velázquez-Velázquez, E., Anzueto-Calvo, M. UNICACH (comunicación personal) y por Elosegí y Sabater (2009).

Rápidos: Área en la que el caudal del río aumenta su velocidad.

Pequeños rápidos: Área en la que el caudal del río aumenta su velocidad.

Remansos: Área del río en el que el agua no fluye.

Poza: Área del cauce amplia y profunda, en la que el río disminuye su velocidad y en la que se favorece la sedimentación de materiales.



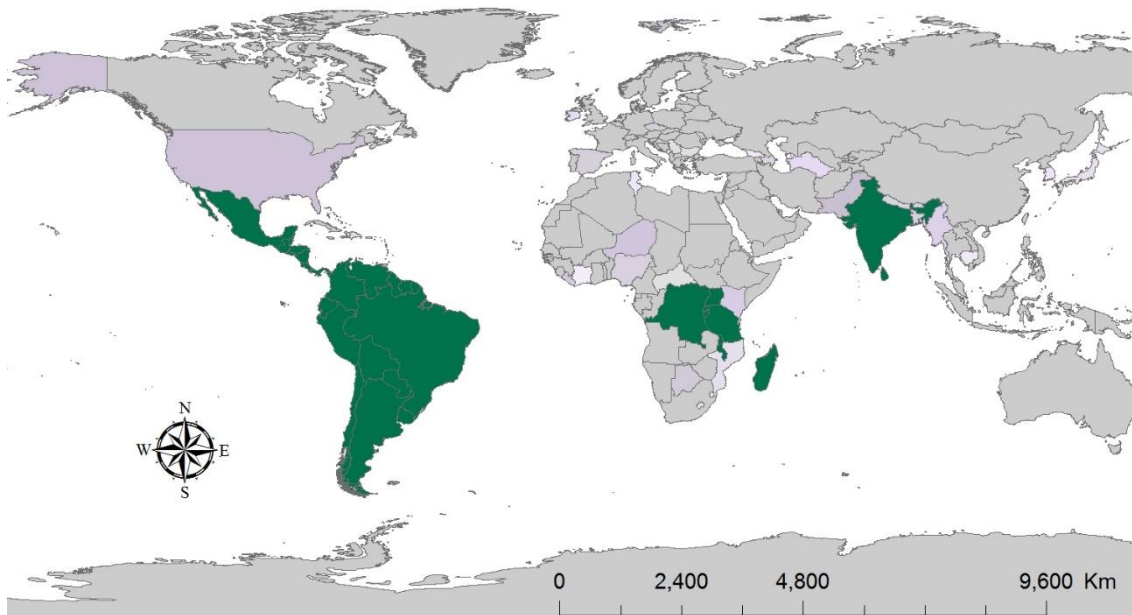
## APÉNDICE II: HOSPEDEROS

FAMILIA CICHLIDAE HECKEL, 1840

**Apéndice II:** Generalidades de la familia Cichlidae, aspectos morfológicos, biología y alimentación de los hospederos de objeto de estudio del presente proyecto.

### **Familia Cichlidae Heckel, 1840**

Los cíclidos han atravesado por un proceso de “especiación explosiva”, su registro fósil data del Eoceno u Oligoceno en África y Sudamérica, pero se cree que el grupo es mucho más antiguo. Los cíclidos son una familia de peces perciformes, la cual comprende de más de 1 000 especies, las cuales se distribuyen en Sur y Centroamérica, partes de África, al Sur de la India, Madagascar, Sri Lanka, Siria y las Indias Occidentales (Figura 29). Puesto que muchas especies toleran agua salobre e incluso totalmente marina, la familia se clasifica como un grupo dulceacuícola secundario (Rush-Miller, 2009). Los cíclidos habitan ampliamente en biotopos tropicales de tierras bajas y colonizan una amplia gama de hábitats (Conkel, 1997).



**Figura 29.** Distribución de la familia Cichlidae en el mundo. (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

La mayoría de las especies mesoamericanas son de altura moderada o alargada, en edad adulta varían desde los 75 a 500 mm de longitud total (Rush-Miller, 2009). El cuerpo está cubierto por escamas moderadamente grandes. La boca es de pequeña a mediana y las mandíbulas están formadas por hileras de dientes cónicos pequeños.

Cuentan con una aleta dorsal con usualmente de 14 a 19 espinas y una aleta anal de 4 a 12 espinas (Conkel, 1997).

Son parte de la cadena alimenticia, debido a que son fuente de alimento para otros peces, aves, reptiles, pequeños mamíferos y el hombre. A su vez se alimentan de plantas, larvas de insectos, crustáceos y peces pequeños (Conkel, 1997).

### **Hospederos**

***Cichlasoma grammodes*** Taylor y Miller 1980

**Nombre común:** Mojarra.



**Figura 30.** *Cichlasoma grammodes*

### **Distribución**

Endémico de la cuenca media y alta del Grijalva, se encuentra desde el río Grande de Chiapas hasta el extremo oeste de Guatemala (Figura 31) (Rush-Miller, 2009).



**Figura 31.** Distribución de *C. grammodes* (Mapa realizado en Arcgis 10.5)

### **Hábitat y biología**

Habita en arroyos y ríos de corrientes fuertes o moderadas. De aguas claras a turbias, fondos de cantos rodados, arena y lodo. Es una especie carnívora de hábitos territoriales, se alimenta de gran variedad de insectos acuáticos y sus larvas, así como de otros peces, busca su alimento en toda la columna de agua (Rush-Miller, 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014).

### **Comentarios**

Es utilizada como alimento por algunos pobladores, carece de importancia económica por su talla relativamente pequeña.



***Tricromis salvini*** (= *Cichlasoma salvini*) (Günther 1862)

**Nombre común:** Guapote tricolor.



**Figura 32.** *Tricromis salvini*

### **Distribución**

Del afluente de la laguna Mandinga en Veracruz hasta el río Sulfur cerca de Puerto Barrios, Guatemala (Figura 33).



**Figura 33.** Distribución de *T. salvini* (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

## **Hábitat y biología**

Habita en lagunas, pantanos, estanques en llanuras de inundación, arroyos y márgenes de ríos, con agua levemente salobre a dulce, clara, turbia o lodosa; con corriente nula a leve o moderada. Es una especie que se adapta a la medida del hábitat y a las condiciones prevalecientes. Es omnívoro con tendencia herbívora, sobre todo zooplanctívora (Rush-Miller, 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014).

## **Comentarios**

Las hembras son las más llamativas por su coloración amarillo brillante y rojo.

***Mayaheros urophthalmus* (=Cichlasoma urophthalmus) (Günther 1862)**

**Nombre común:** Mojarra colorada, mojarra criolla, mojarra rayada y mojarra Latinoamericana.



**Figura 34.** *Mayaheros urophthalmus*

### Distribución

Nativa de la región Atlántica en el sureste de México hasta Nicaragua. En México esta especie nativa se distribuye en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo (Figura 35).



**Figura 35.** Distribución de *M. urophthalmus* (Mapa realizado en Arcgis 10.5)

## **Hábitat y biología**

Es un pez tolerante al agua dulce y salobre, habita principalmente en cuerpos lagunares con poca corriente, pero también habita los ríos, arroyos, presas y otros cuerpos de agua con fondos de arena, lodo, cantos rodados y grava.

Es considerada como una especie omnívora, se alimenta de pequeños crustáceos, peces, insectos, micrófitos y detritos, utiliza igualmente los recursos más abundantes del medio donde se encuentra y se comporta como oportunista (Rush-Miller, 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014).

## **Comentarios**

Se explota en la pesquería artesanal.

***Paraneetroplus hartwegi*** (Taylor y Miller 1980)

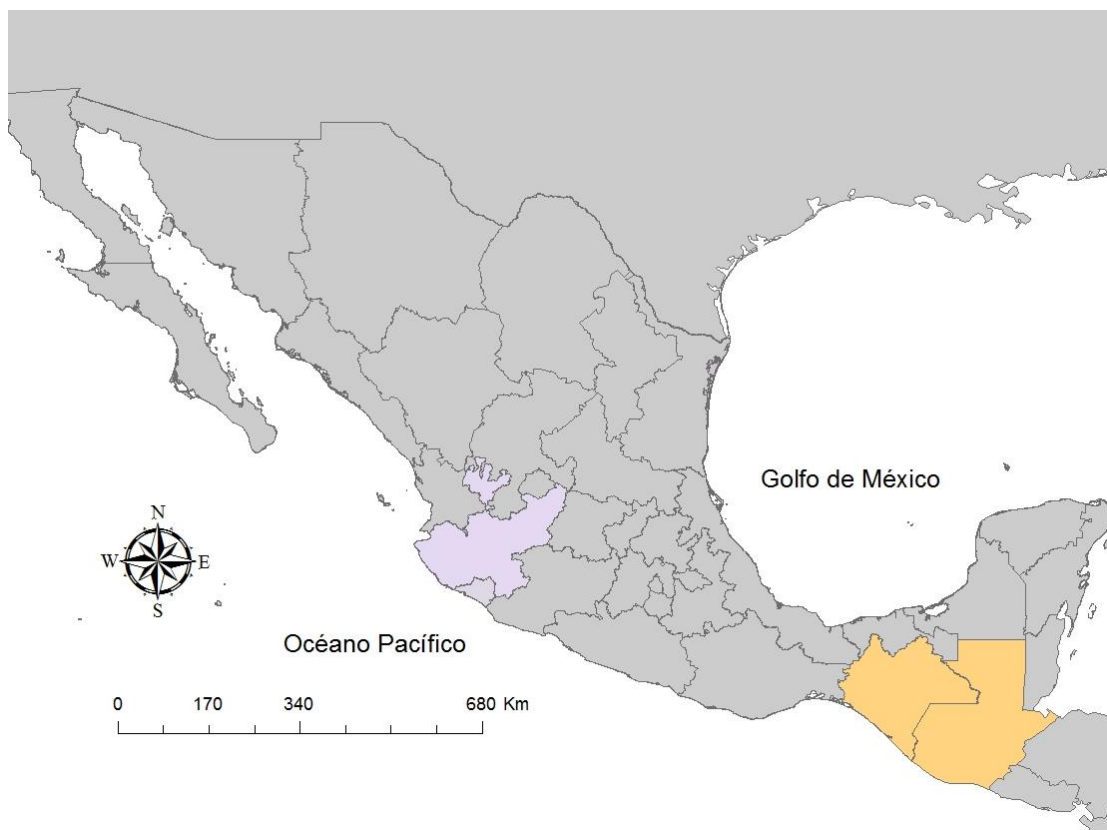
**Nombre común:** Mojarra negra, zacatera o mojarra del río Grande de Chiapas.



**Figura 36.** *Paraneetroplus hartwegi*

### **Distribución**

Endémica a la cuenca media y alta del río Grijalva (río Grande de Chiapas) en Chiapas y Guatemala (Figura 37).



**Figura 37.** Distribución de *P. hartwegi* (Mapa realizado en Arcgis 10.5)

## **Hábitat y biología**

Se encuentra en la mayoría de los hábitats que existen dentro de su área de distribución, como los ríos y los arroyos de la parte alta y media de la cuenca, así como en embalses. Vive en ambientes de agua clara a ligeramente oscura donde la corriente puede variar de rápida a lenta, excepto en zonas estancadas, donde se congregan crías y juveniles, con sustrato rocoso, arenoso, pilas de ramas o lodoso. Los adultos prefieren profundidades cercanas a los tres metros, mientras que los juveniles se encuentran en aguas poco profundas. Se alimenta de insectos y otros invertebrados y detritus (Rush-Miller, 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014).

## **Comentarios**

Es una especie que se consume localmente por su buena calidad y el sabor de su carne. Aunque es muy abundante, no suele alcanzar grandes tallas, razón por la cual presenta escasa importancia económica. Sobre su biología y ecología es poco lo que se conoce.

***Petenia splendida*** Günther 1862

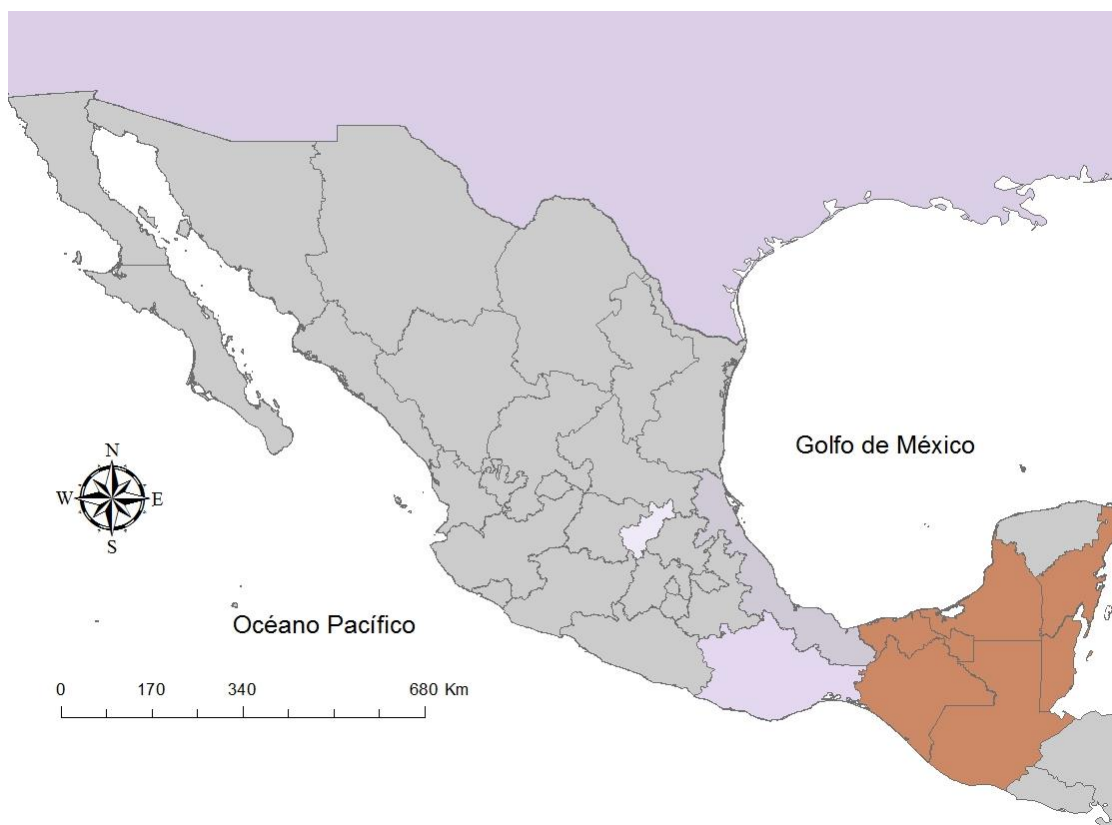
**Nombre común:** Tenguayaca.



**Figura 38.** *Petenia splendida*

### Distribución

Cuenca media y baja del río Grijalva en Chiapas y Tabasco hasta la cuenca del río Usumacinta en México y Guatemala (Petén), incluido el lago Petén, de allí al norte hasta Campeche y el sureste de Quintana Roo y la cuenca del río Belice, Belice (Figura 39).



**Figura 39.** Distribución de *P. splendida* (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

## Hábitat y biología

Habita en arroyos, ríos, lagunas y ciénegas, principalmente en las porciones bajas, así como en cuerpos lénticos. Prefiere aguas con poca corriente y con sustratos blandos de arena, limo, lodo, arcilla, o roca, asociado con vegetación abundante, en agua dulce a ligeramente salobre, clara, turbia o lodosa. Es un carnívoro muy especializado, claramente ictiófago, se alimenta durante el día de peces pequeños principalmente de especies del género *Dorosoma* (Rush-Miller., 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014).

## Comentarios

Esta especie tiene una característica muy distintiva que es su notable capacidad de su extensión de la boca. Es un pez de gran importancia comercial, muy codiciado por los pescadores, debido a la excelente calidad de la carne. Las principales pesquerías de la región se basan en la captura de esta especie.



***Cincolichthys pearsei* (= *Theraps pearsei*) (Hubbs 1936)**

**Nombre común:** Mojarra zacatera o mojarra moneda.



**Figura 40.** *Cincolichthys pearsei*

### **Distribución**

Desde las cuencas de los ríos Grijalva-Usumacinta y Champotón en Chiapas, en Tabasco y Campeche, hasta el sur hasta del Petén, Guatemala (Figura 41).



**Figura 41.** Distribución de *C. pearsei* (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

## **Hábitat y biología**

Habita típicamente en ríos y arroyos lentos, en agua clara, turbia o lodosa, en corriente nula, lenta o moderada, pero también en algunas veloces; con sustrato de lodo, arcilla, grava, marga, cantos rodados, troncos, residuos orgánicos; vegetación ausente o de algas o lirio acuático, en profundidades de hasta 3 m. Es una especie herbívora (Rush-Miller, 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014).

## **Comentarios**

Es una especie muy abundante, se distribuye ampliamente en la cuenca del Grijalva. Tiene importancia comercial, ya que se captura frecuentemente y su carne es muy apreciada.

***Thorichthys helleri*** (Steindachner 1864)

**Nombre común:** Mojarra amarilla.



**Figura 42.** *Thorichthys helleri*

### Distribución

Cuenca del río Tonalá hasta la cuenca del río Usumacinta y la Alta Verapaz, Petén y Quiché en Guatemala, al norte en la península de Yucatán hasta el río Champotón. Hay una población disyunta en el río Chiyú, el cual tiene una conexión subterránea con el río Sarstún, la frontera Belice-Guatemala (Velázquez-Velázquez et al., 2014) (Figura 43).



**Figura 43.** Distribución de *T. helleri* (Mapa realizado en Arcgis 10.5).

## **Hábitat**

Habita en ríos, arroyos, lagunas (incluidas salobres), pantanos y zanjas, en agua clara o lodosa; corriente nula, leve a moderada; sustrato de cantos rodados, roca, grava, arena, lodo, arcilla, hojarasca, troncos caídos; vegetación ausente o de lirio acuático (Rush-Miller, 2009; Velázquez-Velázquez et al., 2014).

## **Comentarios**

Esta especie no tiene importancia comercial.

# APÉNDICE III: PROCESAMIENTO CURATORIAL DE LOS HELMINTOS

**Apéndice III:** Técnicas de tinción utilizadas para elaborar preparaciones permanentes utilizadas para la identificación de los helmintos parásitos de siete especies de cíclidos.

### **Técnicas de tinción**

Para la identificación taxonómica de los tremátodos y acantocéfalos se elaboraron preparaciones permanentes para su estudio en el microscopio, se procedió a la deshidratación, aclaramiento y tinción utilizando técnicas apropiadas, como el Paracarmín de Mayer y Hematoxilina de Ehrlich y finalmente el montaje de los ejemplares en bálsamo de Canadá (Lamothe-Argumedo, 1997). Se utilizó el Bálsamo de Canadá debido a que da mayor durabilidad a montajes de tejidos y organismos teñidos, además proporciona mayor transparencia, ya que incrementa el índice de refracción cuando el espécimen está completamente impregnado por esta resina. El bálsamo no se mezcla con el agua, por eso se debe deshidratar completamente el espécimen (Salgado-Maldonado, 2009).

A continuación se describen cada una de las técnicas utilizadas (Lamothe-Argumedo, 1997):

#### **Tinción con Paracarmín de Mayer**

1. Los ejemplares se lavaran del formol al 4% en alcohol etílico al 70%
2. Los ejemplares fueron deshidratados en alcohol etílico al 70%.
3. Dos cambios en alcohol etílico al 96% durante 10 minutos cada uno.
4. Teñir en Paracarmín de Mayer, por lo general el tiempo varió de 3 hasta 10 a 15 minutos
5. Lavar en alcohol etílico al 96% para quitar el exceso de colorante.
6. Diferenciados en alcohol de 96% acidulado al 2% con ácido clorhídrico, hasta que los bordes del cuerpo quedaron más pálidos que el resto y los órganos internos fueron visibles por transparencia.
7. Lavar en alcohol de 96% para evitar que el ácido clorhídrico siga decolorando el ejemplar.
8. Deshidratar en dos cambios de alcohol de 96% de 15 minutos cada uno.

9. Alcohol etílico absoluto (100%), dos cambios de 20 minutos cada uno.
10. Aclarar en aceite de clavo.
11. Para su observación, se colocaron en un portaobjetos con de Bálsamo de Canadá en posición ventral, colocándole un cubreobjetos; sin mover el montaje hasta que el Bálsamo de Canadá esté completamente seco.

### **Tinción con Hematoxilina de Ehrlich**

1. Los ejemplares se lavaran del formol al 4% en alcohol etílico al 70%
2. Los Tremátodos fueron deshidratados en alcohol etílico al 70%.
3. Hidratar en alcoholes graduales 50%, 30% (15 minutos en cada uno) hasta agua destilada.
4. Teñir en hematoxilina de Ehrlich (el tiempo de tinción depende de las dimensiones del parásito). Puede probarse con un tiempo inicial de 30 segundos a 1 minuto y dar el tiempo necesario de acuerdo con la coloración que el parásito vaya tomando. Algunas veces el tiempo de tinción excede de los 30 minutos.
5. Lavar con agua destilada para eliminar el exceso de colorante.
6. Diferenciar con agua acidulada al 2% con ácido clorhídrico, hasta que el parásito tome un color rosa pálido.
7. Lavar en agua destilada durante 1 o 2 minutos para evitar que siga actuando el agua acidulada.
8. Virar el ejemplar a color azul pálido o violeta en agua de la llave durante unos 3 a 5 minutos (para acelerar el virado puede agregarse solución sobresaturada de carbonato de litio al agua destilada).
9. Deshidratar lentamente desde agua destilada, en alcoholes graduales de 30%, 50%, 70%, 96% al menos 15 minutos en cada cambio.
10. Completar la deshidratación en alcohol etílico absoluto (100%) 2 cambios de 20 a 30 minutos cada uno.
11. Aclarar en aceite de clavo.
12. Montar con bálsamo de Canadá.

# APÉNDICE IV: TAXONOMÍA DE PARÁSITOS

Platyhelminthes  
Acanthocephala  
Nematoda



**Apéndice IV:** Taxonomía, datos ecológicos (prevalencia, intensidad media y abundancia, los resultados son por localidad y por las diferentes especies de hospederos presentes en ellas), descripción y biología de las especies de parásitos colectados. El orden en que se describirán cada uno de los grupos será comenzando por adultos, metacercarias y larvas.

## **Phylum Plathyhelminthes Minot, 1876**

### **Clase Monogenea**

Familia: Dactylogyridae Boris Bychowsky, 1933

***Sciadicleithrum mexicanum*** Kritsky, Vidal-Martínez y Rodríguez-Canul, 1994

**Hospedero:** *Petenia splendida*

**Sitio de infección:** Branquias

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 1 observado en campo

### **Datos ecológicos**

*Sciadicleithrum mexicanum* se colectó en la localidad de la Presa Malpaso, examinaron 25 hospederos, 11 corresponden a *P. splendida* y solo uno estuvo parasitado por un ejemplar de *S. mexicanum*, prevalencia de 4%, intensidad media 1 y abundancia 0.04 ( $\pm$ SD 0.2).

### **Descripción** (Basada en un ejemplar observado en campo)

Cuerpo fusiforme con glándulas cefálicas. Cuatro ocelos. Macrogancho ventral con una raíz profunda y cónica. Macrogancho dorsal con mango curvado y punta elongada.

## Comentarios

La determinación del ejemplar se realizó en el campo. Se determinó como monogéneo debido a que posee un órgano de fijación armado con ganchos.

El nombre Monogenea deriva del nombre original con el que los describió Van Beneneden en 1958 “Monogéneses” (“mono”: único; “génesis”, del griego: generación) y hace referencia a su ciclo de vida. El ciclo de vida es directo (con un solo hospeder). Se distinguen tres fases esenciales, huevo, un estadio larval llamado oncomiracidio de existencia libre y el adulto. La mayoría son ectoparásitos de la piel (escamas o aletas), cavidad branquial, branquias, línea lateral y narinas de peces marinos y de aguas continentales. Se alimentan de células epiteliales y sangre (Drago y Núñez, 2017a).

Los monogéneos de la familia Dactylogyridae parasitan las branquias de peces de la familia Cichlidae. En particular los géneros *Gyrodactylus*, *Ancyrocephalinae*, *Sciadicleithrum* y *Cichlidogyrus* parasitan cíclidos neotropicales (Kritsky et al., 1994). El género *Sciadicleithrum* fue propuesto para categorizar a monogéneos de cíclidos de América del sur. Desde entonces se han descrito cuatro especies registradas en México: *S. bravohollisae*, *S. meekii*, *S. mexicanum*, y *S. splendidae* (Mendoza-Franco et al., 2000). De las cuales *S. mexicanum* concuerda con el ejemplar encontrado el cual se caracterizó por tener el cuerpo largo y fusiforme. Pose cuatro glándulas cefálicas moderadamente desarrolladas. Esófago moderadamente largo. Macrogancho ventral con raíz profunda cónica, raíz superficial ligeramente aguzada, mango curvado y punta elongada. Macrogancho dorsal con raíces bien diferenciadas, mango curvado y punta elongada Barra ventral robusta con conspicuas cavidades anteriores. Barra dorsal recta a ligeramente en forma de V con extremos alargados lateralmente. Catorce microganchos, similares en forma. Gónadas ligeramente sobrepuestas. Testículo oval. Vesícula seminal elongada. Reservorio prostático pequeño respecto de la VS. El órgano copulador masculino es un tubo fino en forma de J. Pieza accesoria con una delicada abertura diagonal en su parte distal por donde sale la parte terminal del órgano copulador masculino. Ovario oval. Vagina con abertura dextroventral, con dos escleritas contrapuestas. Receptáculo seminal pequeño, situado en la parte media del cuerpo. Vitelógenas distribuidas sobre el tronco, ausentes en la región de los órganos reproductivos (Kritsky et al., 1994; Vidal-Martínez et al., 2001).

