

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y
PREVALENCIA DE *Posthodiplostomum* spp. EN PECES
DE LAS FAMILIAS Cichlidae y Poeciliidae DEL RÍO
MOTAGUA, ZACAPA, GUATEMALA, JUNIO-JULIO 2018.**

AMANDA PAOLA MORALES RAMÍREZ

Médica Veterinaria

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PREVALENCIA DE
Phostodiplostomum spp. EN PECES DE LAS FAMILIAS Cichlidae y
Poeciliidae DEL RÍO MOTAGUA, ZACAPA, GUATEMALA, JUNIO-
JULIO 2018**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
POR**

AMANDA PAOLA MORALES RAMÍREZ

Al confiársele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yasmin Adalí Sian Gamboa
VOCAL V:	Br. Maria Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

M.V. ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ

M.A. LUDWIG ESTUARDO FIGUEROA HERNÁNDEZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y
PREVALENCIA DE *Posthodiplostomum* spp. EN PECES
DE LAS FAMILIAS Cichlidae y Poeciliidae DEL RÍO
MOTAGUA, ZACAPA, GUATEMALA, JUNIO-JULIO 2018.**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la vida y ser mi guía en todo momento.

A MIS PADRES:

Carlos Morales y Elvia Ramírez por su amor inmenso, apoyo incondicional y sobre todo por ser ejemplo de lucha, valentía, perseverancia y superación. Gracias por ser los principales promotores de mis sueños y los más grandes aliados en la lucha constante para alcanzar este objetivo. Gracias por nunca haber dejado de creer en mí.

A MI MADRE:

Elvira Chávez por dedicar gran parte de su vida a mi cuidado y bienestar, por siempre estar presente en mi vida demostrándome su inmenso amor.

A MIS HERMANAS:

Gabriela y Josselyn por su apoyo infinito e incondicional. Contar con ustedes hace que todo sea mucho más fácil, gracias por todo, las quiero mucho.

A MI FAMILIA:

Abuelos, tíos, primos y sobrinos; por su cariño y apoyo. Es una bendición contar con ustedes y poderlos llamar familia.

A SILVIA ALVAREZ:

Por darme tu apoyo incondicional durante mi carrera. Recuerdo con mucho cariño todas nuestras noches terminando tareas o estudiando para algún examen, te quiero mucho y siempre te estaré agradecida.

A ELIFAS SILVA:

Por acompañarme en este proceso de principio a fin. Gracias por involucrarte en cada etapa y por siempre estar dispuesto a ayudar sin importar hora o día, te amo.

A DANIEL VASQUEZ:

Por siempre ser ese amigo incondicional, te quiero mucho.

A KAREN RAMÍREZ:

Por estar conmigo en cada etapa de la vida, apoyándome, escuchándome y reconfortándome cuando ha sido necesario. Gracias por tanto, siempre serás mi persona favorita.

A SASHIRA DÍAZ:

Por ser la amiga inseparable, esa que siempre ha estado conmigo compartiendo los buenos y malos momentos, sin duda alguna tu amistad ha sido una de las más grandes bendiciones en mi vida, te quiero mucho.

A MIS AMIGOS:

Gracias por estar en mi vida y llenarme de momentos felices, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

USAC: Especialmente, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme formado como profesional.

IICUNZAC: Especialmente al PhD. Manuel Barrios, quien generosamente abrió las puertas de su laboratorio y me brindó el equipo, los materiales y el apoyo necesario para llevar a cabo esta investigación.

IBUNAM: Al laboratorio de Helmintología, especialmente al PhD Alejandro Ocegüera Figueroa y al M.Sc. Luis García Prieto por su invaluable apoyo, orientación y asesoría. Todo mi respeto, admiración y profundo agradecimiento para ambos.