En México *S. mexicanum* se ha reportado en los hospederos: *C. octofasciatum*, *C. urophthalmus*, *Parachromis friedrichsthalii*, *Petenia splendida*, *T. aureus* y *Vieja synspila*. En los estados de: Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001).

## **Clase Trematoda Rudolphi, 1808**

### **Subclase: Digenea Carus, 1863 (Adultos)**

Superfamilia: Opisthorchioidea Looss, 1899

Familia: Cryptogonimidae Ward, 1917

#### ***Oligogonotylus manteri* Watson, 1976**

**Hospedero:** *Mayaheros urophthalmus*

**Sitio de infección:** Intestino

**Localidad:** Presa Malpaso (Latitud: 17.05825 y Longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 2

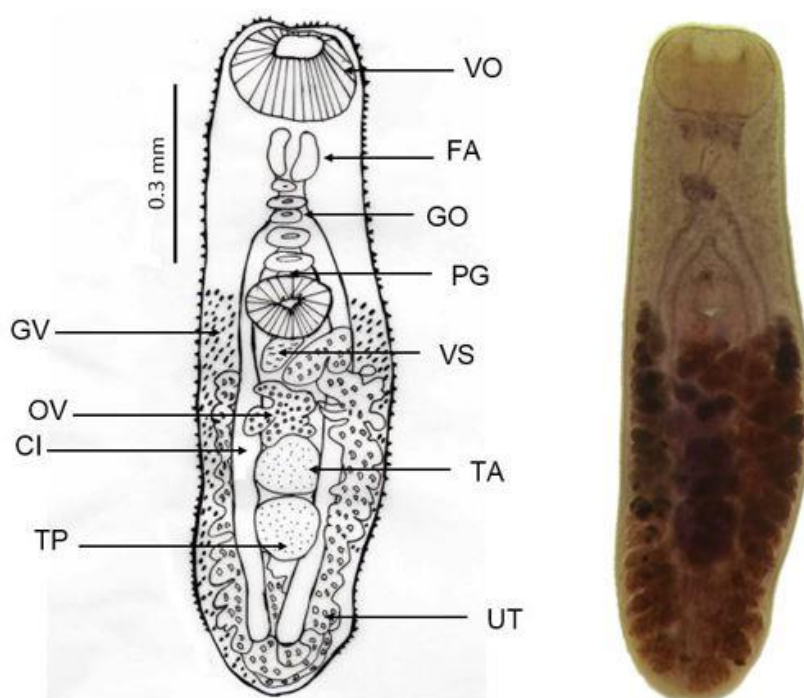
#### **Datos ecológicos**

*Oligogonotylus manteri* solo se registró en la localidad de la Presa Malpaso. En esta localidad se realizó el examen helmintológico de 25 hospederos de los cuales cuatro corresponden a *M. urophthalmus*, de ellos solo uno estuvo parasitado con dos ejemplares de *O. manteri*. Los parámetros parasitológicos son: prevalencia 25%, intensidad media 2 y abundancia 0.05 ( $\pm$ SD 1).

#### **Descripción** (Basada en dos ejemplares)

Cuerpo ovalado y alargado con el tegumento cubierto de espinas, que son más pequeñas y menos densas en el extremo posterior. La ventosa oral es esférica y subterminal. Acetábulo esférico y preecuatorial. Cuenta con una prefaringe corta y una faringe oval y muscular. Esófago cortó. Ciegos intestinales gruesos que se extienden hasta el extremo posterior. Poro genital cercano al acetábulo. Dos testículos uno debajo del otro y ligeramente lobulados. Ovario lobulado, ubicado entre el acetábulo y los testículos. Útero tubular, postacetabular, ocupando la mitad posterior del cuerpo. Entre la faringe y el poro genital presenta cinco gonotilos, que son muy parecidos a ventosas. Las glándulas vitelógenas formadas por pequeños y numerosos folículos distribuidos en los bordes laterales, entre la bifurcación cecal y el testículo anterior.

Huevos numerosos y pequeños (Figura 44). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 36.



**Figura 44.** Morfología de *O. manteri*: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, GO) Gonotilos, PG) Poro Genital, GV) Glándulas vitelógenas, VS) Vesícula Seminal, OV) Ovario, CI) Ciegos Intestinales, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior, UT) Útero.

**Tabla 36.** Datos morfométricos en milímetros (Largo x Ancho) de *Oligogonotylus manteri*.

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.96 X 0.33	1.15 X 0.34	1.055 X 0.335	0.134 X 0.007
Ventosa oral	0.06 X 0.075	0.065 X 0.083	0.062 X 0.079	0.004 X 0.006
Acetábulo	0.049 X 0.056	0.054 X 0.057	0.051 X 0.06	0.004 X 0.001
Faringe	0.035 X 0.038	0.035 X 0.041	0.035 X 0.039	0.000 X 0.002
Testículo anterior	0.042 X 0.039	0.045 X 0.047	0.043 X 0.043	0.002 X 0.006
Testículo posterior	0.047 X 0.041	0.053 X 0.044	0.05 X 0.042	0.004 X 0.002
Ovario	0.019 X 0.015	0.027 X 0.023	0.023 X 0.019	0.006 X 0.006
Dist. Entre ventosas	0.20	0.22	0.21	0.014
Huevo 1	0.006 X 0.002	0.006 X 0.004	0.006 X 0.003	0 X 0.0014
Huevo 2	0.007 X 0.003	0.007 X 0.003	0.007 X 0.003	0 X 0
Huevo 3	0.006 X 0.003	0.006 X 0.003	0.006 X 0.003	0 X 0
Huevo 4	0.007 X 0.004	0.008 X 0.004	0.008 X 0.004	0.0007 X 0
Huevo 5	0.008 X 0.003	0.009 X 0.003	0.009 X 0.003	0.0007 X 0
Huevo 6	0.007 X 0.003	0.007 X 0.003	0.007 X 0.003	0 X 0

Huevo 7	0.008 X 0.003	0.009 X 0.004	0.009 X 0.004	0.0007 X 0.0007
Huevo 8	0.007 X 0.003	0.007 X 0.003	0.007 X 0.003	0 X 0
Huevo 9	0.007 X 0.003	0.008 X 0.004	0.008 X 0.004	0.0007 X 0.0007
Huevo 10	0.007 X 0.004	0.008 X 0.004	0.008 X 0.004	0.0007 X 0

## Comentarios

Se determinó como *Oligogonotylus manteri* con base a sus semejanzas con la descripción en Rodney et al., 2008. Las principales características de la especie son: Cuerpo alargado y espinoso. De cinco a ocho gonotilos presentes como almohadillas musculares, desde la faringe hasta la ventosa ventral. Ventosa oral redonda. Ciegos intestinales largos que termina cerca del extremo posterior. Dos testículos en tándem. Ovario profundamente lobulado, entre ventosa ventral y el testículo anterior. Útero que se extiende cerca del extremo posterior.

El nombre de *Oligogonotylus* indica un número reducido de gonotilos en comparación con *Multigonotylus*, otro género de la familia Cryptogonimidae que presenta gonotilos. Originalmente *Oligogonotylus manteri* se describió a partir de peces cíclidos en Nicaragua (Watson, 1976). Sin embargo, también se ha reportado como un parásito intestinal común de cíclidos en México (Scholz et al., 1994).

De acuerdo con Scholz et al., (1994) el ciclo de desarrollo es similar a los de otros trematodos de la familia Cryptogonimidae. El ciclo de *O. manteri* involucra un caracol como primer intermediario y los cíclidos como segundo intermediario o como hospedero definitivo. La aparición de adultos de *O. manteri* excluye la especificidad de un huésped definitivo, por lo que, *O. manteri* se considera como un parásito específico de cíclidos en el sur de México y Centroamérica, el cual habita en intestinos y branquias, en especial de *M. urophthalmus* el cual se alimenta de caracoles en grandes cantidades. En México *O. manteri* se ha registrado en: *Cichlasoma aureum*, *C. friedrichstahlii*, *C. helleri*, *C. managuense*, *C. meeki*, *C. octofasciatum*, *C. pearsei*, *C. synspilum*, *M. urophthalmus*, *Cichlasoma* sp y *Herichthys geddesi*. Sin embargo, también se ha registrado de otras familias de peces, en los Characidae: *Astyanax fasciatus*, Clupeidae: *Dorosoma petenense* y en los Megalopidae: *Megalops atlanticus*. En los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006).

Superfamilia: Allocreadioidea Looss 1902

Familia: Apocreadiidae (Skrjabin, 1942)

### ***Crassicutis cichlasomae* Manter, 1936**

**Hospedero:** *Paraneetroplus hartwegi* (Puente la Luz), *Cichlasoma grammodes* (Ojo de Agua), *Thorichthys helleri* y *Cincelichthys pearsei* (Presa Malpaso).

**Sitio de infección:** Intestino

**Localidad:** Puente la Luz (latitud 16.536696 y longitud -92.892145), Ojo de Agua (latitud 16.53982 y longitud -92.91245) y Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658).

**Fecha de colecta:** 11 y 14 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 19 contados en campo (17 colectados y teñidos)

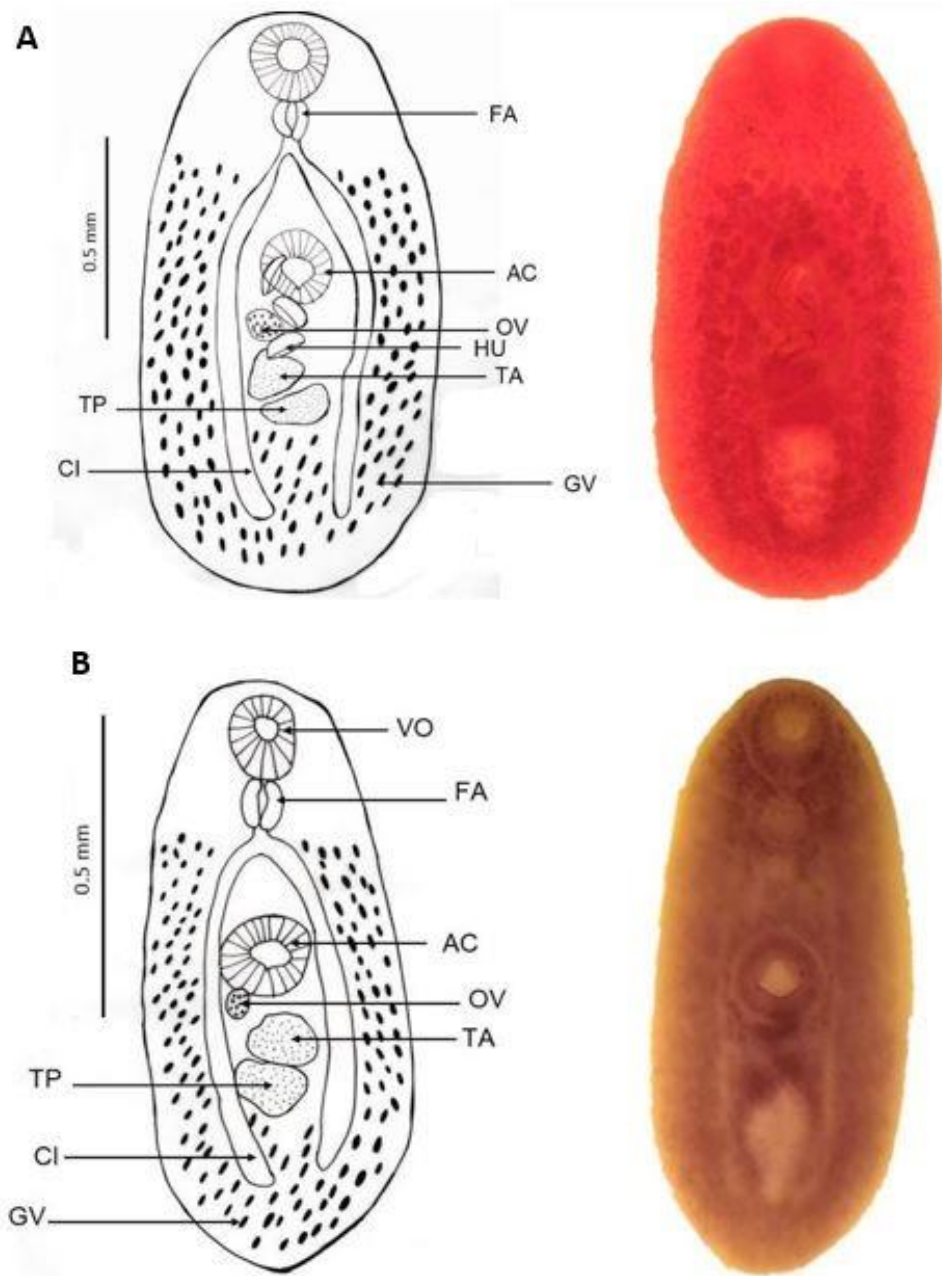
### **Datos ecológicos**

*Crassicutis cichlasomae* se encontró en tres localidades: Puente la Luz, Ojo de Agua y Presa Malpaso. En Puente la Luz se realizó el examen helmintológico de tres hospederos de los cuales dos son de la especie *P. hartwegi* y solo uno estuvo parasitado con dos ejemplares de *C. cichlasomae*, los parámetros ecológicos son: prevalencia 33.33%, intensidad media 2 y abundancia de 0.67 ( $\pm$ SD 1.15). En Ojo de Agua se examinaron 17 hospederos de los cuales 16 pertenecen a la especie *C. grammodes* y solo dos estuvieron parasitados con cuatro ejemplares de *C. cichlasomae*, los parámetros ecológicos son: prevalencia 11.76%, intensidad media 2 ( $\pm$ SD 1.41) y abundancia de 0.24 ( $\pm$ SD 0.75). En la Presa Malpaso se examinaron 25 hospederos de los cuales tres son *T. helleri* y dos estuvieron parasitados con 12 ejemplares de *C. cichlasomae* y seis pertenecen a *C. pearsei* de los cuales solo uno estuvo parasitado con un ejemplar de *C. cichlasomae* dando como resultado: prevalencia 12%, intensidad media 4.33 ( $\pm$ SD 5.77) y abundancia 0.52 ( $\pm$ SD 2.20).

### **Descripción** (Basada en cinco adultos y cinco inmaduros)

Cuerpo oval con extremos redondeados (Maduros 1.29 x 0.70 mm, inmaduros 0.82 x 0.38 mm). Ventosa oral esférica y subterminal. El acetábulo es globular y muscular, se ubica en el eje preecuatorial. La prefaringe y el esófago son cortos. La faringe es ovoide y muscular. La bifurcación de los ciegos es preacetabular, los ciegos son delgados y paralelos, se extiende a la zona posttesticular. Dos testículos grandes y lobulados en el eje postovárico. Vesícula seminal larga y sobrepasa el acetábulo). Ovario esférico. El útero es corto y se ubica entre el acetábulo y ovario. Los huevos son escasos, operculados y de cobertura amarilla (ausentes en los ejemplares inmaduros). Las glándulas vitelógenas se extienden desde la zona de la faringe hasta el extremo posterior (Figura 45). Las medidas de los ejemplares maduros se encuentran en la Tabla 37 y de los inmaduros en la Tabla 38.





**Figura 45.** Morfología de *C. cichlasomae*: A) Maduro B) Inmaduro: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, AC) Acetábulo, GV) Glándulas vitelógenas, HU) Huevos (en ejemplar maduro), OV) Ovario, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior.

**Tabla 37.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Crassicutis cichlasomae* (Maduros).

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.97 X 0.6	1.55 X 0.75	1.296 X 0.706	0.241 X 0.061
Ventosa oral	0.060 X 0.064	0.08 X 0.079	0.07 X 0.071	0.009 X 0.006
Acetábulo	0.055 X 0.063	0.082 X 0.079	0.067 X 0.073	0.012 X 0.007
Prefaringe		0.021 X 0.011	0.008 X 0.004	0.011 X 0.006
Faringe	0.02 X 0.022	0.049 X 0.047	0.037 X 0.035	0.012 X 0.009
Testículo anterior	0.027 X 0.04	0.045 X 0.069	0.036 X 0.059	0.006 X 0.011
Testículo posterior	0.036 X 0.07	0.045 X 0.085	0.042 X 0.075	0.004 X 0.006
Vesícula seminal	0.024 X 0.034	0.024 X 0.034	0.024 X 0.034	
Ovario	0.030 X 0.029	0.040 X 0.040	0.036 X 0.034	0.004 X 0.004
Dist. Entre ventosas	0.1	0.35	0.27	0.128
Huevo 1	0.027 X 0.011	0.052 X 0.03	0.042 X 0.022	0.01 X 0.007
Huevo 2	0.027 X 0.013	0.047 X 0.023	0.041 X 0.02	0.008 X 0.004
Huevo 3	0.040 X 0.021	0.041 X 0.022	0.041 X 0.022	0.001 X 0.001

**Tabla 38.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Crassicutis cichlasomae* (Inmaduros)

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.39 X 0.21	1.86 X 0.71	0.82 X 0.38	0.408 X 0.152
Ventosa oral	0.031 X 0.029	0.08 X 0.078	0.048 X 0.047	0.014 X 0.014
Acetábulo	0.032 X 0.033	0.077 X 0.077	0.05 X 0.05	0.014 X 0.014
Faringe	0.012 X 0.01	0.05 X 0.035	0.028 X 0.023	0.01 X 0.008
Testículo anterior	0.007 X 0.011	0.04 X 0.065	0.023 X 0.034	0.012 X 0.02
Testículo posterior	0.007 X 0.012	0.041 X 0.071	0.024 X 0.037	0.013 X 0.021
Ovario	0.007 X 0.008	0.043 X 0.032	0.015 X 0.017	0.01 X 0.007
Dist. Entre ventosas	0.07	0.4	0.179	0.093

## Comentarios

Se determinó como *Crassicutis cichlasomae* con base a sus semejanzas con la descripción de Jones et al., 2005. Esta especie se caracteriza por la falta de espinas en el tegumento, ciegos intestinales que se extienden hasta el extremo posterior. Ventosa oral esférica y subterminal. Acetábulo muscular. Escasos huevos en ejemplares maduros. Se reportan siete especies del género *Crassicutis*: *C. archosargii* en *Archosargus probatocephalus* en Louisiana, *C. chuscoi* en *Aequidens pulcher* en Sudamérica, *C. gerridis* en *Gerres cinereus* en Jamaica, *C. marina* en *Gerres cinereus*

en Florida y Jamaica, *C. opisthoseminis* en *Cichlasoma* sp en Costa Rica, *C. wallini* en *Crenicichla geayi* en Venezuela y *C. cichlasomae* en México (Yamaguti, 1971).

*C. cichlasomae* son parásitos del tracto digestivo de peces marinos y de agua dulce (Bravo-Hollis y Arroyo, 1962). En México se ha reportado en *Petenia splendida* y en las especies de cíclidos: *Cichlasoma aureum*, *C. bifasciatum*, *C. cyanoguttatum*, *C. fenestratum*, *C. friedrichstahlii*, *C. hartwegi*, *C. helleri*, *C. intermedium*, *C. lentiginosum*, *C. managuense*, *C. meeki*, *C. octofasciatum*, *C. pasionis*, *C. pearsei*, *C. robertsoni*, *T. salvini*, *C. synspilum*, *M. urophthalmus* y *Cichlasoma* sp en los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Coahuila, Quintana Roo, Campeche y Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001). También en Cuba, Nicaragua y Costa Rica (Scholz et al., 1995).

De acuerdo Scholz et al., (1995) el ciclo de desarrollo es similar a los de otros trematodos. El ciclo de *C. cichlasomae* puede involucrar uno o dos caracoles como hospederos intermediarios y el huésped definitivo es un cíclido, el cual se infecta por consumir caracoles que albergan las metacercarias. En el hospedero definitivo se pueden encontrar ejemplares de *C. cichlasomae* que están iniciando con la etapa reproductiva y algunos aún no tienen huevos, pero ya son adultos.

Con base a las características morfológicas de los ejemplares, y a que se encontraron ejemplares maduros e inmaduros en el intestino de *Paraneetroplus hartwegi*, *Cichlasoma grammodes*, *Thorichthys helleri* y *Cincelichthys pearsei* se consideran *C. cichlasomae* (Tabla 39).

**Tabla 39.** Comparación de la morfometría de *C. cichlasomae* del presente estudio con otros autores.

<b>Estructura</b>	Presente estudio	Bravo-Hollis y Arroyo 1962	Scholz et al., 1995
Cuerpo			
Maduros	1.296 X 0.706	1.245 X 0.840	1.289 X 0.906
Inmaduros	0.820 X 0.380	1.050 X 0.078	
Ventosa oral	0.070 X 0.071	0.110 X 0.427	0.150 X 0.168
Acetábulo	0.067 X 0.073	0.141 X 0.160	0.168 X 0.179
Faringe	0.037 X 0.035	0.061 X 0.100	0.078 X 0.089
Testículo anterior	0.036 X 0.059	0.021 X 0.046	0.062 X 0.062
Testículo posterior	0.042 X 0.075	0.057 X 0.037	0.064 X 0.100
Ovario	0.036 X 0.034	0.027 X 0.022	0.090 X 0.057
Huevos	0.042 X 0.022	0.094 X 0.069	0.111 X 0.078

## Subclase: Digenea Carus, 1863 (Metacercarias)

Superfamilia: Clinostomoidea Lühe, 1901

Familia: Clinostomidae Lühe, 1901

### ***Clinostomum* sp. Leidy, 1856**

**Hospedero:** *Paraneetroplus hartwegi* (Puente la Luz) y *Thorichthys helleri* y (Presa Malpaso).

**Sitio de infección:** Arcos branquiales, intestino y mesenterio.

**Localidad:** Puente la Luz (latitud 16.536696 y longitud -92.892145) y Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658).

**Fecha de colecta:** 11 y 14 de Agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 6

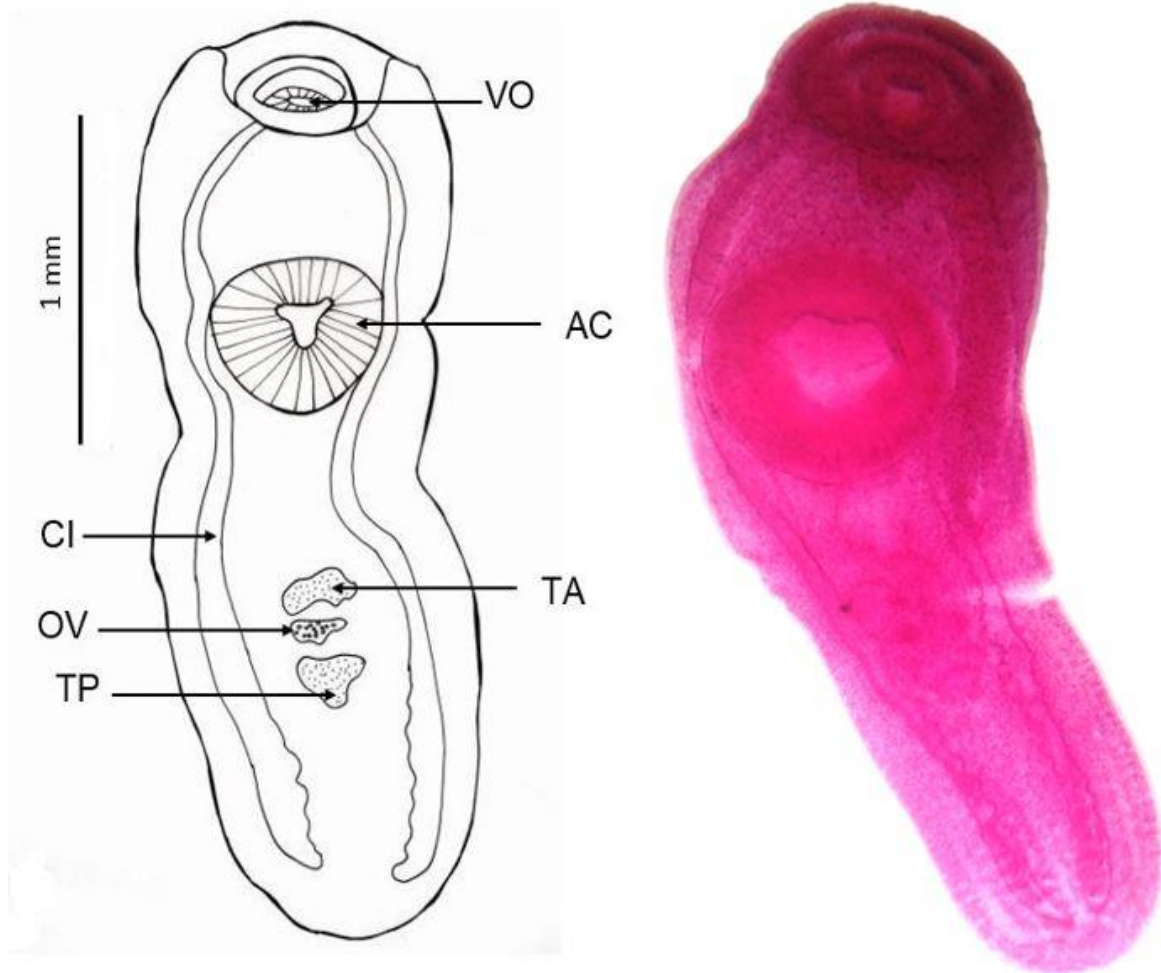
### **Datos ecológicos**

*Clinostomum* sp. se registró en dos localidades: Puente la Luz y Presa Malpaso. En Puente la Luz se examinaron tres hospederos de los cuales dos son de la especie *P. hartwegi* y solo uno estuvo parasitado con tres ejemplares de *Clinostomum* sp., los parámetros ecológicos son: prevalencia 33.33%, intensidad media 3 y abundancia de 1 ( $\pm$ SD 1.73). En la Presa Malpaso se examinaron 25 hospederos de los cuales tres son *T. helleri* y dos estuvieron parasitados con tres ejemplares de *Clinostomum* sp. dando como resultado una prevalencia de 8%, intensidad media 1.5 ( $\pm$ SD 0.71) y abundancia de 0.12 ( $\pm$ SD 0.44).

### **Descripción** (Basada en seis ejemplares)

El quiste es esférico y de color amarillo. Cuerpo alargado con extremo anterior truncado y posterior redondeado. Ventosa oral pequeña y subterminal. Acetábulo esférico, ubicado en el eje preecuatorial. Prefaringe y esófagos cortos. Ciegos intestinales largos y anchos. Dos testículos irregulares y uno debajo de otro. Ovario

ovoide intertesticular (Figura 46). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 40.



**Figura 46.** Morfología de *Clinostomum* sp: VO) Ventosa Oral, AC) Acetábulo, OV) Ovario, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior, CI) Ciegos Intestinales.

**Tabla 40.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Clinostomum* sp.

Estructura	Min.	Máy.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	1.81 x 0.61	4 x 1.18	3.08 x 0.97	0.831 X 0.205
Ventosa oral	0.11 x 0.13	0.13 x 0.23	0.12 x 0.2	0.008 X 0.037
Acetábulo	0.42 x 0.44	0.53 x 0.56	0.49 x 0.51	0.041 X 0.044
Testículo anterior	0.11 x 0.21	0.29 x 0.32	0.17 x 0.26	0.065 X 0.044
Testículo posterior	0.1 x 0.13	0.2 x 0.32	0.15 x 0.26	0.035 X 0.069
Ovario	0.09 x 0.11	0.16 x 0.29	0.14 x 0.23	0.025 X 0.063
Dist. Entre ventosas	0.22	0.47	0.35	0.107

## Comentarios

La determinación de las metacercarias de *Clinostomum* sp. se realizó con base a las semejanzas con la descripción de Gibson et al., (2002). Las principales características son: cuerpo de mediano lingüiforme y robusto. Ventosa oral rodeada de pliegues. Acetábulo muscular. Ciegos intestinales largos sin ramas laterales. Testículos de forma irregular, en la mitad posterior del cuerpo. Ovario globular e intertesticular.

El género *Clinostomum* se considera cosmopolita, ya que habita en ambientes de agua dulce y que infectan peces, anfibios, reptiles y caracoles como hospederos intermediarios. Su ciclo de vida incluye varias etapas y tres hospederos diferentes. Las primeras etapas se desarrollan en un caracol y posteriormente en peces, anfibios y reptiles. Los adultos habitan el tracto digestivo, esófago, faringe y boca de aves (Calhoun et al., 2019).

A pesar de su amplia distribución geográfica el debate sobre el número de especies ha persistido (Calhoun et al., 2019). Yamaguti (1971) registra 43 especies de *Clinostomum* en América, Europa, Asia, África y Australia. Específicamente la sinonimia entre *C. complanatum* y *C. marginatum* que son ampliamente reportadas y se han utilizado indiscriminadamente usadas para nombrar a una “larva amarilla” y no es claro cuál es nombre correcto. A menudo se cree que la diferenciación entre especies se da en función del uso de los hospederos intermediarios, sin embargo se sabe que hay especies que infectan tanto peces como anfibios (Calhoun et al., 2019; Rosser et al., 2017).

Los estudios contemporáneos han relevado nuevos conocimientos sobre la taxonomía del género, los datos moleculares junto con descripciones morfológicas han facilitado la identificación de nuevas especies y la confirmación de otras. Es por ello que algunos autores prefieren dar el nombre de *C. marginatum* en América y *C. complanatum* en Europa, por ello se sugiere que los registros en México de *C. complanatum* son probablemente *C. marginatum* (Rosser et al., 2017).

En México *Clinostomum* se ha registrado en los hospederos: *Cichlasoma geddesi*, *C. istlanum*, *C. octofasciatum*, *C. pearsei*, *T. salvini*, *M. urophthalmus*, *Cichlasoma* sp., *Parachromis friedrichsthalii*, *P. managuensis*, *Petenia splendida*, *Thorichthys aureus*, *T. helleri*, *T. meeki*, *T. pasionis*, *Tilapia zilli*, *Vieja argentea*, *V. fenestrata*, *V. intermedia*, *V.*

*synspila* en los estados de Campeche, Chiapas, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001).

Es por ello que los ejemplares podrían considerarse como *Clinostomum marginatum* (Tabla 41).

**Tabla 41.** Comparación de la morfometría de *Clinostomum* sp del presente estudio con otros autores.

<b>Estructura</b>	Presente estudio	Montoya-Mendoza et al., (2004)	Rosser et al., (2017)
Cuerpo	3.08 x 0.97	2.10 x 0.75	5.13 x 1.35
Ventosa oral	0.12 x 0.2	0.27 x 0.32	0.24 x 0.23
Acetábulo	0.49 x 0.51	0.47 x 0.80	0.55 x 0.58
Testículo anterior	0.17 x 0.26	0.12 x 0.24	0.37 x 0.53
Testículo posterior	0.15 x 0.26	0.12 x 0.24	0.31 x 0.57
Ovario	0.14 x 0.23	0.20 x 0.12	0.18 x 0.17

Superfamilia: Diplostomoidea Poirier, 1886

Familia: Diplostomidae Poirier, 1886

***Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921)**

**Hospedero:** *Paraneetroplus hartwegi* y *Cichlasoma grammodes*

**Sitio de infección:** Musculatura y aletas

**Localidad:** Puente la Luz (latitud 16.536696 y longitud -92.892145).

**Fecha de colecta:** 11 de agosto 2019

**Número de ejemplares:** 7

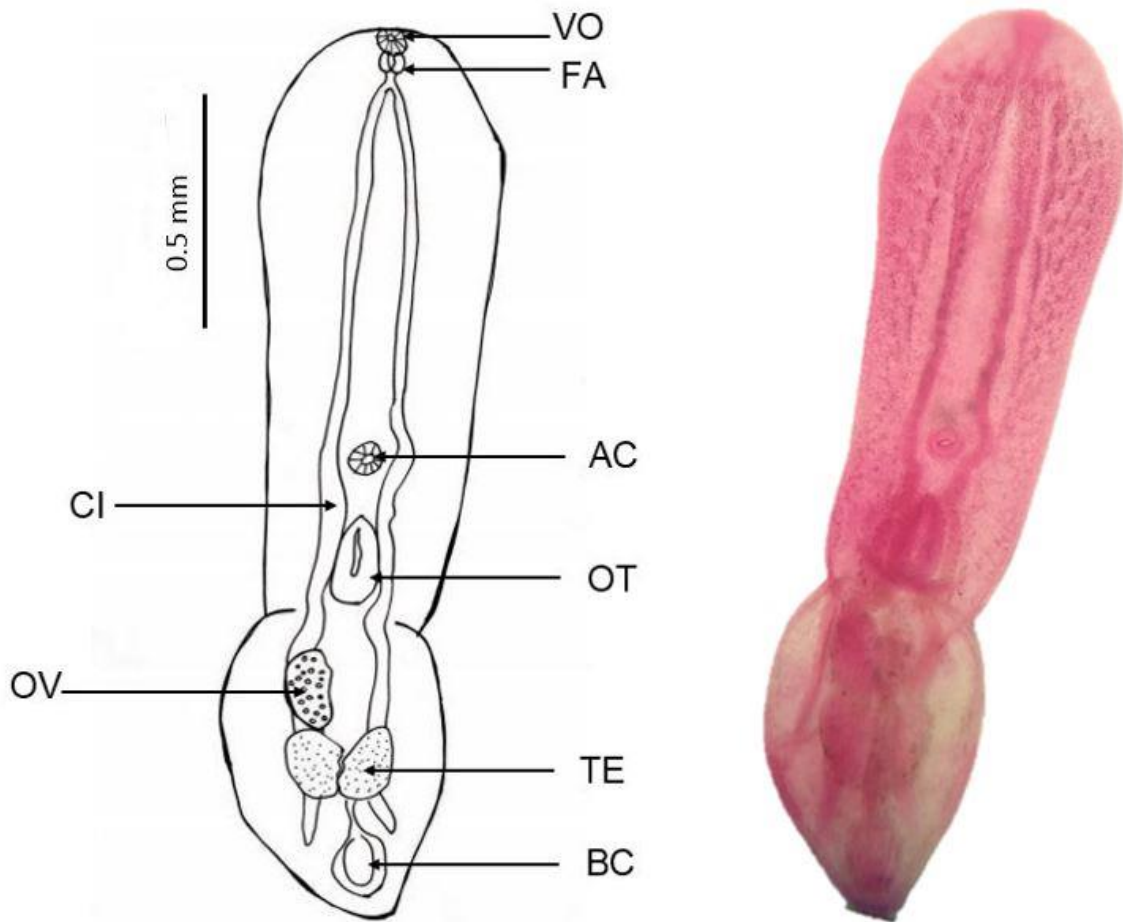
**Datos ecológicos**

*Posthodiplostomum minimum* se colectó en la localidad del Puente la Luz, en donde se examinaron tres hospederos de los cuales dos son de la especie *P. hartwegi*, ambos estuvieron parasitados con seis ejemplares de *P. minimum* y *C. grammodes* con un ejemplar de *P. minimum*, los parámetros parasitológicos son: prevalencia 100%, intensidad media 2.33 ( $\pm$ SD 1.53) y abundancia 2.33 ( $\pm$ SD 1.53).

**Descripción** (Basada en siete ejemplares)

Quiste elíptico y transparente. Cuerpo elíptico y bipartido. El segmento anterior en alargado y contiene los órganos de fijación. Segmento posterior corto y robusto, contiene los órganos reproductores. Ventosa oral pequeña y subterminal. Acetábulo pequeño y preecuatorial. Órgano tribocítico postacetabular, oval y alargado. Faringe ovoide y pequeña. Ciegos intestinales delgados, se extienden hasta el segmento posterior. Testículos uno debajo de otro, el anterior es ovalado y el posterior bilobulado. Ovario en forma de elipse y poco visible. Bolsa copulatriz grande y en el extremo posterior (Figura 47). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 42.





**Figura 47.** Morfología de *P. minimum*: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, AC) Acetábulo, OT) Órgano Tribocítico, OV) Ovario, TE) Testículos, BC) Bursa Copulatriz

**Tabla 42.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Posthodiplostomum minimum*

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.71 X 0.42	1.96 x 0.61	1.44 X 0.49	0.41 X 0.067
Parte anterior	0.32 X 0.42	1.27 x 0.61	0.9 X 0.49	0.41 X 0.067
Parte posterior	0.37 X 0.28	0.87 x 0.6	0.55 X 0.42	0.175 X 0.118
Ventosa oral	0.012 X 0.016	0.024 X 0.026	0.02 X 0.02	0.004 X 0.004
Acetábulo	0.028 X 0.028	0.033 X 0.037	0.03 X 0.03	0.002 X 0.003
Faringe	0.002 X 0.01	0.022 X 0.017	0.02 X 0.01	0.007 X 0.006
Órgano tribocítico	0.05 X 0.041	0.082 X 0.059	0.07 X 0.04	0.011 X 0.007
Testículo anterior	0.04 X 0.03	0.055 X 0.057	0.04 X 0.04	0.02 X 0.02
Testículo posterior	0.06 X 0.05	0.092 X 0.089	0.06 X 0.06	0.028 X 0.028
Ovario	0.02 X 0.01	0.043 X 0.031	0.02 X 0.02	0.014 X 0.011

## Comentarios

La determinación de las metacercarias de *Posthodiplostomum* se realizó con base a las semejanzas con la descripción de Gibson et al., (2002). Las principales características son: Cuerpo bipartido, cuenta con un órgano tribocítico, con ventosa oral y acetábulo poco desarrollados. Testículos en tándem e irregulares. Ovario elipsoidal pretesticular. Glándulas vitelógenas en ambos segmentos del cuerpo.

Yamaguti (1971) registra 22 especies del género *Posthodiplostomum* del cual *P. minimum* se ha registrado en Estados Unidos, Canadá, Cuba y posiblemente en México, son metacercarias que afectan la piel, aletas, branquias, musculatura, mucosa y ojos de peces. El ciclo de vida incluye un caracol como primer hospedero, el segundo hospedero es un pez, el hospedero definitivo aún se desconoce, pero es probable que sean aves piscívoras (Ritossa et al., 2013). En México los adultos de esta especie se han encontrado en garzas como *Casmerodius albus*, *Egretta thula* y *Nycticorax nycticorax* en Michoacán, Tabasco y Yucatán.

En México se ha reportado en los hospederos intermediarios *Amphilophus nourissati*, *Cichlasoma geddesi*, *C. pearsei*, *C. octofasciatum*, *T. salvini*, *M. urophthalmus*, *Cichlasoma* sp., *Parachromis friedrichsthalii*, *P. managuensis*, *Petenia splendida*, *Theraps coeruleus*, *T. lentiginosus*, *Thorichthys callolepis*, *T. helleri*, *T. meeki*, *T. passionis*, *Vieja argentea*, *V. fenestrata*, *V. intermedia* y *V. synspila* en los estados de: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Guerrero, Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001). Por lo que los ejemplares podrían considerarse como *P. minimum* (Tabla 43).

**Tabla 43.** Comparación de la morfometría de *P. minimum* del presente estudio con otros autores.

<b>Estructura</b>	Presente estudio	Carvalho et al., (2012)	Ritossa et al., (2013)
Cuerpo	1.44 X 0.49	1.81 X 0.49	1.193 X 0.54
Parte anterior	0.90 X 0.49	0.53 X 0.49	0.62 X 0.47
Parte posterior	0.55 X 0.42	0.68 X X0.49	0.59 X 0.49
Ventosa oral	0.02 X 0.02	0.06 X 0.05	0.04 X 0.02
Acetábulo	0.03 X 0.03	0.09 X 0.08	0.04 X 0.05
Faringe	0.02 X 0.01	0.04 X 0.03	0.02 X 0.02
Órgano tribocítico	0.07 X 0.04	0.18 X 0.16	0.07 X 0.01
Testículo anterior	0.04 X 0.04	0.18 X 0.24	0.07 X 0.09
Testículo posterior	0.06 X 0.06	0.29 X 0.28	0.08 X 0.09
Ovario	0.02 X 0.02	0.05 X 0.04	0.06 X 0.09

Familia: Diplostomidae Poirier, 1886

***Uvulifer* sp.**

**Hospedero:** *Paraneetroplus hartwegi* y *Cichlasoma grammodes*

**Sitio de infección:** Superficie del cuerpo y aleta caudal

**Localidad:** Puente la Luz (latitud 16.536696 y longitud -92.892145).

**Fecha de colecta:** 11 de agosto 2019

**Número de ejemplares:** 5 ejemplares contados en campo (3 colectados y teñidos)

**Datos ecológicos**

*Uvulifer* sp se colectó en la localidad del Puente la Luz, en donde se examinaron tres hospederos de los cuales dos son de la especie *P. hartwegi* y solo uno estuvo parasitado con cuatro ejemplares de *Uvulifer* sp. y *C. grammodes* parasitado con un ejemplar de *Uvulifer* sp., los parámetros parasitológicos son: prevalencia 66.67%, intensidad media 2.5 ( $\pm$ SD 2.12) y abundancia 1.67 ( $\pm$ SD 2.08).

**Descripción** (Descripción basada en tres ejemplares).

Quiste pequeño y ovalado. Cuenta con dos capas, la externa es gruesa y la interna es delgada. Desafortunadamente no fueron desenquistados, en un solo ejemplar se puede observar la ventosa oral (0.003 x 0.007), la cual es pequeña y oval y la faringe (0.012 x 0.021) es de forma oval, las cuales son poco visibles (Figura 48). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 44.



**Figura 48.** Quiste de *Uvulifer* sp.

**Tabla 44.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Uvulifer* sp.

<b>Estructura</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	1.06 X 0.43	1.22 X 0.59	1.143 X 0.54	0.08 X 0.09

## **Comentarios**

Desafortunadamente los ejemplares no fueron desenquistados, pero por la forma del quiste se pudo determinar que son *Uvulifer* ya que a menudo las metacercarias se melanizan por el hospedero y se manifiestan como la enfermedad de la mancha negra (Achatz et al., 2019). El quiste cuenta con dos capas, la externa es gruesa y la interna es delgada (Vidal-Martínez et al., 2001).

Los ciclos de vida conocidos para las especies de *Uvulifer* es que son metacercarias del tipo neascus que se enquistan en un hospedero intermediario, normalmente un pez y su hospedero definitivo es un ave piscívora (Achatz et al., 2019). Yamaguti (1971)

reporta 12 especies del género *Uvulifer* las cuales se han reportado en Estados Unidos, Canadá, la India, el Congo, Europa, Siberia, Brasil y Venezuela.

En México se han reportado en los hospederos *Amphilophus robertsoni*, *Cichlasoma geddesi*, *C. octofasciatum*, *C. pearsei*, *T. salvini*, *M. urophthalmus*, *Parachromis friedrichsthalii*, *P. managuensis*, *Petenia splendida*, *Theraps lentiginosus*, *Thorichthys aureus*, *T. helleri*, *T. meeki*, *Vieja intermedia* y *V. synspila*. En los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001).

Debido a la forma del quiste y a la manera en que se manifestaron en el hospedero se consideraron como *Uvulifer* sp. y se toma como nuevo registro en las especies *Paraneetroplus hartwegi* y *Cichlasoma grammodes*.

**Familia:** Heterophyidae Leiper, 1909

***Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924)**

**Hospedero:** *Cichlasoma grammodes*

**Sitio de infección:** Arcos branquiales

**Localidad:** San Francisco

**Fecha de colecta:** 11 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 1 ejemplar observado en campo

### **Datos ecológicos**

*Centrocestus formosanus* se colectó en la localidad de San Francisco, en la cual se examinaron 10 hospederos de *C. grammodes* y solo uno estuvo parasitado por un ejemplar de *C. formosanus* dando como resultado una prevalencia de 10%, intensidad media 1 y abundancia 0.1 ( $\pm$ SD 0.32).

### **Descripción** (Basada del ejemplar en el campo)

Quiste ovalado y transparente. Cuerpo alargado, con el extremo anterior más angosto. Ventosa oral subterminal, armado con dos filas de 16 espinas cada una (Figura 49).



**Figura 49.** Quiste de *Centrocestus formosanus*

## Comentarios

El ejemplar se identificó en el campo con base a las semejanzas en la forma de la metacercaria, la cual se enquistada en las branquias y está rodeada por un quiste semiesférico bastante resistente. Las metacercarias son de tipo cónica cuando son liberadas y poseen espinas, la ventosa oral está rodeada por dos filas de 16 espinas cada una (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000). La diferencia entre las especies a nivel de metacercarias se realiza con base en el número de espinas orales (2 hileras de 16 espinas) y una vesícula excretora en forma de "X" que es característica de la especie *Centrocestus formosanus* (Arguedas et al., 1999).

*Centrocestus formosanus* se introdujo en México por la importación del primer hospedero el caracol *Melanoides tuberculata* de Asia. *C. formosanus* se registró por primera vez en 1985 como metacercarias de alevines de la carpa negra *Mylopharyngodon piceus* importado de China. Desde entonces este trematodo se ha extendido rápidamente desde el centro de México, las costas del Atlántico y el Pacífico. Las metacercarias de *C. formosanus* se encuentran enquistadas en las branquias. Se han encontrado en hospederos de las familias: Atherinidae (Micoacán), Characidae (Veracruz), Cyprinidae (Guanajuato, Morelos, Hidalgo, Colima y San Luis Potosí), Eleotridae (Veracruz), Gobiidae (Morelos y Jalisco), Goodeidae (Guanajuato y Morelos, Ictaluridae (Hidalgo, Mugilidae (Jalisco) y Poeciliidae (Oaxaca, Veracruz, Jalisco, Guanajuato, Morelos e Hidalgo) La garza *Butorides striatus* es el único hospedero definitivo que se conoce en México (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000)

En cuanto a la familia Cichlidae se ha registrado en *Cichlasoma geddesi*, *T. salvini*, *C. gadovii*, *C. nigrofasciatum*, *P. managuensis*, *T. helleri* y *T. passionis* en los estados de Veracruz, Tabasco, Hidalgo, Yucatán y Chiapas (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2011).

Con base en la forma del quiste y en el número de espinas se puede concluir que el ejemplar encontrado es *Centrocestus formosanus* e implica un nuevo registro en la especie *Cichlasoma grammodes*.



**Familia:** Diplostomidae Poirier, 1886

***Diplostomum* sp. 1**

**Hospedero:** *Petenia splendida*, *Thorichthys helleri*, *Cincelichthys pearsei* y *Cichlasoma salvini*.

**Sitio de infección:** Superficie del cuerpo, ojo y gónada

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

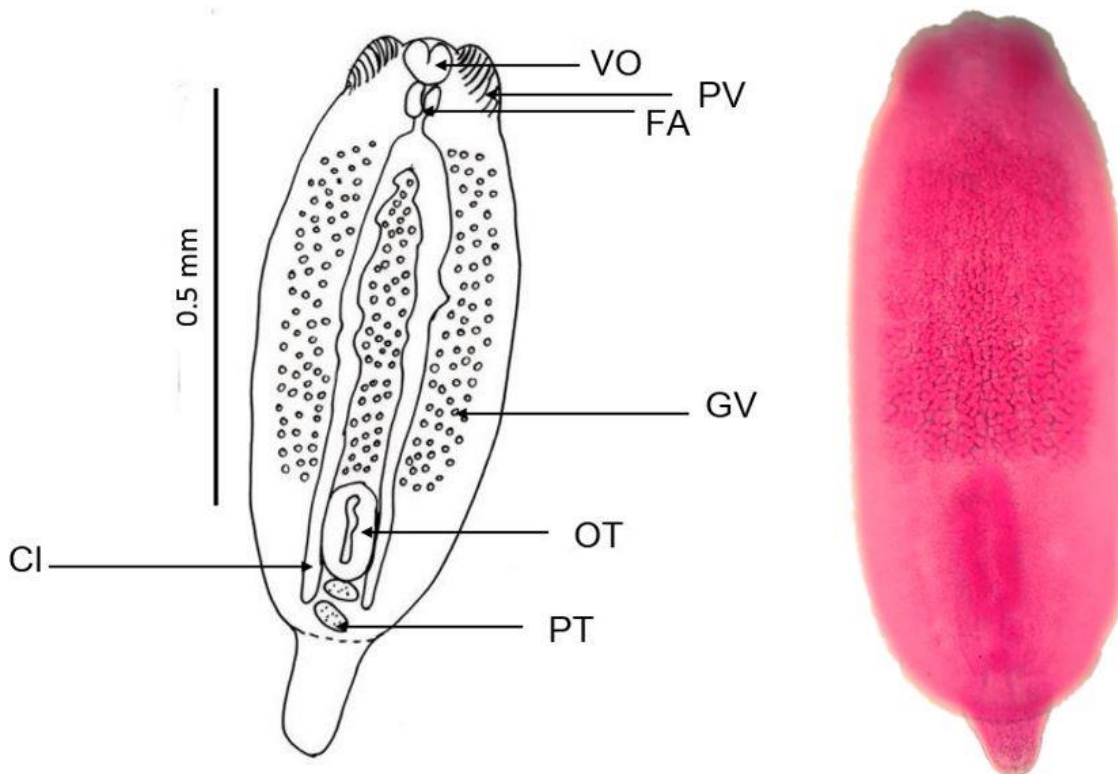
**Número de ejemplares:** 14 (desenquistados y teñidos)

**Datos ecológicos**

*Diplostomum* sp. 1 se colectó en la localidad de la Presa Malpaso, se examinaron 25 hospederos, 11 corresponden a *P. splendida*, cuatro estuvieron parasitados, cada uno con un ejemplar de *Diplostomum* sp. 1, seis pertenecen a *C. pearsei*, dos estuvieron parasitados, cada uno con un ejemplar de *Diplostomum* sp. 1, tres pertenecen a *T. helleri* y solo uno estuvo parasitado con cinco ejemplares de *Diplostomum* sp. 1 y *T. salvini* parasitado con tres ejemplares de *Diplostomum* sp. 1, dando como resultado: prevalencia 32%, intensidad media 1.75 ( $\pm$ SD 1.49) y abundancia 0.56 ( $\pm$ SD 1.16).