A MIS ASESORES: M.V. Alejandro Hun, M.A. Ludwig Figueroa y M.Sc. Roderico Hernández Chea, agradezco profundamente el apoyo, los consejos y las atenciones que recibí durante la realización de esta investigación. Gracias por la generosidad y amabilidad con la que siempre me atendieron, fue un honor trabajar bajo su asesoría.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Género <i>Posthodiplostomum</i>	4
3.2 Clasificación taxonómica.....	4
3.3 Morfología	5
3.4 Ciclo biológico	6
3.5 Identificación de posibles hospederos en Guatemala	8
3.6 Distribución	9
3.7 Diagnóstico	9
3.8 Importancia del género <i>Posthodiplostomum</i>	10
3.9 <i>Posthodiplostomum</i> spp. como indicador de la salud de los ecosistemas	10
IV. MATERIALES Y METODOS.....	11
4.1 MATERIALES	11
4.1.1 Recursos humanos	11
4.1.2 Recursos biológicos	11
4.1.3 Recursos de campo	11
4.1.4 Recursos de laboratorio	11
4.2 MÉTODOS	13
4.2.1 Área de estudio	13
4.2.2 Cálculo del tamaño de la muestra.....	13
4.2.3 Criterios de inclusión	13
4.2.4 Identificación de los sitios de muestreo	14
4.2.5 Captura de los peces	15
4.2.6 Transporte y mantenimiento de los peces	15

4.2.7 Recopilación de datos generales.....	16
4.2.8 Necropsia de los peces y aislamiento de metacercarias	17
4.2.9 Fijación de las metacercarias	17
4.2.10 Tinción de las metacercarias	18
4.2.11 Caracterización morfológica	19
4.2.12 Análisis de prevalencia	20
V. RESULTADOS	21
5.1 Ubicación anatómica de las metacercarias	21
5.2 Caracterización morfológica	21
5.3 Prevalencia	28
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
VII. CONCLUSIONES.....	35
VIII.RECOMENDACIONES	36
IX. RESUMEN.....	37
SUMMARY.....	38
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
XI. ANEXOS.....	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.

Complejo de hospederos..... 8

Cuadro 2.

Características de los sitios de muestreo..... 14

Cuadro 3.

Numero de peces del estudio..... 15

Cuadro 4.

Características morfométricas..... 24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	
Ciclo biológico de <i>Posthodiplostomum</i> spp.....	7
Figura 2.	
Ubicación anatómica de las metacercarias.....	21
Figura 3.	
Características morfológicas.....	23
Figura 4.	
Ventosa oral.....	25
Figura 5.	
Ventosa ventral.....	25
Figura 6.	
Órgano tribocítico	26
Figura 7.	
Esbozos genitales.....,	26
Figura 8.	
Testículo posterior.....	27
Figura 9.	
Bisegmentación.....	27

Figura 10 .	
Número de peces por sitio de muestreo.....	28
Figura 11.	
Prevalencia por familia de Hospedero.....	29
Figura 12.	
Prevalencia de <i>Posthodiplostomum</i> spp por sitio de muestreo en el período junio-julio 2018.....	30
Figura 13 .	
Prevalencia global de <i>Posthodiplostomum</i> spp. para la cuenca del Río Motagua en Zacapa, Guatemala.....	31

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de agua dulce albergan una cantidad extraordinaria de especies y por lo tanto han sido considerados como los más ricos en biodiversidad, pues además de servir de hábitat para una amplia variedad de peces, también suelen servir de refugio y fuente de agua o alimento para gran diversidad de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, permitiendo que se lleven a cabo gran cantidad de interacciones biológicas, entre ellas, una de las más exitosas, el parasitismo (Bucher, Castro, & Floris, 1997; Arredondo & Gil, 2013). Es por ello que gran parte de los estudios parasitológicos han sido dirigidos hacia estos ecosistemas, siendo por lo general de carácter exploratorio y teniendo como objetivo generar información biológica y taxonómica tanto de los hospederos como de los parásitos (Cardemil, 2012). En el caso particular de los ambientes dulceacuícolas los parásitos de mayor importancia e interés científico son los de tipo eucarionte y entre ellos los más relevantes son los helmintos; en donde destacan los miembros del Phylum Platyhelminthes y muy particularmente los digeneos (Murray, Rosenthal & Faller, 2017).

La importancia de los digeneos está dada por su gran amplitud geográfica y por la alta sensibilidad que poseen hacia los cambios ambientales, tanto físicos como químicos, características que actualmente los han convertido en organismos bioindicadores por excelencia (De la Lanza, Hernández & Carbajal, 2000; Hernández & Pulido, 2008; Arredondo & Gil, 2013).

El género *Posthodiplostomum* es uno de los de mayor importancia entre los digeneos parásitos de peces dulceacuícolas. La especie tipo *Posthodiplostomum cuticula* fue aislada por primera vez en 1832 por VonNordman en carpas de la ex Unión soviética, inicialmente fue descrita como *Holostomum cuticula* y fue hasta 1936 que Dubois al crear el género *Posthodiplostomum* la incorporó como la

especie tipo este género (Pérez-Ponce de León, 1986). A partir de su creación el género ha sido ampliamente estudiado en todo el mundo, actualmente existen más de 100 contribuciones científicas que en su mayoría están dirigidas hacia la sistemática del género, así como al papel que cumple como bioindicador.