**Descripción** (Descripción basada en 10 ejemplares)

Quiste transparente y de una capa delgada. Cuerpo de forma foliácea y bipartido. El segmento anterior es alargado y el posterior es pequeño (como una proyección cónica). Ventosa oral subterminal pequeña y circular. Cuenta con dos Pseudoventosas externas, una a cada lado de la ventosa oral. Faringe grande y oval. Ciegos intestinales largos, que rodean al órgano tribocítico y a los primordios genitales. Acetábulo ausente. Órgano tribocítico grande y oval, postecuatorial en el segmento anterior. Poco visibles los primordios testiculares, son redondos y dispuestos diagonalmente uno debajo del otro, bajo el órgano tribocítico (Figura 50). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 45.



**Figura 50.** Morfología de *Diplostomum* sp. 1: PV) Pseudoventrosas, VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, OT) Órgano Tribocítico, GV) Glándulas vitelógenas, PT) Primordios Testiculares.

**Tabla 45.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Diplostomum* sp. 1

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.74 X 0.24	1.6 X 0.66	1.19 X 0.494	0.276 X 0.152
Parte anterior	0.64 X 0.24	1.4 X 0.66	1.047 X 0.494	0.259 X 0.152
Parte posterior	0.1 X 0.08	0.2 X 0.23	0.143 X 0.156	0.035 X 0.049
Ventosa oral	0.012 X 0.011	0.032 X 0.029	0.025 X 0.023	0.006 X 0.004
Faringe	0.008 X 0.01	0.029 X 0.022	0.021 X 0.015	0.006 X 0.004
Órgano tribocítico	0.047 X 0.022	0.133 X 0.054	0.093 X 0.042	0.031 X 0.012
Testículo anterior	0.01 X 0.01	0.02 X 0.022	0.014 X 0.016	0.003 X 0.004
Testículo posterior	0.009 X 0.01	0.021 X 0.023	0.014 X 0.016	0.003 X 0.004
Distancia Vo-Ot	0.41	0.86	0.64	0.148
Pseudoventosa izq	0.032 X 0.012	0.06 X 0.034	0.044 X 0.023	0.011 X 0.007
Pseudoventosa der	0.031 X 0.012	0.069 X 0.032	0.045 X 0.024	0.012 X 0.007
Distancia pseudoventosas	0.023	0.05	0.0341	0.009

## ***Diplostomum* sp. 2**

**Hospedero:** *Thorichthys helleri*

**Sitio de infección:** Ojos

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

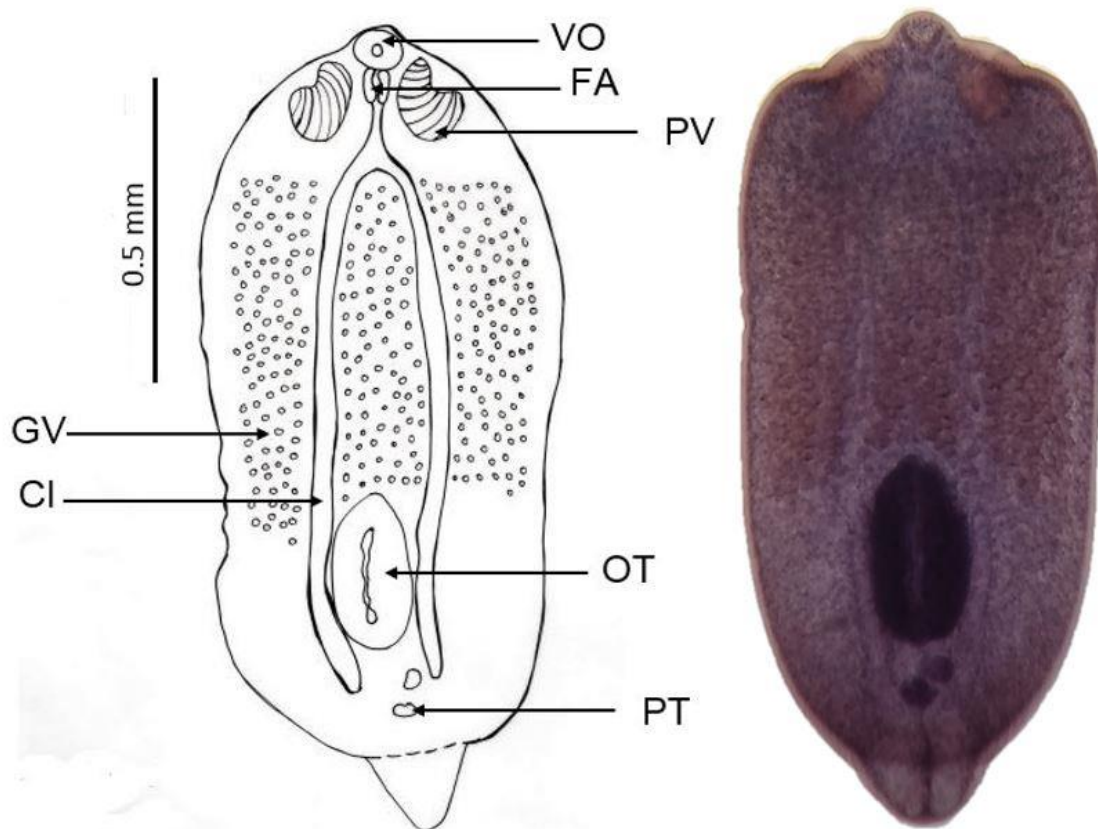
**Número de ejemplares:** 44 ejemplares colectados (14 desenquistados y teñidos).

### **Datos ecológicos**

*Displostromum* sp. 2 se colectó en la localidad de la Presa Malpaso, en la cual se examinaron 25 hospederos, de los cuales tres pertenecen a *T. helleri* de los cuales dos estuvieron parasitados por *Displostromum* sp. 2, uno estuvo parasitado con 38 ejemplares y el otro con seis, dando como resultado: prevalencia 8%, intensidad media 46.65 ( $\pm$ SD 12.02) y abundancia 3.72 ( $\pm$ SD 13.11).

### **Descripción** (Basada en 14 ejemplares)

Quiste transparente y de una capa delgada. Cuerpo oval con una pequeña proyección cónica en la parte posterior. Ventosa oral subterminal pequeña y circular. Cuenta con dos Pseudoventosas internas, una a cada lado de la ventosa oral. Faringe grande y oval. Ciegos intestinales largos que rodean al órgano tribocítico. Órgano tribocítico grande y oval, postecuatorial en el segmento anterior. Poco visibles los primordios testiculares, son redondos y dispuestos diagonalmente uno debajo del otro bajo el órgano tribocítico (Figura 51). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 46.



**Figura 51.** Morfología de *Diplostomum* sp. 2: PV) Pseudoventosas, VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, OT) Órgano Tribocítico, GV) Glándulas vitelógenas, PT) Primordios Testiculares.

**Tabla 46.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Diplostomum* sp. 2

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm$ SD
Cuerpo	1.07 X 0.5	1.48 X 0.67	1.258 X 0.58	0.137 X 0.054
Parte anterior	0.99 X 0.5	1.3 X 0.64	1.111 X 0.577	0.116 X 0.05
Parte posterior	0.05 X 0.1	0.19 X 0.22	0.126 X 0.179	0.037 X 0.031
Ventosa oral	0.02 X 0.02	0.032 X 0.029	0.026 X 0.026	0.004 X 0.002
Faringe	0.02 X 0.014	0.037 X 0.02	0.028 X 0.016	0.004 X 0.002
Órgano tribocítico	0.094 X 0.042	0.129 X 0.063	0.108 X 0.052	0.013 X 0.005
Testículo anterior	0.009 X 0.01	0.018 X 0.021	0.013 X 0.015	0.003 X 0.003
Testículo posterior	0.009 X 0.013	0.021 X 0.024	0.014 X 0.019	0.004 X 0.003
Ovario	0.009 X 0.009	0.017 X 0.013	0.011 X 0.011	0.003 X 0.001
Distancia Vo-Ot	0.045	0.79	0.633	0.099
Pseudoventosa izq	0.025 X 0.02	0.049 X 0.036	0.034 X 0.028	0.008 X 0.005
Pseudoventosa der	0.025 X 0.02	0.05 X 0.036	0.037 X 0.028	0.01 X 0.005
Distancia pseudoventosas	0.035	0.07	0.051	0.01

Familia: Diplostomidae Poirier, 1886

***Diplostomum* sp. 3**

**Hospedero:** *Thorichthys helleri*

**Sitio de infección:** Ojos

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

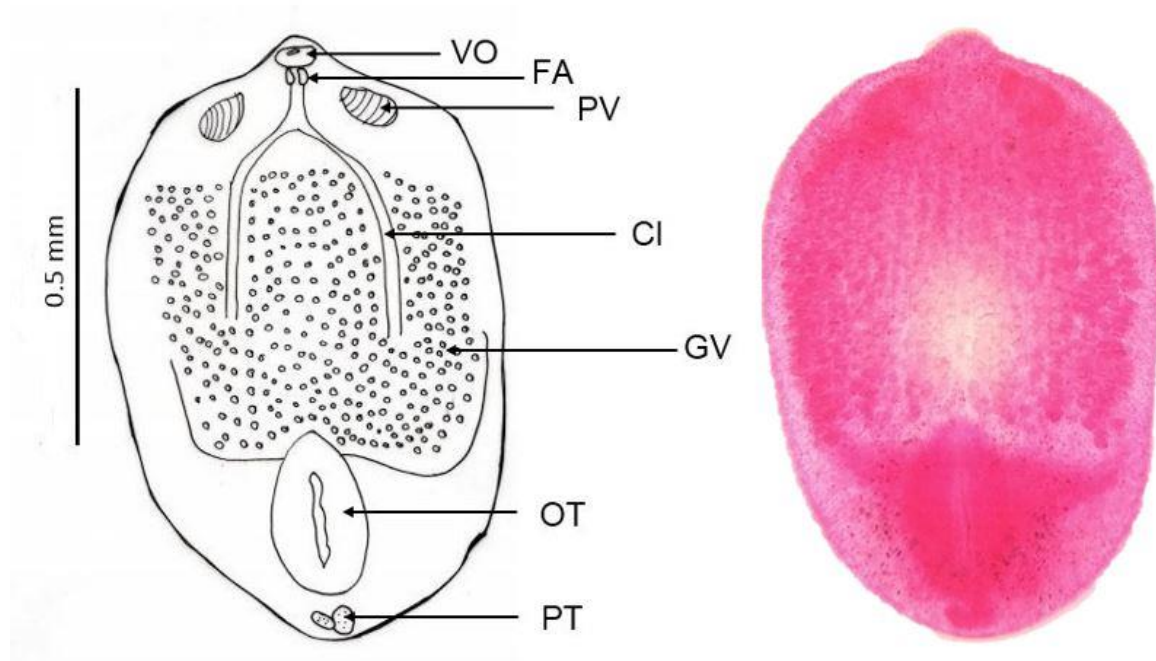
**Número de ejemplares:** 42 contados en campo (12 desenquistados y teñidos).

**Datos ecológicos**

*Diplostomum* sp. 3 se colectó en la localidad de la Presa Malpaso, en la cual se examinaron 25 hospederos, de los cuales tres pertenecen a *T. helleri* de los cuales solo uno estuvo parasitado con doce ejemplares de *Diplostomum* sp. 3, dando como resultado: prevalencia 4%, intensidad media 42 y abundancia 1.68 ( $\pm$ SD 8.4).

**Descripción** (Basada en 12 ejemplares)

Quiste transparente y de una capa delgada. Cuerpo oval. Ventosa oral subterminal pequeña y circular. Pseudoventosas aparentes, una a cada lado de la ventosa oral. Faringe grande y oval. Órgano tribocítico grande y oval. Con primordios testiculares (Figura 52). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 47.



**Figura 52.** Morfología de *Diplostomum* sp. 3: PV) Pseudoventosas, VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, CI) Ciegos Intestinales, OT) Órgano Tribocítico, GV) Glándulas vitelógenas, PT) Primordios Testiculares.

**Tabla 47.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Diplostomum* sp. 3

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.88 X 0.52	1.17 X 0.66	0.966 X 0.613	0.1 X 0.045
Ventosa oral	0.013 X 0.014	0.028 X 0.026	0.02 X 0.018	0.005 X 0.005
Faringe	0.011 X 0.009	0.029 X 0.021	0.018 X 0.013	0.008 X 0.004
Órgano tribocítico	0.076 X 0.042	0.102 X 0.064	0.093 X 0.052	0.008 X 0.006
Testículo anterior	0.009 X 0.012	0.019 X 0.021	0.013 X 0.016	0.003 X 0.004
Testículo posterior	0.008 X 0.014	0.018 X 0.024	0.013 X 0.02	0.003 X 0.003
Distancia Vo-Ot	0.41	0.64	0.533	0.081

## Comentarios

Las metacercarias se consideraron dentro de la familia diplostomidae debido a que se asemejan con las principales características de la descripción de Gibson et al., (2002) las cuales son: suelen tener el cuerpo bipartido (el cual puede ser o no tan apreciable), parte anterior en forma de espátula y posterior en forma cónica, lo que concuerda con *Diplostomum* sp. 1, *Diplostomum* sp. 2 y *Diplostomum* sp. 3 (Figuras 50, 51 y 52). Otras similitudes con las tres especies de *Diplostomum* sp es que en la parte anterior puede tener o aparentar pseudoventosas. Poseen un órgano tribocítico elíptico, presencia de la ventosa oral y ausencia del acetábulo en algunas especies. Los ciegos intestinales que generalmente terminan en el extremo posterior.

De acuerdo a la categorización de las subfamilias de Yamaguti (1971), estas especies de *Diplostomum* se atribuyen a la subfamilia Alariinae debido a que las glándulas vitelógenas solo se distribuyen principalmente en la parte anterior. A su vez se pueden clasificar dentro del género *Austrodiplostomum* debido a que poseen un órgano tribocítico elíptico, presencia de la ventosa oral, ausencia del acetábulo y las metacercarias poseen primordios testiculares apenas visibles (los Primordios son ausentes en *Diplostomum* sp. 3, pero concuerdan con las demás características).

El género *Austrodiplostomum* fue establecido por Szidat y Nani en 1951, es un tremátodo con metacercarias que se encuentran en los ojos, sin embargo también puede infectar branquias, vejiga natatoria, músculo y raramente el cerebro de una amplia variedad de peces (Ostrowski de Núñez, 2017; Soares-Lima et al., 2019).

El ciclo de vida de *Austrodiplostomum* depende de la transmisión trófica. Los hospederos infectados deben ser consumidos por el siguiente hospedero para tener una transmisión exitosa. El ciclo incluye tres hospederos, el primero es un caracol de agua dulce (género *Biomphalaria*), el segundo es un pez de agua dulce y el definitivo es un ave que se alimenta de peces de agua dulce. Los adultos se encuentran en el intestino del ave y sus huevos son liberados con las heces, posteriormente un miracidio de natación libre sale en búsqueda de un caracol. Un caracol puede liberar miles de cercarías que buscan un pez al que penetran a través de las branquias (Albuquerque et al., 2017; Ostrowski de Núñez, 2017).

Las metacercarias pueden alterar el comportamiento de los peces y causar enfermedades, causando patología ocular grave asociada a cataratas y ceguera. La formación de cataratas es más intensa después de los parásitos completan su desarrollo y están listos para infectar al hospedero final, aumentando la susceptibilidad a la depredación (Albuquerque et al., 2017).

*Austrodiplostomum* se distribuye ampliamente en la región neotropical, y afecta principalmente peces dulceacuícolas de Venezuela, Cuba, Colombia, Brasil, Argentina y México (Paes et al., 2010).

En México las metacercarias se han reportado en los hospederos: *C. geddesi*, *C. grammodes*, *C. octofasciatum*, *C. pearsei*, *T. salvini*, *M. urophthalmus*, *Cichlasoma sp.*, *O. urolepishornorum*, *O. mossambicus*, *Oreochromis sp.*, *P. managuensis*, *P. splendida*, *T. aureus*, *T. helleri*, *T. meeki*, *T. pasionis*, *V. argentea*, *V. fenestrata*, *V. hartwegi*, *V. synspila*. En los estados de: Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. El hospedero definitivo es el cormorán *Phalacrocorax olivaceus* en Chiapas y Oaxaca. *Austrodiplostomum* es la principal responsable de la mortalidad de tilapias cultivadas en las presas de Malpaso y La Angostura (Vidal-Martínez et al., 2001).

La morfometría de las metacercarias analizadas en el presente estudio con la literatura coinciden, por lo que se le podría considerar a *Diplostomum* sp. 1, *Diplostomum* sp. 2 y *Diplostomum* sp. 3 como *Austrodiplostomum* sp. 1, *Austrodiplostomum* sp. 2 y *Austrodiplostomum* sp. 3 respectivamente (Tabla 48).



**Tabla 48.** Comparación de la morfometría de *Austrodiplostomum* sp. 1, sp. 2 y sp. 3 del presente estudio con otros autores

<b>Estructura</b>	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 1	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 2	<i>Austrodiplostomum</i> sp. 3	Albuquerque et al., (2017)	Ostrowski de Núñez (2017)	Soares-Lima et al., (2019)
Cuerpo	1.19 X 0.494	1.258 X 0.58	0.966 X 0.613	1.78 x 0.66	1.28 x 0.51	1.80 X 0.64
Parte anterior	1.047 X 0.494	1.111 X 0.577	-	1.654 x 0.66	-	-
Parte posterior	0.143 X 0.156	0.126 X 0.179	-	0.12 x 0.19	-	-
Ventosa oral	0.025 X 0.023	0.026 X 0.026	0.02 X 0.018	0.06 x 0.07	0.06 x 0.06	0.059 X 0.068
Faringe	0.021 X 0.015	0.028 X 0.016	0.018 X 0.013	0.062 x 0.057	0.048 x 0.042	0.061 X 0.056
Ó. tribocítico	0.093 X 0.042	0.108 X 0.052	0.093 X 0.052	0.34 x 0.18	0.028 x 0.014	0.42 X 0.25
T. anterior	0.014 X 0.016	0.013 X 0.015	0.013 X 0.016	0.047 x 0.046	-	-
T. posterior	0.014 X 0.016	0.014 X 0.019	0.013 X 0.02	0.052 x 0.046	-	-
Ovario	-	0.011 X 0.011	-	-	-	-
Distancia Vo-Ot	0.64	0.633	0.533	-	-	-
P. izq	0.044 X 0.023	0.034 X 0.028	-	0.10 x 0.08	-	0.099 X 0.095
P. der	0.045 X 0.024	0.037 X 0.028	-	0.099 x 0.083	-	0.093 X 0.083

## **Metacercaria sp. 1 Heterophyidae gen**

**Hospedero:** *Paraneetroplus hartwegi*

**Sitio de infección:** Aletas

**Localidad:** Puente la Luz (latitud 16.536696 y longitud -92.892145)

**Fecha de colecta:** 11 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 2 ejemplares contados en campo

### **Datos ecológicos**

Las metacercarias de Heterophyidae gen se colectaron en la localidad del Puente la Luz, en esta localidad se examinaron tres hospederos de los cuales dos son *P. hartwegi*, solo uno estuvo parasitado con dos ejemplares de metacercarias de Heterophyidae gen, los parámetros ecológicos son: prevalencia 33.33%, intensidad media 2, abundancia 0.67 ( $\pm$ SD 1.15).

### **Descripción** (Basada en los ejemplares observados en campo)

Quiste grande y ovalado con capas delgadas (Figura 53).



**Figura 53.** Quiste de Heterophyidae gen

## Comentarios

Los trematodos de la familia Heterophyidae tienen una forma del cuerpo variada. El tegumento está armado con escamas ctenoides, las escamas se convierten en espinas en la parte posterior del cuerpo. Ventosa oral con o sin cresta dorsal, lóbulo dorsal, prolongación posterior o un círculo de espinas. El acetábulo siempre está presente. La prefaringe usualmente es pequeña, la faringe está presente. El esófago puede ser corto o largo. Los ciegos intestinales son cortos o largos, raramente con divertículo anterior. Tiene uno o dos testículos, usualmente son simétricos, enteros o lobulados. Saco del cirrus ausente. Ovario completo o lobulado, se encuentra usualmente anterior a los testículos, raramente entre el testículo posterior (Rodney et al., 2008).

Los trematodos de la familia Heterophyidae son parásitos intestinales frecuentes de las aves. En México, la metacercaria de Heterophyidae son representantes de los principales grupos de trematodos, a pesar de este hecho, se ha prestado poca atención a estos trematodos, la mayoría de las veces debido a su pequeño tamaño y taxonomía difícil. Los datos sobre los ciclos de vida de los heterófitos en México son muy escasos (Scholz et al., 2001).

## **Metacercarias sp. 2**

**Hospedero:** *Cichlasoma grammodes*

**Sitio de infección:** Mucosa intestinal

**Localidad:** San Francisco (latitud: 16.59624 y longitud: -92.96179)

**Fecha de colecta:** 11 de agosto del 2019

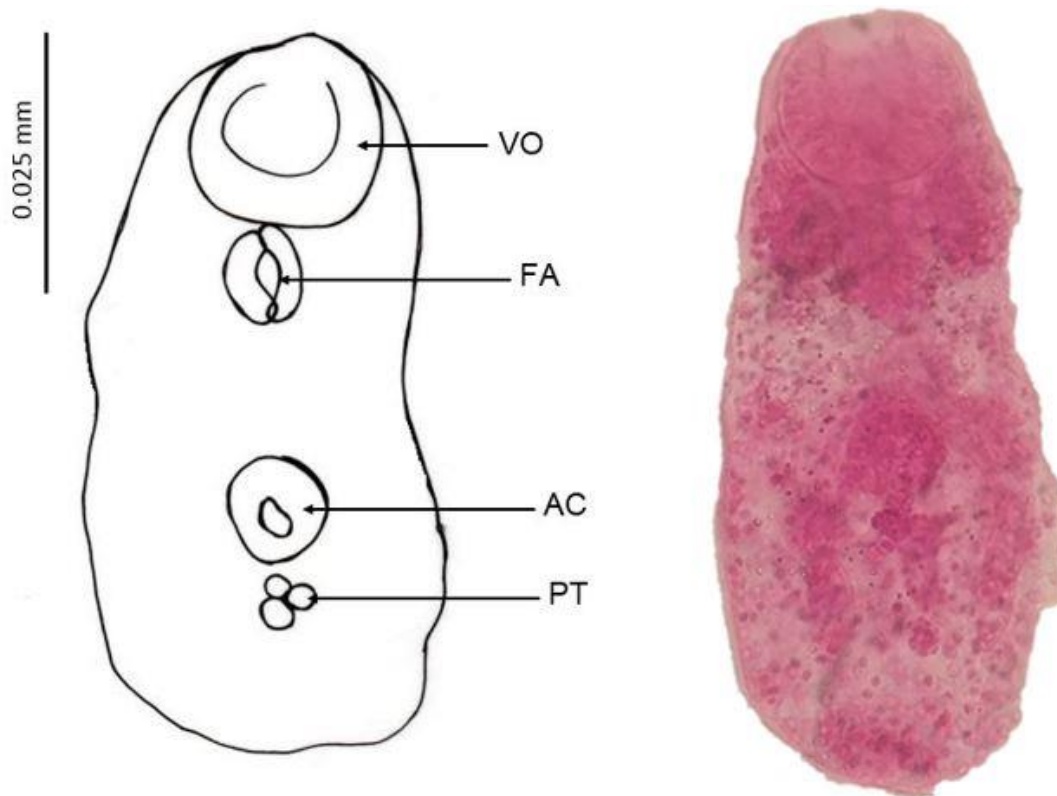
**Número de ejemplares:** 20 contados en campo (2 desenquistadas y teñidas)

### **Datos ecológicos**

Las Metacercarias sp. 2 se colectaron en la localidad de San Francisco, en esta localidad se examinaron 10 hospederos de la especie *C. grammodes*, de los cuales solo uno estuvo parasitado con 20 ejemplares de la Metacercaria sp. 2, dando como resultado: prevalencia 10%, intensidad media 20 y abundancia 2 ( $\pm$ SD 6.32).

### **Descripción** (Basada en dos ejemplares)

Quiste blanco y esférico de una capa gruesa. Cuerpo elongado con extremos redondeados. Ventosa oral terminal y globular. Faringe oval y muscular. Acetábulo globular, situado en el eje ecuatorial. Primordios testiculares globulares y pequeños, poco visibles (Figura 54). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 49.



**Figura 54.** Morfología de la Metacercaria sp. 2: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, AC) Acetábulo, PT) Primordios Testiculares.

**Tabla 49.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 2

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.091 X 0.057	0.092 X 0.062	0.0915 X 0.0595	0.0007 X 0.0035
Ventosa oral	0.013 X 0.015	0.014 X 0.016	0.0135 X 0.0155	0.0007 X 0.0007
Faringe	0.011 X 0.009	0.012 X 0.01	0.0115 X 0.0095	0.0007 X 0.0007
Acetábulo	0.096 X 0.05	0.097 X 0.055	0.0965 X 0.0525	0.0007 X 0.0035

### **Metacercarias sp. 3**

**Hospedero:** *Cichlasoma grammodes*

**Sitio de infección:** Mucosa intestinal

**Localidad:** San Francisco (latitud: 16.59624 y longitud: -92.96179)

**Fecha de colecta:** 11 de agosto del 2019

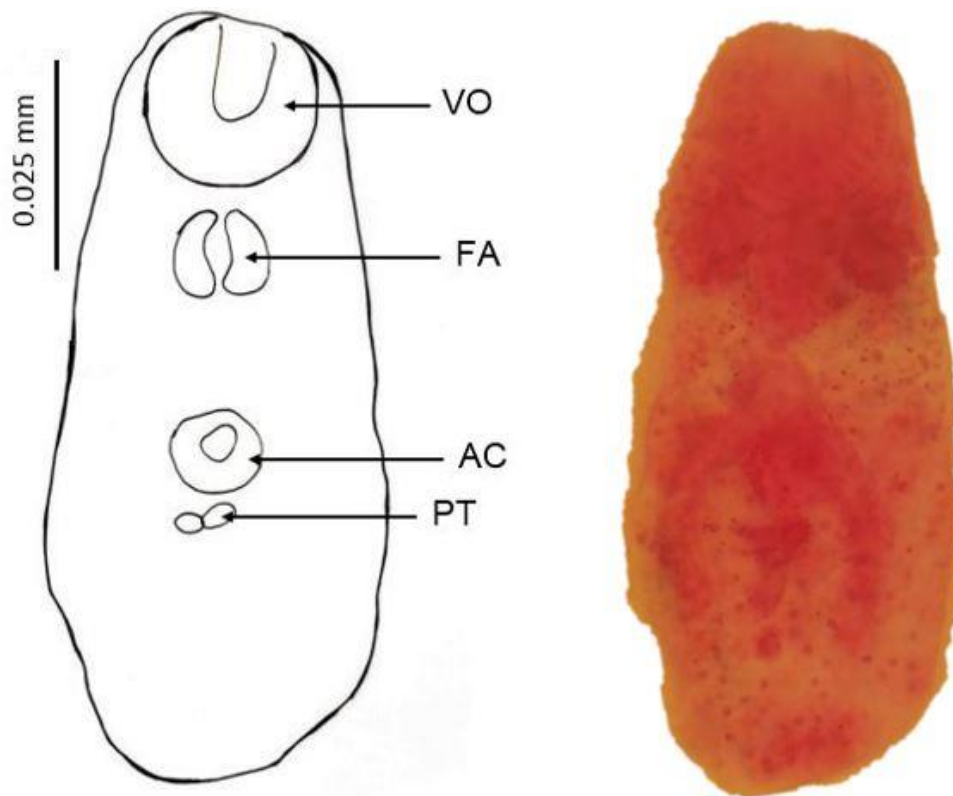
**Número de ejemplares:** 70 ejemplares colectados (ocho ejemplares desenquistados y teñidos).

### **Datos ecológicos**

Las Metacercarias sp. 3 solo se colectaron en la localidad de San Francisco, en esta localidad se examinaron 10 hospederos de la especie *C. grammodes*, de los cuales dos estuvieron parasitados por 70 ejemplares de la Metacercaria sp. 3, dando como resultado: prevalencia 20%, intensidad media 35 ( $\pm$ SD 39.60) y abundancia 7 ( $\pm$ SD 19.80).

### **Descripción** (Basada en ocho ejemplares)

Quiste blanco y esférico de una capa gruesa. Cuerpo elongado con extremos redondeados. Ventosa oral terminal y globular. Faringe oval y muscular, debajo de la ventosa oral. Acetábulo globular, situado en el eje ecuatorial. Las glándulas vitelógenas se extienden a lo largo del cuerpo (Figura 55). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 50.



**Figura 55.** Morfología de la Metacercaria sp. 3: VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, AC) Acetábulo, PT) Primordios Testiculares.

**Tabla 50.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 3

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.063 X 0.03	0.093 X 0.043	0.079 X 0.0368	0.0105 X 0.005
Ventosa oral	0.011 X 0.019	0.024 X 0.028	0.019 X 0.0235	0.005 X 0.003
Faringe	0.01 X 0.008	0.011 X 0.012	0.01 X 0.009	0.0005 X 0.002
Acetábulo	0.01 X 0.01	0.012 X 0.012	0.011 X 0.011	0.0011 X 0.001

## **Metacercarias sp. 4**

**Hospedero:** *Mayaheros urophthalmus*

**Sitio de infección:** Mucosa intestinal

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 306 colectados (dos ejemplares desenquistados y teñidos).

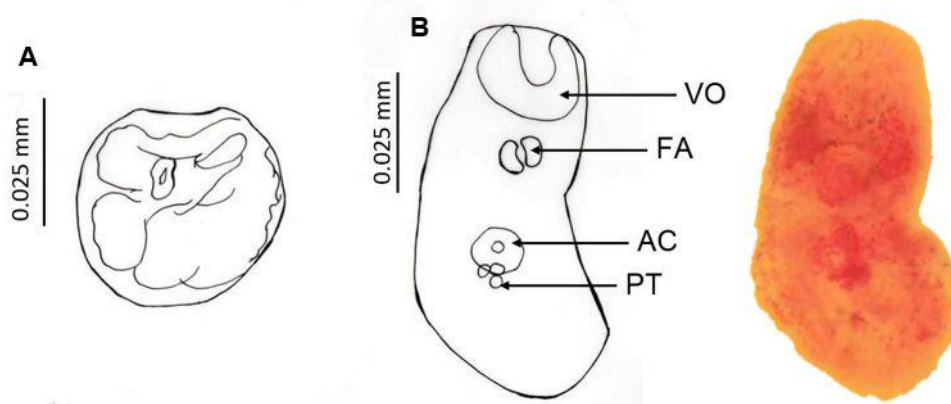
### **Datos ecológicos**

Las *Metacercarias* sp. 4 solo se colectaron en la localidad de la Presa Malpaso, en esta localidad se examinaron 25 hospederos de los cuales tres corresponden a *M. urophthalmus* solo uno estuvo parasitado con 306 ejemplares de la *Metacercaria* sp. 4, dando como resultado: prevalencia 4%, intensidad media 306 y abundancia 12.24 ( $\pm$  SD 61.2).

### **Descripción** (Basada en dos ejemplares)

Quiste blanco y esférico de una capa gruesa. Cuerpo elongado con extremos redondeados. Ventosa oral terminal y globular. Faringe oval y muscular, debajo de la ventosa oral. Acetábulo globular, situado en el eje ecuatorial. Primordios testiculares redondos postacetabulares. Las glándulas vitelógenas se extienden a lo largo del cuerpo (Figura 56). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 51.





**Figura 56.** Morfología de la Metacercaria sp. 4: A) Quiste, B) Metacercaria. VO) Ventosa Oral, FA) Faringe, AC) Acetábulo, PT) Primordios Testiculares.

**Tabla 51.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 4

<b>Estructura</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.044 X 0.034	0.08 X 0.042	0.062 X 0.038	0.0255 X 0.0057
Ventosa oral	0.02 X 0.024	0.02 X 0.024	0.02 X 0.024	-
Faringe	0.009 X 0.007	0.009 X 0.007	0.009 X 0.007	-
Acetábulo	0.01 X 0.011	0.01 X 0.011	0.01 X 0.011	-

## **Metacercarias sp. 5**

**Hospedero:** *Thorichthys helleri*

**Sitio de infección:** Tejido

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

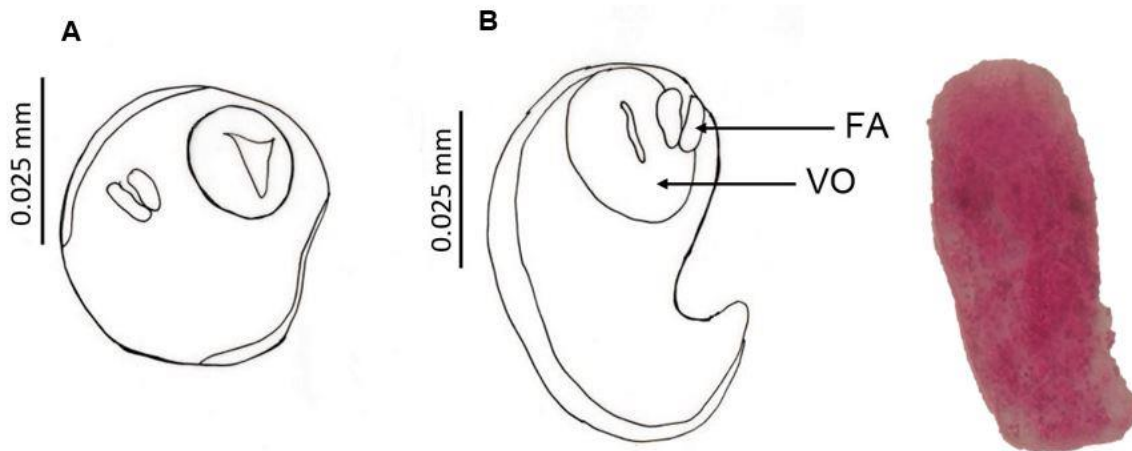
**Número de ejemplares:** 334 ejemplares colectados (tres ejemplares desenquistados y teñidos).

### **Datos ecológicos**

Las Metacercarias sp. 5 solo se colectaron en la localidad de la Presa Malpaso, en esta localidad se examinaron 25 hospederos de los cuales tres corresponden a *T. helleri* solo uno estuvo parasitado con 334 Metacercarias sp. 5, dando como resultado: prevalencia 4%, intensidad media 334 y abundancia 13.36 ( $\pm$  SD 66.8).

### **Descripción** (Basada en tres ejemplares)

Quiste blanco y esférico de una capa gruesa. Desafortunadamente se rompieron al tratar de desenquistarse. Cuerpo con extremos redondeados. Ventosa oral terminal y globular. Faringe oval y muscular, debajo de la ventosa oral (Figura 57). Las medidas de los ejemplares se encuentran en la Tabla 52.



**Figura 57.** Morfología de la Metacercaria sp. 5: A) Quiste, B) Metacercaria. VO) Ventosa Oral, FA) Faringe.

**Tabla 52.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de Metacercarias sp. 5

<b>Estructura</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	0.025 X 0.027	0.05 X 0.031	0.035 X 0.028	0.0132 X 0.0023
Ventosa oral	0.015 X 0.016	0.026 X 0.019	0.019 X 0.017	0.0064 X 0.0015
Faringe	0.01 X 0.006	0.011 X 0.009	0.01 X 0.007	0.0006 X 0.0015
Acetábulo		0.009 X 0.009	0.0045 X 0.0045	0.0064 X 0.0064

## **Acanthocephala**

**Clase:** Eoacanthocephala Van Cleave, 1936

**Orden:** Neoechinorhynchida Ward, 1917

**Familia:** Neoechinorhynchidae Ward 1917

***Neoechinorhynchus golvani* Salgado-Maldonado, 1978**

**Hospedero:** *Paraneetroplus hartwegi* (Puente la Luz) y *Cincolichthys pearsei* (Presa Malpaso).

**Sitio de infección:** Intestino

**Localidad:** Puente la Luz (latitud 16.536696 y longitud -92.892145), Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 11 de agosto 2019

**Número de ejemplares:** 12 (6M y 6H) (Teñidos 5M y 2H)

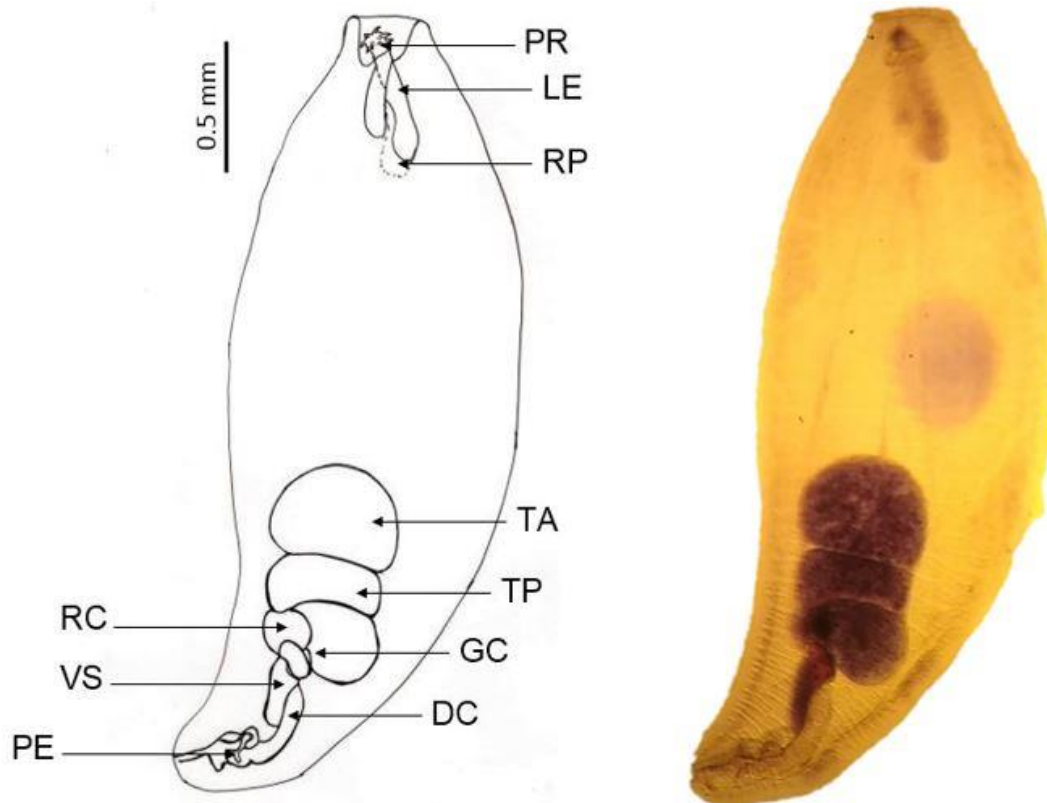
## **Datos ecológicos**

*Neoechinorhynchus golvani* se colectó en las localidades del Puente la Luz y en la Presa Malpaso. En Puente la Luz se examinaron tres hospederos, dos pertenecen a *P. hartwegi*, ambos estuvieron parasitados por nueve ejemplares de *N. golvani* (3M y 6H) dando como resultado una prevalencia del 66.67%, intensidad media 4.5 ( $\pm$ SD 3.54) y abundancia de 3 ( $\pm$ SD 3.61). En la Presa Malpaso se examinaron 25 hospederos de los cuales seis son *C. pearsei*, y dos estuvieron parasitados por tres ejemplares de *N. golvani* (3 M), obteniendo una prevalencia de 4%, intensidad media 3 ( $\pm$ SD 0.71) y abundancia 0.12 ( $\pm$ SD 0.44).

## **Descripción** (Basada en siete ejemplares 5M y 2H)

Cuerpo oval con extremos redondeados, de proboscis subcilíndrica. Desafortunadamente no sacaron del todo la proboscis. Proboscis poco visible con 6 hileras longitudinales de 3 ganchos cada una. Cuello no bien definido. Receptáculo de la proboscis con pared muscular. Macho: Dos testículos grandes y globulares. Cuenta con glándulas de cemento postesticulares (Figura 58). Hembras: Más grandes que el

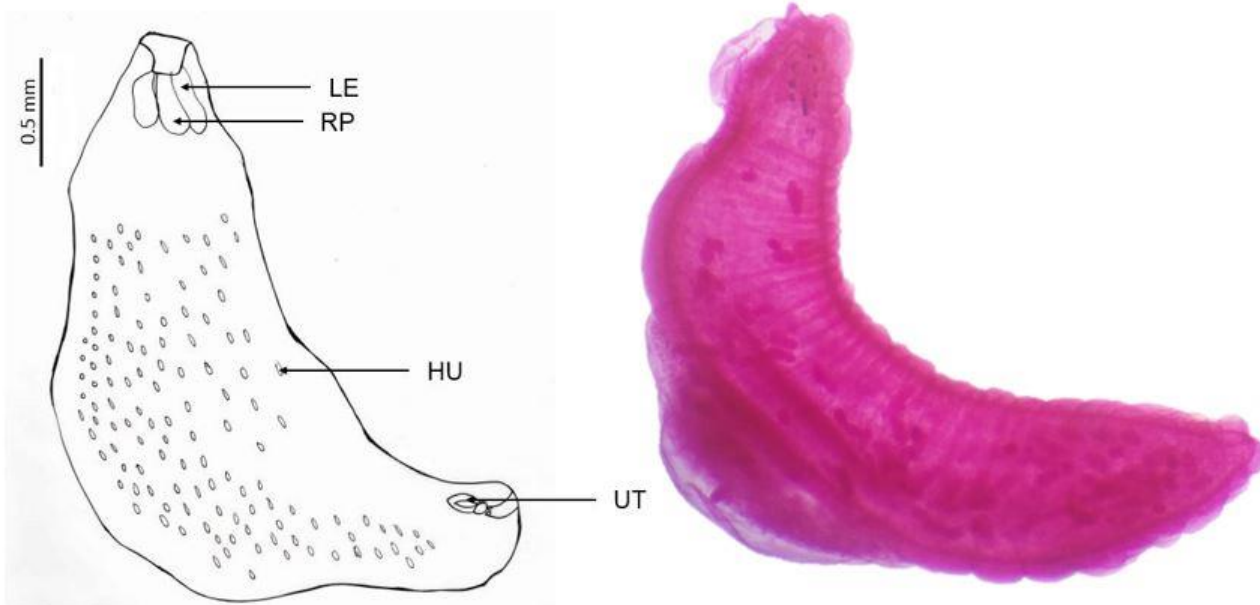
macho, cuentan con una campana uterina (Figura 59). Las medidas de los machos se encuentran en la Tabla 53 y de las hembras en la Tabla 54.



**Figura 58.** Morfología de *N. golvani* (Macho): PR) Proboscis, RP) Receptáculo de la Proboscis, LE) Lemniscos, TA) Testículo Anterior, TP) Testículo Posterior, VS) Vesícula Seminal, GC) Glándulas de Cemento, DC) Ducto de Cemento, RC) Receptáculo de Cemento, PE) Pene.

**Tabla 53.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Neoechinorhynchus golvani* (Macho)

Estructura	Min.	Máy.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	2.83 X 0.43	3.91 X 1.14	3.24 X 0.85	0.45 X 0.31
Proboscis	0.1 X 0.07	0.27 X 0.08	0.16 X 0.07	0.08 X 0.01
T. anterior	0.37 X 0.29	0.7 X 0.47	0.46 X 0.38	0.16 X 0.07
T. posterior	0.21 X 0.3	0.65 X 0.42	0.36 X 0.36	0.20 X 0.05



**Figura 59.** Morfología de *N. golvani* (Hembra): LE) Lemniscos, RP) Receptáculo de la Proboscis, UT) Útero, HU) Huevos

**Tabla 54.** Datos morfométricos en milímetros (LxA) de *Neoechinorhynchus golvani* (Hembra)

Estructura	Min.	Máx.	$\bar{X}$	$\pm SD$
Cuerpo	4.8 X 1.42	5.42 X 1.72	5.11 X 1.57	0.44 X 0.21
Proboscis	0.16 X 0.15	0.2 X 0.16	0.2 X 0.16	0.03 X 0.01

## Comentarios

Los ejemplares se determinaron dentro del phylum Acanthocephala, debido a que los acantocéfalos presentan dimorfismo sexual y una proboscis espinosa en el extremo anterior a la que le deben su nombre “gusanos de cabeza espinosa” mediante la cual se fijan a los tejidos de su hospedador (Drago y Núñez, 2017b).

Desafortunadamente los ejemplares no sacaron la proboscis, sin embargo, se pudieron identificar por la similitud con las características de *Neoechinorhynchus golvani* de Vidal-Martínez et al., (2001). Estos acantocéfalos son de forma oval. Proboscis, subcilíndrica o globular, con 6 hileras longitudinales de 3 ganchos cada una.

Cuello no bien definido. Tronco oval y alargado con extremos redondeados.

Receptáculo de la proboscis con pared muscular. Lemniscos gruesos y más largos que el receptáculo de la proboscis.

De acuerdo con Salgado-Maldonado (2013), el género *Neoechinorhynchus* Hamann, 1892 está perfectamente caracterizado y resulta relativamente fácil de reconocer, por su pequeña proboscis de aspecto globoso o subcilíndrico, armada con 18 ganchos dispuestos en 3 anillos de 6 ganchos cada uno, o en 6 hileras espirales de 3 ganchos cada una; tronco carente de espinas; receptáculo de la proboscis con una sola pared muscular y con el ganglio cerebroide situado en su base, una sola glándula de cemento en los machos y generalmente presentan 6 núcleos hipodérmicos gigantes.

Dentro del Phylum Acanthocephala, el género *Neoechinorhynchus* es el que cuenta con mayor número de especies la mayoría de ellas se encuentran como parásitos en el intestino de peces, pero existen ocho registradas en la literatura para reptiles (tortugas) y una para anfibios. Su distribución es mundial, han sido descritas de Pakistán, India, China, Japón, Europa, Rusia, Norte América y Sudamérica. Se han registrado 19 especies en Norteamérica y cinco para Sudamérica. En México y América Central se han registrado relativamente pocas especies de acantocéfalos en peces de agua dulce, principalmente en cíclidos y en otras familias de peces. La especie más frecuentemente registrada en peces dulceacuícolas es *N. golvani*, el cual se distribuye desde el norte de México hasta Nicaragua (Salgado-Maldonado, 1978, 2013).

En México se ha reportado en los cíclidos: *C. geddesi*, *C. pearsei*, *T. salvini*, *M. urophthalmus*, *Cichlasoma* sp., *Parachromis friedrichsthalii*, *P. managuensis*, *Petenia splendida*, *T. aureus*, *T. helleri*, *T. meeki*, *T. pasionis*, *Vieja fenestrata*, *V. intermedia* y *V. synspila*. En los estados: Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2011).

El ciclo de vida comienza con el apareamiento entre los acantocéfalos adultos que se produce en el intestino del hospedero definitivo (vertebrado) y los huevos son eliminados con las heces. El huevo contiene una larva (acantor), que representa el estadio infectivo para el hospedero intermediario. Esta larva presenta en su extremo anterior un rostelo, compuesto por seis a ocho ganchos o espinas y musculatura asociada. La larva es también un estadio de resistencia (puede mantenerse viable dentro del huevo durante varios meses). Cuando los huevos son ingeridos por un

hospedero intermediario (insectos, crustáceos, miriápodos), eclosionan en el intestino liberando el acantor, que usa sus ganchos para penetrar y atravesar la pared intestinal. A partir de allí comienza el siguiente estadio larval (acantela), que absorbe nutrientes del hospedador, y desarrolla los primordios de todos los órganos presentes en el adulto. Cuando ha completado su desarrollo, los extremos anterior y posterior se invaginan, y secretan una pared quística hialina, alcanzando el estadio infectivo para el hospedador definitivo (cistacanto). El aparato reproductor masculino se desarrolla antes que el femenino y los cistacantos masculinos pueden contener espermatozoides viables, mientras que los cistacantos femeninos apenas presentan primordios genitales. Cuando el hospedador intermediario es comido por un hospedador definitivo, la larva se desenquista y se adhiere a la pared intestinal y madura sexualmente (Drago y Núñez, 2017a).

Es por ello, con base a las características morfológicas y la morfometría los ejemplares pueden considerarse como *Neoechinorhynchus golvani* (Tablas 55 y 56).

**Tabla 55.** Comparación de la morfometría de *N. golvani* (Macho) del presente estudio con otros autores.

<b>Estructura</b>	Presente estudio	Salgado-Maldonado (1978)	Salgado-Maldonado (2013)
Cuerpo	3.24 X 0.85	1.56 X 0.51	4.27 X 0.90
Proboscis	0.16 X 0.07	0.75 X 0.75	0.55 X 0.63
T. anterior	0.46 X 0.38	0.11 X 0.12	0.37 X 0.33
T. posterior	0.36 X 0.36	0.26 X 0.30	0.25 X 0.47
G. cemento	0.20 X 0.12	0.26 X 0.30	0.64 X 0.41

**Tabla 56.** Comparación de la morfometría de *N. golvani* (Hembra) del presente estudio con otros autores.

<b>Estructura</b>	Presente estudio	Salgado-Maldonado (1978)	Salgado-Maldonado (2013)
Cuerpo	5.11 X 1.57	3.05 X 0.88	7.35 X 1.48
Proboscis	0.2 X 0.16	0.75 X 0.75	0.60 X 0.70
R. proboscis	0.35 X 0.22	0.15 X 0.56	0.31 X 0.12



## Nematoda

**Familia:** Anisakidae

### ***Goezia nonipapillata* Osorio-Sarabia, 1981**

**Hospedero:** *Mayaheros urophthalmus*

**Sitio de infección:** Estómago

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 13

### **Datos ecológicos**

*Goezia nonipapillata* se colectó en la localidad de la Presa Malpaso, en la cual se examinaron 25 hospederos, cuatro corresponden a *M. urophthalmus* y solo uno estuvo parasitado por 13 ejemplares de *G. nonipapillata* (6M y 7H), dando como resultado una prevalencia de 4%, intensidad media 24 ( $\pm$ SD 15.56) y abundancia 1.92 ( $\pm$ SD 7.37).

### **Comentarios**

Se determinó como *Goezia nonipapillata* con base a sus semejanzas con la descripción de Caspeta-Mandujano (2010). Las principales características son: Nemátodos de color amarillo, de tamaño mediano, las hembras son más grandes que los machos. Posee a lo largo de la longitud del cuerpo anillos transversales de espinas cuticulares, son más prominentes en la parte media del cuerpo.