Para realizar la caracterización morfológica de las metacercarias del género *Posthodiplostomum* en Río Motagua, en el departamento de Zacapa, se recolectaron 546 peces de las familias Poeciliidae y Cichlidae en los meses de junio y julio del año 2018 en los ríos El tambor, Grande y Camontán. Los peces fueron sacrificados y diseccionados para extraer las metacercarias de ojos, branquias, intestinos, hígado, mesenterio y músculo. Las metacercarias visibles fueron recolectadas, fijadas, teñidas y observadas en el microscopio de luz para realizar la caracterización morfológica, en base al sistema establecido por Dobois (1936) y modificado por Pérez-Ponce de León (1992).

Doscientos tres peces fueron positivos la presencia de metacercarias morfológicamente compatibles con *Posthodiplostomum* spp. De acuerdo a la ubicación anatómica se registraron como sitios de infección: hígado, mesenterio e intestino. Además, se calculó la prevalencia global (37.18%) y la prevalencia por sitio de muestreo: Río El Tambor (40.42%), Río Grande (25.11%) y Río Camotán (51.04%).

La información generada en el presente estudio confirma la presencia del género *Posthodiplostomum* en Guatemala y puede considerarse como base para la realización de nuevos estudios que consideren la utilización de las especies de este género como una herramienta en la conservación de los ecosistemas dulceacuícolas del país.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Determinar la presencia de *Posthodiplostomum* spp. en peces silvestres de las familias Cichlidae y Poeciilidae en las áreas de estudio.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la ubicación anatómica de las metacercarias del género *Posthodiplostomum* en los peces muestreados.
- Caracterizar morfológicamente las metacercarias del género *Posthodiplostomum*.
- Determinar la prevalencia de *Posthodiplostomum* spp. en las poblaciones de peces en las áreas de estudio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Género *Posthodiplostomum*

Las especies de este género, en su fase adulta parasitan aves ictiófagas; mientras que en sus fases larvianas se pueden encontrar parasitando a los caracoles del género *Physa* y a gran cantidad de peces tanto de agua salada como dulceacuícolas. Generalmente no son consideradas patógenas, sin embargo, debido a la acción de sus potentes órganos de fijación (ventosas) pueden llegar a ocasionar daños mecánicos. La especie de mayor importancia para el género, por su carácter patógeno es *Posthodiplostomum cuticola* Dubois, agente etiológico de la patología conocida como “enfermedad de las manchas negras”, una de las de mayor importancia en la acuicultura debido a las lesiones que produce en la piel, branquias y tejido muscular de los peces de cultivo (Ahne et al., 1982).

3.2 Clasificación taxonómica

El género *Posthodiplostomum* pertenece a la clase Trematoda, subclase Digenea, conformada por aproximadamente 18,000 especies distribuidas en tres órdenes, 25 superfamilias y 148 familias. A lo largo de la historia este grupo ha sido sometido a varias reevaluaciones taxonómicas, sin embargo, actualmente la clasificación aceptada para el género es la siguiente:

Reino: Animalia

Filum: Platyhelminthes

Clase: Trematoda

Orden: Strigeatida

Familia: Diplostomidae

Género: *Posthodiplostomum* (UNIBIO, 2018)

3.3 Morfología

Por sus características morfológicas generales (cuerpo dividido en dos segmentos, anterior y posterior, ventosas oral y ventral, dos ciegos intestinales paralelos en el extremo posterior y presencia de órgano tribocítico) se encuentran agrupadas dentro las metacercarias tipo Neascus, junto con las de los géneros: *Crassiphiala* y *Neodiplostomum*, *Ornithodiplostomum* (Pérez-Ponce, García-Prieto, Osorio-Sarabia & León-Regagnon, 1996).

Presentan un cuerpo dividido en dos segmentos bien definidos: anterior y posterior. El segmento anterior se diferencia del posterior por su forma foliácea, mayor longitud y sus bordes laterales curvados hacia ventral. El segmento anterior contiene a la mayoría de las estructuras, posee las ventosas oral y ventral, el órgano tribocítico y gran parte del sistema digestivo (boca, faringe, esófago y ciegos). El segmento posterior es más corto que el segmento anterior y puede ser de forma cónica o esferoidal y en él se ubican el tercio final del aparato digestivo, la bolsa copulatriz, el poro genital y los esbozos genitales. Las metacercarias se encuentran envueltas por un quiste delgado, transparente y de forma elíptica (Jímenez, Galviz & Feliciano, 1995).