Las especies dentro de este género parasitan peces de agua dulce y marina, y menos frecuentemente reptiles acuáticos. Utilizan a copépodos como hospederos intermediarios, en los cuales se desarrollan las larvas de tercer estadio. Varias especies de peces sirven como hospederos de transporte para las larvas de tercer y cuarto estadio. Estos parásitos son altamente patógenos a sus hospederos (Vidal-Martínez et al., 2001). En México *Goezia* sp. se ha reportado en los hospederos de la familia Cichlidae: *C. geddesi*, *C. pearsei*, *M. urophthalmus*, *C. istlanum*, *O. aureus*, *O. mossambicus* *T. zilli*, *P. splendida*, *V. hartwegi* y *V. synspila*. En los estados: Chiapas, Tabasco y Michoacán (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006).

**Familia:** Cosmocercidae

***Raillietnema kraitscheri* Moravec, Salgado-Maldonado et Pineda-López, 1993**

**Hospedero:** *Cincolichthys pearsei*

**Sitio de infección:** Intestino

**Localidad:** Presa Malpaso (latitud: 17.05825 y longitud: -93.4658)

**Fecha de colecta:** 14 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 48

### Datos ecológicos

*Raillietnema kraitscheri* se colectó en la localidad de la Presa Malpaso, se examinaron 25 hospederos de los cuales seis pertenecen a *C. pearsei*, dos estuvieron parasitados por 48 ejemplares de *R. kraitscheri* (2M, 11H y 35 sin determinar) dando como resultado una prevalencia 8%, intensidad media 24 ( $\pm$ SD 15.56) y abundancia 1.92 ( $\pm$ SD 7.37).

### Comentarios

Se determinó como *Raillietnema kraitscheri* con base a sus semejanzas con la descripción de Caspeta-Mandujano (2010). Las principales características son: Nemátodos de color pardusco y de tamaño pequeño. Posee una abertura bucal triangular, presenta tres labios pequeños aplanados. Cuatro papilas cefálicas externas, dos anfidios laterales. Esófago con faringe relativamente larga en la región anterior y bulbo en la región posterior. Anillos nerviosos en la longitud media del esófago, poro excretor a nivel del bulbo. Cauda en ambos sexos cónica y puntiaguda.

*Raillietnema kraitscheri* fue descrita por Moravec et al., (1993), en el intestino de dos peces especies de la familia Cichlidae, *C. pearsei* (tipo huésped) y *C. synspilum*. Se caracteriza principalmente por la ausencia de ala lateral, es la segunda especie de *Raillietnema* conocida por parasitar a peces.

El género *Raillietnema* comprende de 20 especies que se sabe que parasitan principalmente en anfibios y reptiles en Norteamérica y Sudamérica, África, Madagascar y Malasia; solo la especie *R. synodontisi* es conocida en peces en África y en bagres criados en acuarios en Europa, lo que confirma que los peces son

verdaderos huéspedes definitivos de este parásito africano. Aparentemente tiene un ciclo de vida directo que permite su reproducción y transmisión en condiciones de acuario. En consecuencia, se puede considerar que *R. kraitscheri* es la segunda especie conocida adaptada a peces (Moravec et al., 1993).

En México se ha reportado en hospederos de la familia Cichlidae: *C. pearsei*, *M. urophthalmus*, *V. intermedia* y *V. synspila*. En los estados: Campeche, Chiapas, Tabasco y Yucatán ( Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006).

**Familia:** Anisakidae

***Contracaecum* sp. (larva)**

**Hospedero:** *Petenia splendida* (Ojo de Agua) y *Cichlasoma grammodes* (San Francisco).

**Sitio de infección:** Intestino y mesenterio

**Localidad:** Ojo de Agua (latitud 16.53982 y longitud -92.91245), San Francisco (latitud: 16.59624 y longitud: -92.96179)

**Fecha de colecta:** 11 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 4

**Datos ecológicos**

Las larvas de *Contracaecum* sp se colectaron en las localidades de Ojo de agua y San Francisco. En la de Ojo de Agua se examinaron 17 hospederos de los cuales uno corresponde a *P. splendida*, estuvo parasitado por una larva de *Contracaecum* sp, dando como resultado una prevalencia del 5.88%, intensidad media 1 y abundancia de 0.06 ( $\pm$ SD 0.24). Mientras que en San Francisco se examinaron 10 *C. grammodes*, solo uno estuvo parasitado por tres larvas de *Contracaecum* sp. dando como resultado una prevalencia de 10, intensidad media 3 ( $\pm$ SD 3.95) y abundancia de 0.3 ( $\pm$ SD 0.95).

**Comentarios**

Se determinó como *Contracaecum* sp. con base a sus semejanzas con la descripción de Caspeta-Mandujano (2010), Las principales características son: Cutícula estriada transversalmente. Terminación anterior redondeada, con un diete ventral pequeño, primordios de los labios poco desarrollados. Poro excretor cerca del diente cefálico. Ciego intestinal ancho y se extiende anteriormente hasta cerca del anillo nervioso.

Como la mayoría de los nematodos *Contracaecum* sp. tiene un ciclo de vida complejo. Los primeros hospederos intermedios son crustáceos (copépodos,

anfípodos) y larvas de insectos acuáticos; los peces son los segundos hospederos, y las aves piscívoras son los hospederos definitivos (Dziekońska-Rynko y Rokicki, 2007).

Son nemátodos que pueden estar de manera libre o encapsulados en la cavidad abdominal, mesenterio, intestino, hígado o pared del intestino (Caspeta-Mandujano, 2010).

*Contracaecum* sp. parasita a las familias de peces de agua dulce: Anguillidae, Ariidae, Atherinopsidae, Characidae, Centrarchidae, Centropomidae, Clupeidae, Cyprinidae, Eleotridae, Gobiidae, Goodeidae, Heptapteridae, Ictaluridae, Lepisosteidae, Poeciliidae, Sciaenidae, Synbranchidae. En el caso de Cichlidae: *M. urophthalmus*, *C. beani*, *C. geddesi*, *C. istlanum*, *C. mayorum*, *C. rectangulare*, *P. friedrichsthalii*, *P. managuensis*, *P. splendida*, *V. hartwegi*, *T. helleri* y *A. nigrofasciatus*. De los estados: Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006).

## **Larvas de Nemátodos**

**Hospedero:** *Paraneetroplus hartwegi*

**Sitio de infección:** Tracto digestivo

**Localidad:** Puente la Luz (latitud 16.536696 y longitud -92.892145)

**Fecha de colecta:** 11 de agosto del 2019

**Número de ejemplares:** 6

## **Datos ecológicos**

Las larvas de nemátodos se colectaron en la localidad de Puente la Luz, en donde se examinaron tres hospederos, de ellos dos son *P. hartwegi* y solo uno estuvo parasitado por seis larvas de nematodos, dando como resultado una prevalencia del 33.33%, intensidad media 6 y abundancia 2 ( $\pm$ SD 3.36).

# APÉNDICE V: ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS PARÁSITOS

**Tabla 57.** Distribución de parásitos colectados en cíclidos de cuatro localidades de la cuenca media del río Grijalva, así como las familias y especies de cíclidos en las que también se pueden encontrar.

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
Phylum Platyhelminthes								
Clase Monogenea								
<i>S. mexicanum</i> Kritsky, Vidal-Martínez, y Rodríguez-Canul, 1994	Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán	Cichlidae	<i>C. octofasciatum</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>P. friedrichsthalii</i> , <i>P. splendida</i> , <i>T. aureus</i> , <i>P. synspila</i> .	Autogénica	Directa		Cíclidos	Kritsky et al., 1994; Scholz, 1998; Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2016; Mendoza-Palmero et al., 2017
Clase Trematoda								
Subclase: Digenea (Adultos)								
<i>O. manteri</i> Watson, 1976	Veracruz, Tabasco, Chiapas, Yucatán, Campeche, Quintana Roo	Cichlidae, Characidae, Megalopidae, Eleotridae, Heptapteridae, Poeciliidae	<i>C. aureum</i> , <i>C. friedrichsthalii</i> , <i>C. helleri</i> , <i>C. managuense</i> , <i>C. meeki</i> , <i>C. octofasciatum</i> , <i>C. pearsei</i> , <i>C. synspilum</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>H. geddesi</i>	Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Scholz et al., 1994; Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>C. cichlasomae</i> Manter, 1936	México (Yucatán, Veracruz, Tabasco, Campeche, Oaxaca,	Cichlidae, Eleotridae y Clupeidae	<i>P. splendida</i> , <i>C. grammodes</i> , <i>C. bifasciatum</i> , <i>C. cyanoguttatum</i> , <i>C. fenestratum</i> ,	Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Scholz et al., 1995; Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008;



Chiapas,  
Veracruz,  
Quintana Roo,  
Hidalgo,  
Coahuila), Cuba,  
Nicaragua,  
Costa Rica y  
Panamá

*C. friedrichsthalii*,  
*C. intermedium*,  
*C. lentiginosum*,  
*C. managuense*,  
*C. meeki*,  
*C. octofasciatum*,  
*C. pasionis*,  
*C. robertsoni*,  
*C. salvini*,  
*C. synspilum*,  
*P. hartwegi*,  
*T. helleri*,  
*C. pearsei*,  
*M. urophthalmus*

Salgado-Maldonado y Quiroz-  
Martínez, 2013; Salgado-Maldonado  
et al., 2016;  
Paredes-Trujillo et al., 2020;  
Salgado-Maldonado et al., 2020

Subclase: Digenea  
(Metacercarias)

*Clinostomum* sp.

América,  
Europa, Asia y  
Australia

Ariidae,  
Centrarchidae,  
Centropomidae,  
Characidae,  
Icatluridae,  
Lepisosteidae,  
Poeciliidae,  
Scianidae,  
Heptapteridae,  
Goodeidae,  
Cichlidae,

*C. geddesi*,  
*C. istlanum*,  
*C. octofasciatum*,  
*C. pearsei*,  
*T. salvini*,  
*M. urophthalmus*,  
*P. friedrichsthalii*,  
*P. managuensis*,  
*P. splendida*,  
*T. aureus*,  
*T. meeki*,  
*T. pasionis*,  
*T. zilli*,  
*V. argentea*,  
*V. fenestrata*,  
*V. intermedia*,  
*V. synspila*,  
*T. helleri*  
*P. hartwegi*

Alogénica Trófica

Gasterópodos,  
peces marinos  
y  
dulceacuícolas,  
anfíbios o  
reptiles

Aves  
piscívoras

Salgado-Maldonado et al., 1997;  
Vidal-Martínez et al., 2001;  
Salgado-Maldonado et al., 2005;  
Salgado-Maldonado, 2006;  
Violante-González et al., 2008;  
Rosser et al., 2017;  
Calhoun et al., 2019;  
Paredes-Trujillo et al., 2020

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum</i> (Lutz, 1928)	Guerrero, Yucatán, Tabasco y Chiapas	Ariidae, Catostomidae, Characidae, Cichlidae, Poeciliidae, Scianidae,	<i>C. geddesi</i> , <i>C. grammodes</i> , <i>C. salvini</i> , <i>C. urophthalmus</i> , <i>H. pearsei</i> , <i>O. mossambicus</i> , <i>P. motaguensis</i> , <i>P. splendida</i> , <i>T. aureus</i> , <i>T. helleri</i> , <i>T. meeki</i> , <i>T. pasiõnis</i> , <i>V. synspila</i> ,	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Albuquerque et al., 2017; Ostrowski de Núñez, 2017; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>P. minimum</i> (MacCallum, 1921)	Estados Unidos, Canadá, Cuba y México (Guerrero)	Atherinopsidae, Centrarchidae, Characidae, Cichlidae	<i>A. nourissati</i> , <i>C. geddesi</i> , <i>C. pearsei</i> , <i>C. octofasciatum</i> , <i>C. salvini</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>P. friedrichsthalii</i> , <i>P. managuensis</i> , <i>P. splendida</i> , <i>T. coeruleus</i> , <i>T. lentiginosus</i> , <i>T. callolepis</i> , <i>T. helleri</i> , <i>T. meeki</i> , <i>T. pasionis</i> , <i>Vieja argentea</i> , <i>V. fenestrata</i> , <i>V. intermedia</i> , <i>V. synspila</i> <i>P. hartwegi</i> <i>C. grammodes</i>	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Ritossa et al., 2013; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>Uvulifer</i> sp.	Campeche, Chiapas, Quintana Roo,	Characidae, Cichlidae, Cyprinidae,	<i>A. robertsoni</i> , <i>C. geddesi</i> , <i>C. octofasciatum</i> ,	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006

	Tabasco y Yucatán	Eleotridae, Heptapteridae, Mugilidae, Poeciliidae	<i>C. pearsei</i> , <i>T. salvini</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>P. friedrichsthalii</i> , <i>P. managuensis</i> , <i>P. splendida</i> , <i>T. lentiginosus</i> , <i>T. aureus</i> , <i>T. helleri</i> , <i>T. meeki</i> , <i>P. intermedia</i> , <i>P. synspila</i>					
<i>C. formosanus</i> (Nishigori, 1924)	Asia y México (Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Sonora, Tamaulipas y Veracruz)	Atherinopsidae, Characidae, Cichlidae, Centrarchidae, Cyprinidae, Eleotridae, Goodeidae, Gobiidae, Heptaridae, Ictalurida, Mugilidae, Poeciliidae	<i>C. geddesi</i> , <i>C. salvini</i> , <i>C. gadovii</i> , <i>C. nigrofasciatum</i> , <i>P. managuensis</i> , <i>T. helleri</i> , <i>T. pasionis</i>	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Sholz y Salgado-Maldonado, 2000; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Salgado-Maldonado et al., 2016; Achatz et al., 2019; Salgado-Maldonado et al., 2020
Heterophyidae gen.		Cichlidae, Characidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Scholz et al., 2001; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
Acanthocephala								
<i>N. golvani</i> Salgado-Maldonado, 1978	Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán	Cichlidae, Ariidae, Belonidae, Eleotridae, Heptapteridae, Ictaluridae	<i>C. geddesi</i> , <i>T. pearsei</i> , <i>P. hartwegi</i> , <i>C. salvini</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>P. friedrichsthalii</i> , <i>P. managuensis</i> ,	Autogénica	Trófica	crustáceos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008;

			<i>P. splendida</i> , <i>T. aureus</i> , <i>T. helleri</i> , <i>T. meeki</i> , <i>T. passionis</i> , <i>Vieja fenestrata</i> , <i>V. intermedia</i> <i>V. synspila</i>					Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Drago y Núñez, 2017b; Paredes-Trujillo et al., 2020
Nematoda (Adultos)								
<i>G. nonipapillata</i> Osorio-Sarabia, 1982	Michoacán y Chiapas	Cichlidae	<i>C. geddesi</i> , <i>C. pearsei</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>C. istlanum</i> , <i>O. aureus</i> , <i>O. mossambicus</i> <i>T. zilli</i> , <i>P. splendida</i> , <i>V. hartwegi</i> <i>V. synspila</i>	Autogénica	Trófica	Copépodos	Cíclidos	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>R. kritscheri</i> Moravec, Salgado-Maldonado y Pineda-López, 1993	Chiapas, Campeche, Tabasco	Cichlidae	<i>C. pearsei</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>V. intermedia</i> <i>V. synspila</i>	Autogénica	Directa		Cíclidos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>R. kidderi</i> Pearse, 1936	Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz y Yucatán	Bythidae, Cichlidae, Clupeidae, Eleotridae, Heptapteridae, Ictaluridae, Poeciliidae	<i>C. grammodes</i> , <i>M. urophthalmus</i> , <i>C. beani</i> , <i>C. geddesi</i> , <i>C. istlanum</i> , <i>C. mayorum</i> , <i>C. rectangulare</i> , <i>P. friedrichsthalii</i> ,	Autogénica	Directa		Peces dulceacuícolas	Moravec et al., 1993; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2016; Salgado-Maldonado et al., 2020

*P. managuensis*,  
*P. splendida*,  
*P. hartwegi*,  
*T. helleri*  
*A. nigrofasciatus*.

Nematodos (larvas)

<i>Contracecum</i> sp.	Guerrero, Campeche, Chopas, Tabasco, Quintana Roo	Anguillidae, Ariidae, Atherinopsidae, Lepisosteidae, Scianidae, Synbranchidae, Characidae, Cichlidae, Heptapteridae, Gobiidae, Goodeidae, Eleotridae, Ictaluridae, Centropomidae, Clupeidae, Cyprinidae, Poeciliidae	<i>M. urophthalmus</i> , <i>C. beani</i> , <i>C. geddesi</i> , <i>C. istlanum</i> , <i>C. mayorum</i> , <i>C. rectangulare</i> , <i>P. friedrichsthalii</i> , <i>P. managuensis</i>	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Dziekońska-Rynko y Rokicki, 2007; Violante-González et al., 2008; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020
------------------------	---	--	--	-----------	---------	---	--------------------	---

**Tabla 58.** Especies de helmintos reportados en cíclidos, su distribución geográfica y presencia en otras familias. Se presenta su ciclo de vida.

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
Plathyhelminthes								
Monogenea								
<i>Cichlidogyrus dossoui</i> Paperna, 1960	Sudáfrica, Camerún, México (Yucatán y Tabasco) y Panamá	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Autogénica	Directa		Cíclidos	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Fannes et al., 2017
<i>Cichlidogyrus haplochromii</i> Paperna y Thurston, 1969	México (Yucatán)	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Autogénica	Directa		Cíclidos	Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Cichlidogyrus longicornis</i> Paperna y Thurston, 1969	México (Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Directa		Cíclidos	Vidal-Martínez et al.,2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Mendoza-Palmero et al.,2017
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i> Paperna y Thurston, 1969	México (Campeche, Guerrero, Nuevo León, Oaxaca, Quintana Roo, Oaxaca, Morelos, San Luis Potosí, Tamaulipas y Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Directa		Cíclidos	Vidal-Martínez et al.,2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006; Pérez-Ponce de León et al.,2010; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Mendoza-Palmero et al.,2017
<i>Cichlidogyrus tilapiae</i> Paperna, 1960	México (Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Directa		Cíclidos	Vidal-Martínez et al.,2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Mendoza-Palmero et al.,2017

<i>Dactylogyrus</i> sp.	México (Hidalgo, Michoacán y Morelos)	Cichlidae, Cyprinidae		Autogénica	Directa	Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al.,2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Enterogyrus malmbergi</i> Bilong-Bilong, 1988	México (Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Directa	Cíclidos	Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Montoya-Mendoza et al.,2016
<i>Enterogyrus niloticus</i> Eid y Negm, 1987	México (Tabasco)	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Autogénica	Directa	Cíclidos	Salgado-Maldonado, 2006
<i>Palombitrema heteroancistrum</i> Price y Busing, 1968	México (Yucatán, Tabasco)	Characidae, Cichlidae	<i>M. urophthalmus</i>	Autogénica	Directa	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado, 2006
<i>Parasciadicleithrum octofasciatum</i> n. sp	México (Chiapas)	Cichlidae	<i>Rocio octofasciata</i>	Autogénica	Directa	Cíclidos	Mendoza-Palmero et al., 2017
<i>Sciadicleithrum bravohollisae</i> Kritsky, Vidal-Martínez y Rodríguez-Canul, 1994	México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Directa	Cíclidos	Scholz, 1998; Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al.,2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado et al.,2005; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Mendoza-Palmero et al.,2017; Paredes-Trujillo et al.,2020
<i>Sciadicleithrum meeki</i> Mendoza-Franco, Scholz y Vidal-Martínez, 1997	México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, y Yucatán)	Cichlidae	<i>Thorychthys y Parachromis</i>	Autogénica	Directa	Cíclidos	Vidal-Martínez et al.,2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Mendoza-Palmero et al.,2017

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Sciadicleithrum mexicanum</i> Kritsky, Vidal-Martínez, y Rodríguez-Canul, 1994	México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Directa		Cíclidos	Scholz, 1998; Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2016; Mendoza-Palmero et al., 2017
<i>Sciadicleithrum splendidae</i> Kritsky, Vidal-Martínez, y Rodríguez-Canul, 1994	México (Yucatán, Campeche, Chiapas, Tabasco)	Cichlidae		Autogénica	Directa		Cíclidos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Mendoza-Palmero et al., 2017
<i>Scutogyrus longicornis</i> (Paperna y Thurston, 1969)	México (Tabasco)	Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	Autogénica	Directa		Cíclidos	Salgado-Maldonado, 2006
<i>Ancyrocephalinae</i> gen. sp.	México (Yucatán, Michoacán, Quintana Roo, Veracruz)	Characidae, Centrarchidae, Cichlidae, Poeciliidae		Autogénica	Directa		Peces dulceacuícolas	Scholz, 1998; Salgado-Maldonado et al., 1997; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Gyrodactylus niloticus</i> Cone, Arthur y Bondad-Reantaso, 1995	México (Campeche, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	Autogénica	Directa		Cíclidos	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Gyrodactylus cichlidarum</i> Paperna, 1968	México (Campeche, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae	<i>Vieja fenestrata</i>	Autogénica	Directa		Cíclidos	Barrios-Gutiérrez et al., 2018
<i>Gyrodactylus yacatli</i> García Vásquez, Hanson, Christison, Bron y Shinn, 2011	México (Campeche, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae	<i>Vieja fenestrata</i>	Autogénica	Directa		Cíclidos	Barrios-Gutiérrez et al., 2018



HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Gyrodactylus</i> sp.	México (Campeche, Tabasco y Yucatán)	Characidae, Cichlidae, Cyprinidae, Goodeidae, Salmonidae, Poeciliida, Eheptapteridae, Ictaluridae		Autogénica	Directa		Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001; Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2020
Trematoda								
Subclase: Digenea (Adultos)								
<i>Cichlasotrema ujati</i> Pineda-López y Yrade-Salas, 1989	México (Tabasco, Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Cíclidos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Crassicutis cichlasomae</i> Manter, 1936	México (Yucatán, Veracruz, Tabasco, Campeche, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Quintana Roo, Hidalgo, Coahuila), Cuba, Nicaragua, Costa Rica y Panamá	Cichlidae, Eleotridae, Clupeidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2016; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Crassicutis choudhury</i> n. sp.	México (Jalisco (río Santiago))	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Cíclidos	Pérez-Ponce de León et al., 2008; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Homalometron pallidum</i> Stafford, 1905	México (Campeche, Chiapas, Tabasco, Yucatán).	Cichlidae		Autogénica	Trófica			Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et

al., 2008; Pérez-Ponce de León et al., 2012; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Homalometron octopapillatum</i> n. sp.	México (Nayarit)	Cichlidae		Autogénica	Trófica		Cíclidos	Pérez-Ponce de León et al., 2012
<i>Homalometron mesoamericanum</i> n. sp.	México (Tabasco), Guatemala, Belice, Honduras y El Salvador	Cichlidae			Trófica			Pérez-Ponce de León et al., 2012
<i>Prosthenhystera obesa</i> (Diesing, 1850)	México (Tabasco)	Ariidae, Characidae, Cichlidae, Ictaluridae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001
<i>Campechetrema herrerae</i> Lamothe-Argumedo, Salgado-Maldonado y Pineda-López, 1997	México (Chiapas)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Cíclidos	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Oligogonotylus manteri</i> Watson, 1976	Sur de México (Veracruz, Tabasco, Chiapas, Yucatán, Campeche, Quintana Roo) y Centroamérica	Cichlidae, Characidae, Megalopidae, Leotridae, Heptapteridae, Poeciliidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Oligogonotylus mayae</i> Razo-Mendivil et al., 2008	México (Yucatán)	Cichlidae	<i>M. urophthalmus</i>	Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Cíclidos	Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; May-Tec et al., 2020
<i>Olmecca laurae</i> Lamothe-Argumedo y Pineda-López, 1990	México (Tabasco)	Centropomidae, Characidae, Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Pseudocaecincola batallae</i> Lamothe-Argumedo, Salgado-Maldonado y Pineda-López, 1991	México (Campeche)	Cichlidae	<i>Petenia splendida</i>	Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Cíclidos	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Tabascotrema verai</i> Lamothe-Argumedo y Pineda-López, 1990	México (Tabasco, Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Cíclidos	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Genarchella isabellae</i> (Lamothe-Argumedo, 1977)	México (Campeche, Chiapas, Coahuila, Tabasco, Veracruz y Yucatán)	Heptapteridae, Cichlidae, Eleotridae, Poeciliidae, Synbranchidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Phyllodistomum lacustris</i> (Loewen, 1929)	México (Campeche, Chiapas y Tabasco)	Cichlidae, Eleotridae, Ictaluridae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Culuwiya cichlidorum</i> Aguirre-Macedo y Scholz, 2005	México (Tabasco, Colima, Chiapas y Quintana Roo)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Cíclidos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2016
<i>Saccocoeloides</i> sp.	México (Oaxaca y Veracruz)	Cichlidae, Eleotridae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Diptherostomum brusinae</i> (Stossich, 1889)	México (Campeche)	Cichlidae, peces marinos	<i>M. urophthalmus</i>	Autogénica	Trófica		Peces marinos y en ocasiones a <i>M. urophthalmus</i> (en zonas salobres)	Vidal-Martínez et al., 2001
<i>Helicometrina nimia</i> Linton 1910	México (Campeche), Chile y Brasil	Cichlidae, Centropomidae, peces marinos	<i>M. urophthalmus</i>	Autogénica	Trófica		Peces marinos y en ocasiones a <i>M. urophthalmus</i> (en zonas salobres)	Vidal-Martínez et al., 2001
<i>Lecithochirium floridense</i> Manter, 1934	México (Yucatán y Campeche)	Cichlidae y peces marinos	<i>M. urophthalmus</i>	Autogénica	Trófica		Peces marinos y en ocasiones a <i>M. urophthalmus</i> (en zonas salobres)	Vidal-Martínez et al., 2001
Subclase: Digenea (Metacercarias)								
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i> (Caballero, Bravo-Hollis y Grocott, 1953)	México (Guerreo)	Ciclidae, Centropomidae	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	Autogénica	Trófica		Peces marinos y en ocasiones a <i>C. trimaculatum</i> (en zonas salobres)	Violante-González et al., 2008
<i>Atrophecaecum astorquii</i> (Watson, 1976)	México (Yucatán, Tabasco)	Characidae, Cichlidae, Clupeidae, Poeciliidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos, peces marinos y dulceacuícolas, anfibios o reptiles	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Pelaezia loossi</i> (Pérez-Vigueras, 1957)	México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	<i>Crocodylus moreletti</i>	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Stunkardiella minimum</i> (Stunkard, 1938)	México (Yucatán, Veracruz, Chiapas, Quintana Roo)	Characidae, Cichlidae, Eleotridae, Heptapteridae, Poeciliidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos, peces marinos y dulceacuícolas, anfibios o reptiles	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005
<i>Acanthostomidae</i> gen.	México (Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos, peces marinos y dulceacuícolas, anfibios o reptiles	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Bucephalus</i> sp.	México (Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos, peces marinos y dulceacuícolas, anfibios o reptiles	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Rhipidocotyle</i> sp.	México (Veracruz)	Characidae, Cichlidae, Poeciliidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos, peces marinos y dulceacuícolas, anfibios o reptiles	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814)	América, Europa, Asia, Australia y México (Guerrero)	Ariidae, Centrarchidae, Centropomidae, Characidae,		Alogénica	Trófica	Gasterópodos, peces marinos y	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005;

		Icatluridae, Lepisosteidae, Poeciliidae, Scianidae, Heptapteridae Goodeidae, Cichlidae, Rivulidae			dulceacuícolas, anfibios o reptiles		Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Mosqueda-Cabrera et al., 2019
<i>Clinostomum</i> sp.	América, Europa, Asia y Australia	Ariidae, Centrarchidae, Centropomidae, Characidae, Icatluridae, Lepisosteidae, Poeciliidae, Scianidae, Heptapteridae Goodeidae, Cichlidae	Alogénica	Trófica	Gasterópodos, peces marinos y dulceacuícolas, anfibios o reptiles	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>Tabascotrema verai</i> Lamothe-Argumedo y Pineda-López, 1989	México (Tabasco, Quintana Roo y Campeche)	Characidae, Cichlidae, Heptapteridae	Autogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
Cryptogonimidae gen. sp.	México (Quintana Roo y Tabasco)	Centropomidae, Characidae, Cichlidae, Clupeidae, Cyprinidae, Gerreidae	Autogénica	Trófica	gasterópodos	Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Diplostomum</i> ( <i>Austrodiplostomum</i> ) <i>compactum</i> (Lutz, 1928)	México (Guerrero, Yucatán, Tabasco y Chiapas)	Ariidae, Catostomidae, Characidae, Cichlidae, Poeciliidae, Scianidae,	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>Diplostomum</i> sp.	México (Michoacán, Guanajuato, Sonora, San Luis Potosí,	Cichlidae, Heptapteridae, Poeciliidae	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006

	Hidalgo, Oaxaca y Campeche)								
<i>Mesostephanus</i> sp.	México (Yucatán)	Cichlidae	<i>M. urophthalmus</i>	Alogénica					Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921)	Estados Unidos, Canadá, Cuba y México (Guerrero)	Atherinopsidae, Centrarchidae, Characidae, Cichlidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras		Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>Tylodelphys</i> sp.	México (Chiapas, Estado de México, Guanajuato, Michoacán y Veracruz)	Cichlidae, Eleotridae, Poeciliidae		Alogénica					Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Uvulifer ambloplitis</i> (Hughes, 1927)	México (Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Veracruz, Tabasco y Yucatán)	Characidae, Cichlidae, Cyprinidae, Eleotridae, Mugilidae, Poeciliidae,		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras		Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Salgado-Maldonado et al., 2016; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Uvulifer</i> sp.	México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán)	Characidae, Cichlidae, Cyprinidae, Eleotridae, Heptapteridae, Mugilidae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras		Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
Diplostomidae gen. sp.	México (Tabasco, Yucatán, Campeche y Veracruz)	Atherinopsidae, Characidae, Cichlidae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras		Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Drepanocephalus</i> sp.	México (Yucatán, Campeche, Tabasco y Chiapas)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Echinochasmus leopoldinae</i> Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996	México (Campeche, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae, Clupeidae, Eleotridae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Ascocotyle tenuicollis</i> Price, 1935		Cichlidae, Eleotridae, Googidae, Gerreidae, Mugilidae, Poeciliidae, Synbranchidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras y mamíferos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009 <sup>a</sup>
<i>Ascocotyle leighi</i> Burton, 1956	México (Campeche y Tabasco)	Cichlidae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras y mamíferos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Ascocotyle nunezae</i> Scholz, Vargas-Vázquez, Vidal-Martínez y Aguirre-Macedo, 1997	México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Ascocotyle longa</i> Ransom, 1920	México (Guerrero)	Eleotridae, Ciclidae, Gobiesocidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras y mamíferos	Violante-González et al., 2008
<i>Ascocotyle nana</i> Ransom, 1920	México (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Jalisco, Veracruz y Yucatán)	Characidae, Cichlidae, Cluoeidae, Poeciliidae, Scianidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras y mamíferos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009 <sup>a</sup>



HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Centrocestus formosanus</i> (Nishigori, 1924)	Asia y México (Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Sonora, Tamaulipas y Veracruz)	Atherinopsidae, Characidae, Cichlidae, Centrarchidae, Cyprinidae, Eleotridae, Goodeidae, Gobiidae, Heptaridae, Ictalurida, Mugilidae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Salgado-Maldonado et al., 2016; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Haplorchis pumilio</i> (Looss, 1896)	México (Tabasco, Jalisco y Veracruz)	Cichlidae, Eleotridae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
Heterophyidae gen.	México (Yucatán, Campeche)	Cichlidae, Characidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Perezitrema bychowskyi</i> (Caballero y Caballero, 1975)	México (Yucatán, Campeche, Tabasco)	Cichlidae, Heptapteridae, Lepisosteidae, Poeciliidae, Scianidae		Autogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Maritreminoides</i> sp.	México (Coahuila)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado, 2006
<i>Cladocystis trifolium</i> (Braun, 1901)	México (Yucatán, Campeche, Chiapas y Tabasco)	Cichlidae, Ictaluridae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Crocodilicola pseudostoma</i> (Willemoes-Suhm, 1870)	México (Tabasco, Quintana Roo, Veracruz)	Characidae, Centropomidae, Cichlidae, Eleotridae, Heptapteridae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
Proterodiplostomidae gen. sp.	México (Yucatán, Quintana Roo y Tabasco)	Ariidae, Characidae, Cichlidae, Ictaluridae, Heptapteridae, Ictaluridae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Riberoia ondatrae</i> (Price, 1931)	México (Campeche, Yucatán y Tabasco)	Cichlidae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Apharyngostrigea</i> sp.	México (Yucatán, Campeche, Tabasco, Quintana Roo, Veracruz, Hidalgo y Guanajuato)	Characidae, Cichlidae, Eleotridae, Goodeidae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Cotylurus</i> sp.	México (Yucatán, Campeche, Chiapas y Veracruz)	Cichlidae, Eleotridae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Tetracotyle</i> sp.	México (Chiapas)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Torticaecum</i> sp.	México (Campeche)	Cichlidae, Didumozioidea, Hemiuroida	<i>M. urophthalmus</i>	Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
Cestoda								
<i>Schyzocotyle acheilognathi</i> Yamaguti, 1934	Europa, Asia, África, América (México en Campeche, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala, Tabasco y Yucatán)	Atherinopsidae, Characidae, Cichlidae, Centrarchidae, Cyprinidae, Eleotridae, Goodeidae, Gobiidae, Heptaridae, Ictalurida, Mugilidae, Poeciliidae		Autogénica	Trófica	Copépodos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Pérez-Ponce de León et al., 2017; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Bothriocephalus pearsei</i> Scholz, Vargas-Vázquez y Moravec, 1996	México (Yucatán)	Cichlidae, Heptapteridae	<i>M. urophthalmus</i>	Autogénica	Trófica	Copépodos	Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Glossocercus caribaensis</i> (Rysavy y Macko, 1973)	México (Yucatán y Tabasco)	Cichlidae, Fundulinae	<i>M. urophthalmus</i>	Alogénica	Trófica	Copépodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Paradilepis caballeroi</i> Rysavy y Macko, 1973	México (Guanajuato y Campeche)	Atherinopsidae, Cichlidae	<i>Thorychthys callolepis</i>	Alogénica				Salgado-Maldonado, 2006
<i>Parvitaenia macropeos</i> (Wedl, 1855)	México (Guanajuato)	Cichlidae	<i>Cichlasoma istlanum</i>	Alogénica				Salgado-Maldonado, 2006
<i>Valipora mutabilis</i> Linton, 1927	México (Guanajuato, Nayarit, Campeche y Yucatán)	Atherinopsidae, Characidae, Cichlidae, Goodeidae, Heptapteridae		Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Proteocephalus brooksi</i> García-Prieto, Rodríguez y Pérez, 1996	México (Veracruz y Yucatán)	Hetapteridae, Characidae, Cichlidae, Heptapteridae, Poeciliidae		Autogénica				Salgado-Maldonado, 2006
<i>Proteocephalus</i> sp.	México (Yucatán y Tabasco)	Cichlidae, Ictaluridae		Autogénica				Salgado-Maldonado, 2006
Proteocephalidea gen. sp.	México (Tabasco, Michoacán, Campeche, Oaxaca, Tabasco y Yucatán)	Ariidae, Atherinopsidae, Characidae, Centrarchidae, Cichlidae, Cyprinidae, Goodeidae		Autogénica				Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
Tetraphyllidea gen sp.	México (Campeche, Yucatán, San Luis Potosí y Veracruz)	Heptapteridae, Cichlidae		Autogénica				Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
Trypanorhyncha gen. sp.	México (Campeche y Yucatán)	Cichlidae, peces marinos		Autogénica	Trófica	Peces marinos y salobres	Triburones	Vidal-Martínez et al., 2001
<b>Acanthocephala</b> <i>Caballerorhynchus</i> <i>lamothei</i> Salgado-Maldonado, 1977	México (Veracruz, Tabasco y Oaxaca)	Ariidae, Cichlidae, Heptapteridae		Autogénica				Salgado-Maldonado, 2006
<i>Acanthocephalus dirus</i> Van Cleave, 1931	México (Campeche) y Norte de Estados Unidos (Río Missisipi y Michigan)	Cichlidae, Salmonidae, Clupeidae, Catostomidae, Cottidae, Percidae	<i>M.</i> <i>urophthalmus</i>	Autogénica	Trófica	Isópoda	Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001; Kopp et al., 2011

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Acanthocephalus amini</i> n. sp.	México (Campeche)	Cichlidae	<i>M. urophthalmus</i>	Autogénica				Salgado-Maldonado y Novelo-Turcotte, 2009; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Neochinorhynchus golvani</i> Salgado-Maldonado, 1978	Norte de México hasta Nicaragua	Cichlidae, Ariidae, Belonidae, Eleotridae, Heptapteridae, Ictaluridae		Autogénica	Trófica	crustáceos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>Neoechinorhynchus (Neoechinorhynchus) panucensis</i> n. sp.	México (Veracruz, Hidalgo)	Cichlidae	<i>Herichthys labridens</i> , <i>Paraneetroplus fenestratus</i>	Autogénica	Trófica	crustáceos	Cíclidos	Salgado-Maldonado, 2013
<i>Neoechinorhynchus bretnickoli</i> Monks, Pulido-Flores y Violante-González, 2011	México (Guerrero, Sinaloa, Jalisco)	Centropomidae, Cichlidae, Eleotridae, Gobiidae		Autogénica	Trófica	Crustáceos	Peces dulceacuícolas	Monks et al., 2011; Pulido-Flores et al., 2015
<i>Octospiniferoides chyeri</i> Bullock, 1957	México (Quintana Roo)	Cichlidae, Poeciliidae		Autogénica	Trófica	Ostrácodos	Peces dulceacuícolas	Scholz, 1998; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Polymorphus brevis</i> (Van Cleave, 1916)	México (Campeche, Quintana Roo y Yucatán)	Atherinopsidae, Centrarchidae, Cyprinidae, Cichlidae, Poeciliidae, Heptapteridae, Ictaluridae, Goodeidae		Alogénica	Trófica	Crustáceos y Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Paredes-Trujillo et al., 2020

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Polymorphus mutabilis</i> (Rudolphi, 1819)	México (Campeche, Tabasco, Yucatán)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Crustáceos y Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Dollfusentis chyleri</i> Golvan, 1969	México (Campeche y Yucatán)	Cichlidae, Haemulidae	<i>M. urophthalmus</i>	Alogénica	Trófica	Anfípodos		Vidal-Martínez et al., 2001; Montoya-Mendoza et al., 2021
<i>Floridosentis mugilis</i> Machado, 1951	México (Campeche y Michoacán)	Cichlidae, peces marinos						Vidal-Martínez et al., 2001
<i>Mayarhynchus karlae</i> ng. n. sp.	México (Campeche y Veracruz)	Cichlidae		Autogénica	Trófica		Cíclidos	Pinacho-Pinacho et al., 2017
<i>Southwellina hispida</i> (Van Cleave, 1925)	México (Guerrero)	Cichlidae, Eleotridae		Alogénica				Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008
<b>Nematoda (Adultos)</b>								
<i>Goezia nonipapillata</i> Osorio-Sarabia, 1982	México (Michoacán y Chiapas)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Copépodos	Cíclidos	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Paredes-Trujillo et al., 2020
<i>Atractis bravoae</i> (Osorio-Sarabia, 1984)	México (Michoacán)	Atherinopsidae, Cichlidae		Autogénica				Salgado-Maldonado, 2006
<i>Atractis vidali</i> González-Solís y Moravec, 2002	México (Campeche y Chiapas)	Cichlidae		Autogénica				González-Solís y Moravec, 2002; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Orientatractis campechensis</i> González-Solís y Moravec, 2004	México (Campeche y Chiapas)	Cichlidae		Autogénica				González-Solís y Moravec, 2004; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Orientattractis chiapasensis</i> González-Solís y Moravec, 2004	México (Chiapas)	Cichlidae		Autogénica				González-Solís y Moravec, 2004; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Procamallanus mexicanus</i> Moravec, Salgado-Maldonado y Caspeta-Myujano, 2000	México (Veracruz)	Cichlidae		Autogénica				Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Procamallanus rebecae</i> Yrade-Salas, Pineda-López y García-Magaña, 1994	México (Campeche, Tabasco, Quintana Roo)	Cichlidae, Belonidae, Characidae, Centropomidae		Autogénica	Trófica	Copépodos	Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Capillaria cyprinodonticola</i> Huffman y Bullock, 1973	México (Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos y Puebla) y Estados Unidos	Characidae, Cichlidae, Goodeidae, Poeciliidae		Autogénica	Trófica	Copépodos	Peces dulceacuícolas	Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009 <sup>a</sup>
<i>Capillaria (Hepatocapillaria) cichlasomae</i> Moravec, Scholz y Mendoza-Franco, 1995	México (Yucatán)	Cichlidae		Autogénica	Trófica	Copépodos	Cíclidos	Moravec et al., 1995; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Raillietnema kritscheri</i> Moravec, Salgado-Maldonado y Pineda-López, 1993	México (Chiapas, Campeche, Tabasco)	Cichlidae		Autogénica	Directa		Cíclidos	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Dichelyne mexicanus</i> Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado- Maldonado, 1999	México (Guerrero, Nayarit, Tamaulipas, Oaxaca y Veracruz)	Cichlidae, Mugilidae, Ictaluridae		Autogénica				Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009 <sup>a</sup>
<i>Cucullanus caballeroi</i> Petter, 1977	México (Oaxaca, Veracruz)	Cichlidae, Eleotridae, Heptapteridae		Autogénica				Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Cucullanus angeli</i> Cabañas-Carranza y Caspeta-Mandujano, 2007	México (Chiapas)	Cichlidae		Autogénica				Cabañas-Carranza y Caspeta- Mandujano, 2007; Salgado- Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2016; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Cucullanus</i> sp.	México (Chiapas, Tabasco, Yucatán, Campeche e Hidalgo)	Cichlidae, Ariidae, Ictaluridae		Autogénica				Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado et al., 2016; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Spinitectus</i> sp.		Cichlidae, Cyprinidae, Eleotridae, Goodeidae, Heptapteridae, Ictaluridae, Poeciliidae		Autogénica				Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Mexiconema</i> <i>cichlasomae</i> Moravec, Vidal y Salgado-Maldonado, 1992	México (Campeche, Tabasco, Yucatán y Veracruz)	Ariidae, Cichlidae, Poeciliidae		Autogénica				Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz- Martínez, 2013



HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Philometra poblana</i> Caspeta-Mandujano, Granados-Ramírez y Peralta-Rodríguez, 2009	México (Puebla)	Cichlidae		Autogénica				Caspeta-Mandujano et al., 2009b; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Beaninema nayaritense</i> Caspeta-Mandujano, Moravec y Salgado-Maldonado, 2001	México (Nayarit)	Cichlidae		Autogénica				Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013
<i>Rhabdochona kidderi</i> Pearse, 1936	México (Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz y Yucatán) y Estados Unidos	Bythidae, Cichlidae, Clupeidae, Eleotridae, Heptapteridae, Ictaluridae, Poeciliidae		Autogénica	Directa		Peces dulceacuícolas	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Salgado-Maldonado y Quiroz-Martínez, 2013; Salgado-Maldonado et al., 2016; Salgado-Maldonado et al., 2020
Nematodos (larvas)								
Acuariidae gen. sp.	México (Chiapas, Morelos y Yucatán)	Cichlidae, Heptapteridae		Alogénica	Trófica	Artrópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009a; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Contraecum multipapillatum</i> (Von Drasche, 1882)	México (Michoacán, Campeche y Yucatán)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 1997; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Contraecum</i> sp.	México (Guerrero)	Anguillidae, Ariidae, Atherinopsidae, Lepisosteidae,		Alogénica	Trófica	Gasterópodos y peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Violante-González et al., 2008; Paredes-Trujillo et al., 2020; Salgado-Maldonado et al., 2020

		Scianidae, Synbranchidae, Characidae, Cichlidae, Heptapteridae, Gobiidae, Goodeidae, Eleotridae, Ictaluridae, Centropomidae, Clupeidae, Cyprinidae, Poeciliidae					
<i>Hysterothylacium cenotae</i> (Pearse, 1936)	México (Yucatán y Quintana Roo)	Cichlidae	Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Hysterothylacium</i> sp.	México (Yucatán y Quintana Roo)	Cichlidae, Ictaluridae	Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Pseudoterranova</i> sp.	México (Yucatán y Quintana Roo)	Cichlidae	Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Serpinema trispinosum</i> (Leidy, 1852)	México (Campeche, Chiapas, Yucatán, Durango, Tabasco, Veracruz y Guerrero)	Cichlidae, Eleotridae, Goodeidae, Heptapteridae, Synbranchidae	Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Reptiles	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009 <sup>a</sup>
<i>Eustrongylides</i> sp.	México (Campeche, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Morelos, Michoacán, Oaxaca, San Luis Potosí, Veracruz y Yucatán)	Atherinopsidae, Centrarchidae, Cichlidae, Cyprinidae, Eleotridae, Goodeidae, Heptapteridae, Ictaluridae, Poeciliidae	Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006; Caspeta-Mandujano et al., 2009 <sup>a</sup>

HELMINTO	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO	FAMILIA DE HOSPEDEROS	ÚNICOS HOSPEDEROS CÍCLIDOS	CICLO DE VIDA	VÍA DE INFECCIÓN	HOSPEDERO INTERMEDIARIO	HOSPEDERO DEFINITIVO	REFERENCIA
<i>Gnathostoma binucleatum</i> Almeyda-Artigas, 1991	México (Nayarit, Sinaloa, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Tabasco)	Ariidae, Cichlidae, Heptapteridae, Centropomidae, Eleotridae, Heptapteridae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Gnathostoma</i> sp.	México (Sinaloa, Oaxaca, Guerrero y Michoacán)	Cichlidae, Eleotrodae, Goodeidae, Heptapteridae, Ictaluridae		Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Aves piscívoras	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006
<i>Spiroxys</i> sp.	México (Veracruz, Michoacán, Guanajuato, Yucatán, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí, Campeche y Durango)	Atherinopsidae, Characidae, Cichlidae, Centrarchidae, Synbranchidae, Cyprinidae, Eleotridae, Goodeidae, Heptapteridae, Ictaluridae, Lepisosteidae, Mugilidae, Poeciliidae		Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Tortugas	Salgado-Maldonado et al., 1997; Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado et al., 2005; Salgado-Maldonado, 2006; Salgado-Maldonado et al., 2020
<i>Cruzia</i> sp.	México (Tabasco)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Mamíferos	Salgado-Maldonado, 2006
<i>Falcaustra affinis</i> (Leidy, 1856)	México (Yucatán)	Cichlidae		Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Tortugas	Salgado-Maldonado, 2006
<i>Falcaustra</i> sp.	México (Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán)	Cichlidae, Characidae, Eleotridae,		Alogénica	Trófica	Peces dulceacuícolas	Tortugas	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006

		Goodeidae, Heptapteridae, Poeciliidae					
<i>Physocephalus sexalatus</i> (Molin, 1860)	México (Yucatán)	Cichlidae, Heptapteridae	Alogénica	Trófica	Coleópteros, hospederos de transporte (Anfibios, reptiles, aves y peces dulceacuícolas)	Ganado bovino	Vidal-Martínez et al., 2001; Salgado-Maldonado, 2006

---

**APÉNDICE VI:  
ESTRUCTURACIÓN DE LAS  
MATRICES DE DATOS**

**Apéndice VI:** Captura de datos en matrices, elaboración de matrices 2x2 para manejo y análisis de datos de cada hospedero y localidad.