Hacia craneal del segmento anterior se encuentra una ligera depresión con forma circular y apariencia muscular, conocida como ventosa oral; siempre en el segmento anterior, pero en el extremo caudal, limitando con el segmento posterior, se encuentra una estructura de forma circular o elíptica, conocida como órgano tribocítico, el cual por lo general presenta un par de glándulas proteolíticas muy voluminosas y de forma redondeada. Anterior a este órgano se encuentra el acetábulo o ventosa ventral, morfológicamente similar a la ventosa oral, pero de mayor tamaño. El aparato digestivo corre por todo el cuerpo, comprende la boca que se abre en medio de la ventosa oral y se continua con una faringe pequeña y alargada, seguida por un esófago muy corto a partir del cual se bifurcan dos

ciegos que corren paralelos a lo largo del cuerpo, rodeando al órgano tribocítico y terminando en el segmento posterior a los lados de la bolsa copulatriz. (Hérendez & Púrido, 2008).

En cuanto a tamaño, las metacercarias de *Posthodiplostomum* sp. son relativamente grandes. La longitud varía entre 1-1.5 mm y el ancho de 0.4-0.5 mm (Bunkley & Williams, 1995; Reder et al., 2012). Sin embargo, el tamaño de la metacercaria suele estar directamente relacionado con el tamaño del hospedero, por lo que puede haber variaciones significativas en cuanto a las medidas (Bunkley & Williams, 1995).

3.4 Ciclo biológico

Las especies del género *Posthodiplostomum* tienen ciclos de vida complejos en donde intervienen dos hospederos intermediarios y uno definitivo. El hospedero definitivo son las aves ictiófagas, en su mayoría migratorias (Salgado, 2008). Se han registrado alrededor de 19 especies de aves susceptibles a la infección por *Posthodiplostomum* sp. pertenecientes a tres familias: Anatidae, Ardeidae y Podicipedidae (Ramos, 1995). En el continente americano se destacan: *Egretta thula*, *Casmerodius albus linnaeus*, *Nicticorax nicticorax linnaeus*, *Ardea cinérea linnaeus*, *Ardea purpurea linnaeus*, *Ardea ralloides* y *Butorides virescens*. Por otra parte, el parásito adulto de *Posthodiplostomum* sp. se alberga en el intestino de las aves anteriormente mencionadas, quienes liberan huevecillos inmaduros en las heces, los cuales se convierten en miracidios en el medio ambiente, donde posteriormente serán consumidos por el primer hospedero intermediario, los caracoles del género *Physa*. Dentro del caracol se desarrollará la cercaria; fase infectiva para el segundo hospedero intermediario, los peces dulceacuícolas; dentro del segundo hospedero intermediario se desarrollan las metacercarias que por lo general se encuentran enquistadas en la musculatura, piel, escamas, aletas, ojos, cerebro, mesenterios, hígado, riñones y paredes del

tracto digestivo. El pez infectado con la metacercaria es ingerido por el ave ictiófaga y llega al intestino en donde alcanza la madurez sexual. (Jímenez, et al., 1995; Salgado, 2008). El ciclo completo de *Posthodiplostomum* spp. se observa en la figura 1.