### 1.1 Geolocalización de las localidades de colecta

Localidad	Puente la luz	Ojo de Agua	San Francisco	Presa Malpaso
No. de localidad	LOC_1	LOC_2	LOC_3	LOC_4
Latitud	16.536697	16.53982	16.59624	17.05825
Longitud	-92.892146	-92.91245	-92.96179	-93.4658
ASNM (m)	438	455	458	178
Peces examinados	3	17	10	25
Fecha de colecta	11-ago-19	11-ago-19	11-ago-19	14-ago-19
Fecha de examen	12-ago-19	12-ago-19	12-ago-19	15-ago-19

### 1.2 Caracterización limnológica de cuatro localidades en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas

**Tabla 59.** Parámetros limnológicos de cada una de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones).

Parámetro limnológico	Puente la Luz	Ojo de Agua	San Francisco	Presa Malpaso
Temperatura °C	25.44	28.03	30.88	31.22
TSD ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	260	503	1600.33	234
Salinidad ( $^{\circ}/_{\infty}$ )	1.37	0.49	1.67	0.22
Oxígeno Disuelto (%)	50.3	74.17	80.43	74.3
pH	8.25	8.03	8.03	8.1

### 1.3 Estructura del hábitat

**Tabla 60.** Estructura del hábitat de las localidades de muestreo (valores basados en el promedio de las mediciones).

<b>Variable de la estructura del hábitat</b>	<b>Puente la Luz</b>	<b>Ojo de Agua</b>	<b>San Francisco</b>	<b>Presa Malpaso</b>
Altitud	438	455	458	178
Ancho del río (m)	4.17	5.72	7.9	100
Profundidad (cm)	25.44	30.38	50.61	230
Transparencia (cm)	11	10	24	80
Corriente (%)	33.33	50	96.67	0
Pequeños rápidos (%)	33.33	10	0	0
Rápidos (%)	0	6.67	3.33	0
Remansos (%)	33.33	0	0	0
Pozas (%)	0	33.33	3.33	100
Cobertura del dosel (%)	65	5	90	0
Hábitat (%)	55	46.67	3.33	75
Vegetación en el agua (%)	2.67	35	0	0
Erosión del lado derecho (%)	100	100	100	100
Erosión del lado izquierdo (%)	100	100	100	100
Pequeñas partes de árboles (%)	0	0	0	20
Grandes partes de árboles (%)	0	0	0	51

### 1.3 Tipo de sustrato

**Tabla 61.** Tipo de sustrato en cuatro localidades del río Grijalva

<b>Tipo de sustrato</b>	<b>Puente la Luz</b>	<b>Ojo de Agua</b>	<b>San Francisco</b>	<b>Presa Malpaso</b>
Detritus (%)	0	0	0	0
Arcilla (%)	0	0	0	0
Lodo (%)	33.33	63.33	10	50
Arena (%)	6.67	6.67	26.67	25
Grava (%)	6.67	30	0	20
Cantos rodados (%)	35.56	0	30	5
Bloques (%)	0	0	33.33	0

## 1.4 Infracomunidad de los helmintos recolectados en cíclidos

**Tabla 62.** Datos registrados a nivel infracomunidad de las poblaciones de helmintos de siete especies de cíclidos recolectados en la cuenca media del río Grijalva, Chiapas. Los acrónimos utilizados fueron los siguientes: LT\_PEZ: Longitud total, LP\_PEZ: Longitud patrón, ALT\_PEZ: Altura, OLMA: *Oligogonotylus manteri*, CRCI: *Crassicutis cichlasomae*, CLIN: *Clinostomum* sp., POMI: *Posthodiplostomum minimum*, UVSP: *Uvulifer* sp., AUS1: *Austrodiplostomum* sp. 1, AUS2: *Austrodiplostomum* sp. 2, AUS3: *Austrodiplostomum* sp. 3, CEFO: *Centrocestus formosanus*, MET: Metacercaria Heterophyidae gen, MET1: Metacercaria sp. 1, MET2: Metacercarias sp. 2, MET3: Metacercarias sp. 3, MET4: Metacercarias sp. 4, MET5: Metacercarias sp. 5, SIME: *Sciadicleithrum mexicanum*, NEGO: *Neoechinorhynchus golvani*, RAKI: *Rhabdochona kidderi*, GON: *Goezia nonipapillata*, RAKR: *Rhabdochona kidderi*, COLA: *Contracaecum* sp. (larva), LANE: Larvas de Nemátodos

No. de hoja De campo	LOCALIDAD	#_PEZ	HOSPEDERO	LT_PEZ	LP_PEZ	ALT_PEZ	PESO	SEXO	OLMA	CRCI	CLIN	POMI	UVSP	AUS1	AUS2	AUS3	CEFO	MET	MET1	MET2	MET3	MET4	MET5	SIME	NEGO	RAKI	GONO	RAKR	COLA	LANE
11923	PL	PL_1	<i>P. hartwegi</i>	105	87	39	17.6	SD	0	2	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
11927 <sup>a</sup>	PL	PL_2	<i>P. hartwegi</i>	98	85	34	1.3	H	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6
11938	PL	PL_3	<i>C. grammodes</i>	54	44	17	2.5	M	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11916	OA	OA_1	<i>C. grammodes</i>	85	70	30	9.2	SD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11917	OA	OA_2	<i>C. grammodes</i>	67	52	17	4.4	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11918	OA	OA_3	<i>C. grammodes</i>	61	54	13	2.3	SD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1197B	OA	OA_4	<i>C. grammodes</i>	27	26	19	1.3	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11940	OA	OA_5	<i>C. grammodes</i>	45	41	20	1.2	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11948	OA	OA_6	<i>C. grammodes</i>	82	66	25	7.8	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11957	OA	OA_7	<i>C. grammodes</i>	120	97	35	25.2	H	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
11959	OA	OA_8	<i>C. grammodes</i>	46	37	18	1.6	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11961	OA	OA_9	<i>C. grammodes</i>	67	53	26	5.7	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11962	OA	OA_10	<i>C. grammodes</i>	61	49	19	-	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11965	OA	OA_11	<i>C. grammodes</i>	80	60	28	8.1	SD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11966	OA	OA_12	<i>C. grammodes</i>	60	48	19	-	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11967	OA	OA_13	<i>C. grammodes</i>	76	66	26	6.5	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0







## 1.5 Componente de comunidad de los helmintos recolectados en cíclidos

**Tabla 63.** Datos registrados a nivel componente de comunidad de siete especies de helmintos en la cuenca media del río Grijalva. Chiapas. Los acrónimos utilizados fueron los siguientes: PL: Puente la Luz, OA: Ojo de Agua, SF: San Francisco, PM: Presa Malpaso, LT\_PEZ: Longitud total, LP\_PEZ: Longitud patrón, ALT\_PEZ: Altura, OLMA: *Oligogonotylus manteri*, CRCI: *Crassicutis cichlasomae*, CLIN: *Clinostomum* sp., POMI: *Posthodiplostomum minimum*, UVSP: *Uvulifer* sp., AUS1: *Austrodiplostomum* sp. 1, AUS2: *Austrodiplostomum* sp. 2, AUS3: *Austrodiplostomum* sp. 3, CEFO: *Centrocestus formosanus*, MET: Metacercaria Heterophyidae gen, MET1: Metacercaria sp. 1, MET2: Metacercarias sp. 2, MET3: Metacercarias sp. 3, MET4: Metacercarias sp. 4, MET5: Metacercarias sp. 5, SIME: *Sciadicleithrum mexicanum*, NEGO: *Neoechinorhynchus golvani*, RAKI: *Rhabdochona kidderi*, GON: *Goezia nonipapillata*, RAKR: *Rhabdochona kidderi*, COLA: *Contraecaecum* sp. (larva), LANE: Larvas de Nemátodos

LOCALIDAD	HOSPEDERO	Hospederos examinados	OLMA	CRCI	CLIN	POMI	UVSP	AUS1	AUS2	AUS3	CEFO	MET	MET1	MET2	MET3	MET4	MET5	SIME	NEGO	RAKI	GONO	RAKR	COLA	LANE	Total de helmintos
PL	<i>P. hartwegi</i>	2	0	2	3	6	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	6	32
PL	<i>C. grammodes</i>	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
OA	<i>C. grammodes</i>	16	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6
OA	<i>P. splendida</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
SF	<i>C. grammodes</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	20	70	0	0	0	0	0	0	0	3	0	94
PM	<i>M. urophthalmus</i>	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	306	0	0	0	0	13	0	0	0	321
PM	<i>P. splendida</i>	11	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
PM	<i>T. helleri</i>	3	0	12	3	0	0	5	44	42	0	0	0	0	0	0	334	0	0	0	0	0	0	0	440
PM	<i>C. pearsei</i>	6	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	48	0	0	54
PM	<i>T. salvini</i>	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

## BIBLIOGRAFÍA

- Achatz T.J., Curran S.S., Patitucci K.F., Fecchio A., Tkach V.V. (2019) Phylogenetic Affinities of *Uvulifer* sp. (Digenea: Diplostomidae) in the Americas with Description of Two New Species from Peruvian Amazon. *Journal of Parasitology*, **105**: 704-717. <https://doi.org/10.1645/19-61>
- Albuquerque N.B., Morey G.A.M., Morais A.M., Malta J.C.D.O. (2017) Metacercárias de *Austrodiplostomum compactum* (Lutz, 1928) (Trematoda, Diplostomidae) infectando os olhos de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Scienidae) do Lago Catalão, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, **47**: 141-146.
- Arguedas C., Dolz G., Romero Z., Jimenez R., León A. (1999) *Centrocestus formosanus* (Opisthorchiida: Heterophyidae) como causa de muerte de alevines de tilapia gris *Oreochromis niloticus* (Perciforme: Cichlidae) en el Pacífico seco de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, **47**: 359–363.
- Barrios-Gutiérrez J.J., Martínez-Ramírez E., Gómez-Ugalde R.M., García-Varela M., Pinacho-Pinacho C.D. (2018) Helmintos parásitos de los peces dulceacuícolas de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, región Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **89**: 29-38. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.1851>
- Bravo-Hollis M., Arroyo G. (1962) Tremátodos de peces de Costa Rica. Sobre dos especies del género *Crassicutis* Manter 1936 (Lepocreadiidae Nicoll, 1914) del intestino de *Cichlasoma* sp. *Revista de Biología Tropical*, **10**: 229–235.
- Cabañas-Carranza G., Caspeta-Mandujano J.M. (2007) A New Cucullanid Species (Nematoda) from the Freshwater Fish *Vieja intermedia* (Günther, 1862) (Cichlidae) in Mexico. *The Journal of Parasitology*, **93**: 646–649. <https://doi.org/10.1645/GE-987R.1>
- Calhoun D., Leslie K., Riepe T., Achatz T., McDevitt-Galles T., Tkach V., Johnson P. (2019). Patterns of *Clinostomum marginatum* infection in fishes and amphibians: Integration of field, genetic, and experimental approaches. *Journal of Helminthology*, **94**: E44. <http://doi.org/10.1017/S0022149X18001244>
- Carvalho A.R., Azevedo R.K., Abdallah V.D., Luque J.L.F. (2012) Metacercárias de diplostomidae (Digenea: Diplostomoidea) em *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, **34**: 233–239. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v34i2.5957>
- Caspeta-Mandujano J.M. (2010) Nemátodos parásitos de peces de agua dulce de México: Claves de identificación y distribución de la especies. (Primera Ed; S. A. AGT Editor, ed.).
- Caspeta-Mandujano J.M., Cabañas-Carranza G., Mendoza-Franco E.F. (2009a) Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas mexicanos. Caso Morelos. Cuernavaca/México DF: UAEM/AGT editorial, 1-129.

- Caspeta-Mandujano J.M., Granados-Ramírez J.G., Peralta-Rodríguez J.L. (2009 b) A new philometrid species (Nematoda) from the freshwater fish *Cichlasoma istlanum* (Jordan and Snyder, 1899) (Cichlidae) in Mexico. *The Journal of Parasitology*, **95**:403–406. <https://doi.org/10.1645/GE-1768.1>
- Conkel D. (1997) Cichlids of North and Central America (Y. B. Neptune, ed.). New Jersey
- Drago F., Núñez V. (2017a) Clase Monogenea. In U. N. de la Plata (Ed.), *Macroparásitos Diversidad y biología* (pp. 68–80). Argentina.
- Drago F., Núñez V. (2017b) Phylum Acanthocephala. In *Macroparásitos Diversidad y biología* (Editorial, pp. 112–125). Argentina.
- Dziekońska-Rynko J., Rokicki J. (2007) Life cycle of the nematode *Contracaecum rudolphii* Hartwig, 1964 (sensu lato) from northern Poland under laboratory conditions. *Helminthologia*, **44**: 95–102. <https://doi.org/10.2478/s11687-007-0013-9>
- Elosegil A., Sabater S. (2009) Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Dinámica y relevancia de la materia orgánica. Barcelona (España): *Fundación BBVA*, 141-148. [https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE\\_2009\\_conceptos\\_ecologia\\_fluvial.pdf](https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2009_conceptos_ecologia_fluvial.pdf)
- Fannes W., Vanhove M.P.M., Huyse T. (2017) Redescription of *Cichlidogyrus tiberianus* Paperna, 1960 and *C. dossoui* Douëllou, 1993 (Monogenea: Ancyrocephalidae), with special reference to the male copulatory organ. *Systematic Parasitology*, **94**: 133–144. <https://doi.org/10.1007/s11230-016-9685-1>
- Flores-Crespo J., Flores-Crespo R. (2003) Monogeneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo. *Técnica Pecuaria en México*, **41**: 175-192. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61341205>
- Gibson D., Rodney B., Jones A. (2002) Keys to the trematoda Vol. 1. CAB International, Wallingford, UK.
- González-Solís D., Moravec F. (2002) A new attractid nematode, *Atractis vidali* sp. n. (Nematoda: Atractidae), from cichlid fishes in southern Mexico. *Folia Parasitologica*, **49**: 227-230.
- González-Solís D., Moravec F. (2004) Two new nematode species, *Orientattractis campechensis* n. sp. and *Orientattractis chiapasensis* n. sp. (Nematoda: Atractidae) from cichlid fishes in southern Mexico and Nicaragua. *Journal of Parasitology*, **90**: 1443-1449. <https://doi.org/10.1645/GE-3366>
- Jones A., Bray R.A., Gibson D.I. (2005) Keys to the Trematoda. Vol. 2. Wallingford: CABI.
- Kopp D.A., Elke D.A., Caddigan S.C., Raj A., Rodriguez L., Young M.K., Sparkes T.C. (2011) Dispersal in the Acanthocephalan *Acanthocephalus dirus*. *Journal of Parasitology*, **97**: 101–1105. <https://doi.org/10.1645/GE-2750.1>

- Kritsky D.C., Vidal-Martinez V.M., Rodriguez-Canul R. (1994) Neotropical monogenoidea. Dactylogyridae of cichlids (Perciformes) from the Yucatan Peninsula, with descriptions of three new species of *Sciadicleithrum* Kritsky, Thatcher and Boeger, 1989. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, **61**: 26-33.
- Lamothe-Argumedo R. (1997) Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. A.G.T. Editor, S.A., México, 43 pp.
- May-Tec A., Herrera-Castillo N., Vidal-Martínez V., Aguirre-Macedo M. (2020) Following the infection dynamics of the tropical trematode *Oligogonotylus mayae* in its intermediate and definitive hosts for 13 years. *Journal of Helminthology*, **94**, E208. <http://doi.org/10.1017/S0022149X20000875>
- Mendoza-Franco E., Vidal-Martínez V., Aguirre-Macedo L., Rodríguez-Canul R., Scholz T. (2000) Species of *Sciadicleithrum* (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) of cichlid fishes from southeastern Mexico and Guatemala: new morphological data and host and geographical records. *Comparative Parasitology*, **67**: 85-91.
- Mendoza-Palmero C., Blasco-Costa I., Hernández-Mena D., Pérez-Ponce de León G. (2017). *Parasciadicleithrum octofasciatum* n. gen., n. sp. (Monogenoidea: Dactylogyridae), parasite of *Rocio octofasciata* (Regan) (Cichlidae: Perciformes) from Mexico characterised by morphological and molecular evidence. *Parasitology International*, **66**: 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2017.01.006>
- Rush-Miller R. (2009) Peces dulceacuícolas de México. Cuarta parte, Familia Cichlidae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Ictiológica Mexicana. México, D.F. 386. <https://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/libros/IndicePeces.pdf>
- Monks S., Pulido-Flores G., Violante-González J. (2011) A new species of *Neoechinorhynchus* (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) in *Dormitator latifrons* (Perciformes: Eleotridae) from the Pacific coast of Mexico. *Comparative Parasitology*, **78**: 21-28. <https://doi.org/10.1654/4462.1>
- Montoya-Mendoza J., Chávez-López R., Franco-López J. (2004) Helminths from *Dormitator maculatus* (Pisces: Eleotridae) in Alvarado Lagoon, Veracruz, Mexico, and Supplemental Data for *Clinostomum complanatum* Rudolphi, 1814 from *Egretta caerulea* (Aves: Ardeidae). *Gulf and Caribbean Research*, **16**: 115–127. <https://doi.org/10.18785/gcr.1601.19>
- Montoya-Mendoza J., Fernández-Peña L.M., Salgado-Maldonado G., del Refugio Castañeda-Chávez M., Mendoza-Franco E.F. (2021) Helminth Communities of *Anisotremus virginicus* (Perciformes: Haemulidae) in Veracruz, Mexico. *The Journal of Parasitology*, **107**: 364-368. <https://doi.org/10.1645/20-23>
- Montoya-Mendoza J., Lango Reynoso F., Castañeda Chávez M.D.R. (2016) Monogéneos parásitos de *Oreochromis* spp., en punto de venta. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, **7**: 949-952.

- Moravec F., Salgado-Maldonado G., Pineda-López R. (1993) *Raillietnema kraitscheri* sp. n. (Nematoda: Cosmocercidae) from *Cichlasoma* spp. (Pisces) from Mexico. *Annalen Des Naturhistorischen Museums in Wien. Serie B Für Botanik Und Zoologie*, 94/95, 35–40.
- Moravec F., Scholz T., Mendoza Franco E. (1995) *Capillaria (Hepatocapillaria) cichlasomae* (Nematoda: Capillariidae) from the liver of the cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from Yucatan, Mexico. *Folia Parasitol.* **42**: 65-68.
- Mosqueda-Cabrera M.Á., Labastida-Valerio J.Á., Sotelo-Viveros A.M., Becerra-García R.E., Jiménez-García M.I. (2019) Helminths del pez anual *Millerichthys robustus* (Teleostei: Rivulidae), una especie endémica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **90**: 1-11. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2652>
- Ostrowski de Núñez M. (2017) Redescription of *Austrodiplostomum compactum* (Trematoda: Diplostomidae) from its Type Host and Locality in Venezuela, and of *Austrodiplostomum mordax* from Argentina. *Journal of Parasitology*, **103**: 497–505. <https://doi.org/10.1645/16-128>
- Paes J.V., Carvalho E.D., Silva R.J. (2010) Infection levels of *Austrodiplostomum compactum* (Digenea, Diplostomidae) metacercariae in *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae) from the Nova Avanhandava reservoir, so Paulo State, Brazil. *Journal of Helminthology*, **84**: 284–291. <https://doi.org/10.1017/S0022149X09990617>
- Paredes-Trujillo A., Martínez-Aquino A., Rodiles-Hernández R., González-Solís D. (2020) Metazoan parasite communities of three endemic cichlid fish species from the upper Grijalva River, Chiapas, Mexico. *Helminthologia*, **57**: 344-352. doi: 10.2478/helm-2020-0041
- Pérez-Ponce de León G., Razo-Mendivil U., García-Magaña L. (2012) Morphological and molecular evidences for the existence of two new species of *Homalometron* (Digenea: Apocreadiidae), parasites of cichlids (Osteichthyes: Cichlidae). *Zootaxa*, **3407**:37-48.
- Pérez-Ponce de León G., Lagunas-Calvo O., García-Prieto L., Briosio-Aguilar R., 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 Helminthology*, **92**: 279-290. <http://doi.org/10.1017/S0022149X17000438>
- Pérez-Ponce de León G., Rosas-Valdez R., Aguilar-Aguilar R., Mendoza-Garfias B., Mendoza-Palmero C., García-Prieto L., Rojas-Sánchez A., Briosio-Aguilar R., Pérez-Rodríguez R., Domínguez-Domínguez O. (2010) Helminth parasites of freshwater fishes, Nazas River basin, northern Mexico. *Check List*, **6**:26-35. <https://doi.org/10.15560/6.1.026>
- Pérez-Ponce de León G., Razo-Mendivil U., Rosas-Valdez R., Mendoza-Garfias, B., Mejía-Madrid H. (2008) Description of a new species of *Crassicutis* Manter, 1936, parasite of *Cichlasoma beani* Jordan (Osteichthyes: Cichlidae) in Mexico, based on

morphology and sequences of the ITS1 and 28S ribosomal RNA genes. *Journal of Parasitology*, **94**: 257-263. <https://doi.org/10.1645/GE-1224.1>

Pinacho-Pinacho C.D., Hernández-Orts J.S., Sereno-Urbe A.L., Pérez-Ponce de León G., García-Varela M. (2017) *Mayarhynchus karlae* ng, n. sp. (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae), a parasite of cichlids (Perciformes: Cichlidae) in southeastern Mexico, with comments on the paraphyly of *Neoechinorhynchus* Stiles & Hassall, 1905. *Systematic Parasitology*, **94**: 351-365. <https://doi.org/10.1007/s11230-017-9704-x>

Pulido-Flores G., Monks S., Falcón-Ordaz J., Violante-González J. (2015) Helmintos parásitos de fauna silvestre en las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México. *Estudios en Biodiversidad*, **6**: 52-77.

Ritossa L., Flores V., Viozzi G. (2013) Life-Cycle Stages of a *Posthodiplostomum* Species (Digenea: Diplostomidae) from Patagonia, Argentina. *Journal of Parasitology*, **99**: 777–780. <https://doi.org/10.1645/12-170.1>

Rodney B., Gibson D., Jones A. (2008). Keys to the Trematoda Vol 3 (U. K. : N. H. M. Wallingford, ed.).

Rosser T.G., Alberson N.R., Woodyard E.T., Cunningham F.L., Pote L.M., Griffin M.J. (2017) *Clinostomum album* n. sp. and *Clinostomum marginatum* (Rudolphi, 1819), parasites of the great egret *Ardea alba* L. from Mississippi, USA. *Systematic Parasitology*, **94**: 35-49. DOI 10.1007/s11230-016-9686-0

Salgado-Maldonado G., Caspeta-Mandujano J.M., Moravec F., Soto-Galera E., Rodiles-Hernández R., Cabañas-Carranza G., Montoya-Mendoza J. (2011) Helminth parasites of freshwater fish in Chiapas, Mexico. *Parasitology Research*, **108**: 31-59. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-2035-3>

Salgado-Maldonado G., Pineda-López R., García-Magaña L., López-Jiménez S., Vidal-Martínez V.M., Aguirre-Macedo M.L. (2005) Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas. In: Bueno, J., Álvarez, F. y Santiago, S. (Eds.) Biodiversidad del estado de Tabasco. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, México pp. 145–166.

Salgado-Maldonado G. (1978) Acantocéfalos de peces. Descripción de dos especies nuevas de *Neoechinorhynchus* Hamann, 1892 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) y algunas consideraciones sobre este género. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* **49**: 35-48.

Salgado-Maldonado G. (2006) Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa*, **1324**: 1-357.

Salgado-Maldonado G. (2009) Manual de prácticas de parasitología con énfasis en helmintos parásitos de peces de agua dulce y otros animales silvestres de México. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México.



[http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/s/salgado/manual/manual\\_prac\\_parasitol.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/s/salgado/manual/manual_prac_parasitol.pdf)

- Salgado-Maldonado G. (2013) Redescription of *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *golvani* Salgado-Maldonado, 1978 (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae) and description of a new species from freshwater cichlids (Teleostei: Cichlidae) in Mexico. *Parasitology Research*, **112**: 1891-1901. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3374-7>
- Salgado-Maldonado G., Kennedy C.R. (1997). Richness and similarity of helminth communities in the tropical fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasitology*, **114**: 581–590. <http://doi.org/10.1017/S0031182097008810>
- Salgado-Maldonado G., Novelo-Turcotte M.T. (2009) *Acanthocephalus amini* n. sp. (Acanthocephala: Echinorhynchidae) from the freshwater fish *Cichlasoma urophthalmus* (Günther) (Cichlidae) in Mexico. *Systematic Parasitology*, **73**: 193-198. <https://doi.org/10.1007/s11230-009-9189-3>
- Salgado-Maldonado G., Quiroz-Martínez B. (2013) Taxonomic composition and endemism of the helminth fauna of freshwater fishes of Mexico. *Parasitology Research*, **112**: 1-18. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-3175-4>
- Salgado-Maldonado G., Aguilar-Aguilar R., Cabañas-Carranza G., Soto-Galera E., Mendoza-Palmero C. (2005) Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, Mexico. *Parasitology Research*, **96**: 69-89. <https://doi.org/10.1007/s00436-005-1315-9>
- Salgado-Maldonado G., Caspeta-Mandujano J.M., Martínez-Ramírez E., Montoya-Mendoza J., Mendoza-Franco E.F. (2020) Diversity of helminth parasites of freshwater fish in the headwaters of the Coatzacoalcos River, in Oaxaca, Mexico. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, **12**: 142-149. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.05.008>
- Salgado-Maldonado G., Pineda-López R., Vidal-Martínez V.M., Kennedy C.R. (1997) A checklist of metazoan parasites of cichlid fish from Mexico. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, **64**: 195-207.
- Scholz T., Aguirre-Macedo M.L., Salgado-Maldonado G. (2001) Trematodes of the family Heterophyidae (Digenea) in Mexico: A review of species and new host and geographical records. *Journal of Natural History*, **35**: 1733–1772. <https://doi.org/10.1080/00222930152667087>
- Scholz T., Lavadores I.P., Vargas J.V., Mendoza E.F., Rodríguez C., Vivas C.R. (1994) Life Cycle of *Oligogonotylus manteri* (Digenea: Cryptogonimidae), a Parasite of Cichlid Fishes in Southern Mexico. *Helminthology*, **61**: 190–199.
- Scholz T., Pech-Ek M.C.F., Rodríguez-Canul R. (1995) Biology of *Crassicutis cichlasomae*, a Parasite of Cichlid Fishes in Mexico and Central America. *Journal of Helminthology*, **69**: 69–75. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00013869>

- Scholz T., Salgado-Maldonado G. (2000) The Introduction and Dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: A Review. *American Midland Naturalist*, **143**: 185–200. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2000\)143\[0185:tiadoc\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2000)143[0185:tiadoc]2.0.co;2)
- Scholz T. (1998) Parásitos de peces nativos de cenotes de la Península de Yucatán, un ecosistema único en México. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. P099. México, D.F.  
<http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfP099.pdf>
- Soares-Lima M.J., Veiga R.P., Sousa L.F., Barbosa de Santana M., Brito-Oliveira M.S., Tavares-Dias M., Corrêa LL. (2019). Metacercariae of *Austrodiplostomum* spp. (Digenea: Diplostomidae) infecting the eyes and brains of fish in Brazilian Amazon. *Arquivos do Instituto Biológico*, **86**: 1–7. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000932018>
- Velázquez-Velázquez E., Gómez-González A.E., Anzueto-Calvo M.J., Villatoro-Álvarez V.A. (2014) Peces del Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 63 p.
- Vidal-Martínez V.M., Aguirre-Macedo M.L., Scholz T., González-Solís D., Mendoza-Franco E.F. (2001) Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academia, Academy of Sciences of the Czech Republic.
- Violante-González J., Aguirre-Macedo M., Rojas-Herrera A. (2008) Comunidad de parásitos metazoarios de la charra *Cichlasoma trimaculatum* en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **79**: 405-412.
- Watson D.E. (1976) Digenea of Fishes from Lake Nicaragua. *Sciences-New York*, 251–260. <https://digitalcommons.unl.edu/ichthynicar/15>
- Yamaguti S. (1971) Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. Vol. 1. Kiegaku Publishing. Tokio, Japan.