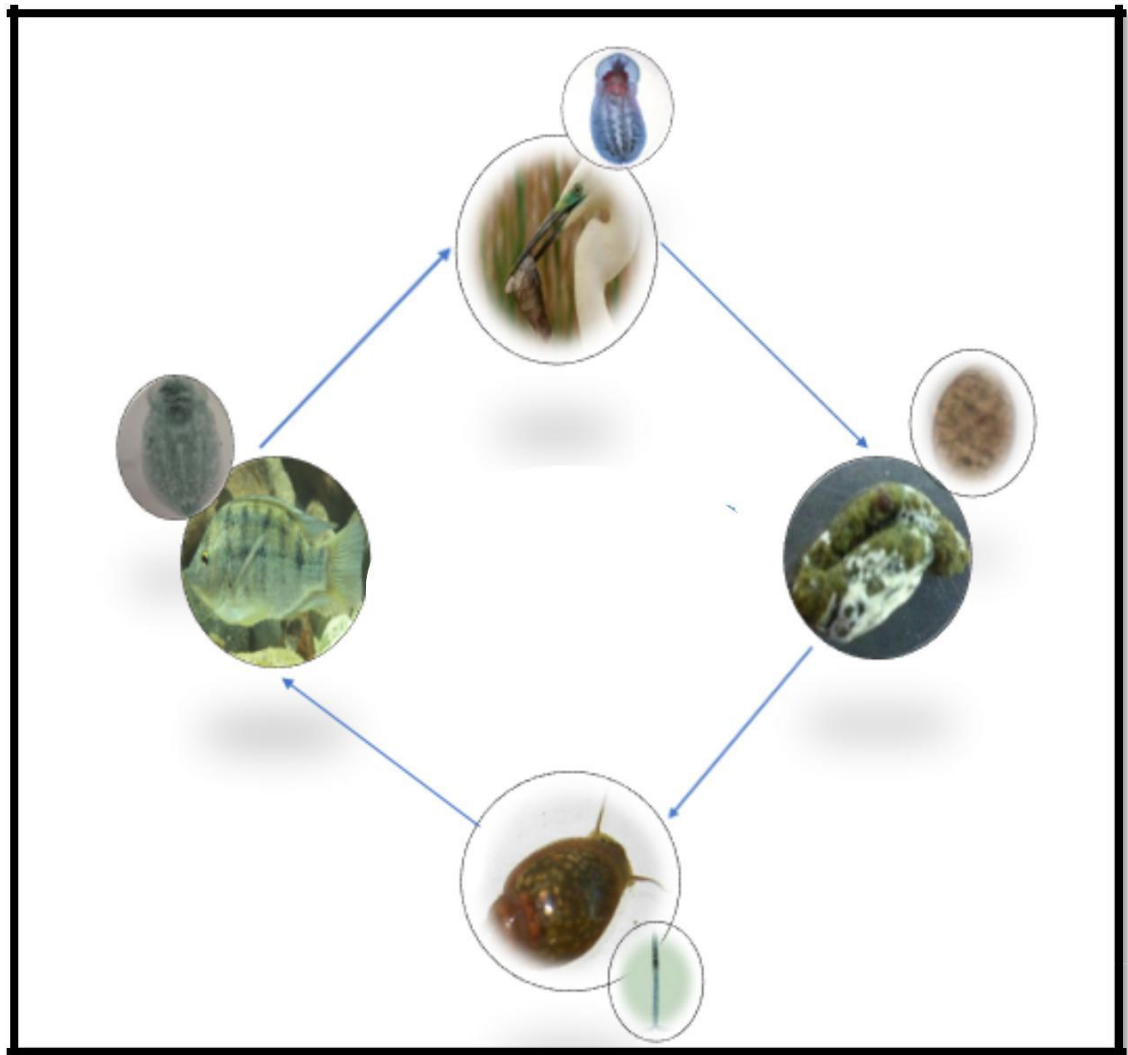


Figura 1. Ciclo biológico de *Posthodiplostomum* spp.

Fuente: Elaboración propia

3.5 Identificación de posibles hospederos en Guatemala

El género *Posthodiplostomum* ha sido ampliamente estudiado en varios países alrededor del mundo, como resultado de esos estudios se han citado gran cantidad de caracoles, peces y aves como hospederos de las especies de este género. Guatemala es un país rico en recursos biológicos, por lo que no es extraño que varias de las especies que han sido señaladas como hospederos se encuentren en el país. Atendiendo lo anterior se filtraron los datos obtenidos en la revisión bibliográfica con el listado de especies faunísticas de Guatemala. Las posibles especies que conforman el complejo de hospederos de *Posthodiplostomum* spp. en Guatemala se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Complejo de hospederos

Hospedero intermediario	Segundo intermediario		Hospedero definitivo
Género	Familia		Especie
	Poeciliidae	Cichlidae	
			<i>Ardea herodias</i>
	<i>Poecilia</i> sp.	<i>Cichlasoma</i> sp.	<i>Ardea alba</i>
	<i>Xiphophorus</i> sp.	<i>Herichthys</i> sp.	<i>Egretta thula</i>
<i>Physa</i>	<i>Poeciliopsis</i> sp.	<i>Petenia</i> sp.	<i>Egretta carulea</i>
	<i>Gambusia</i> sp.	<i>Oreochromis</i> sp.	<i>Egretta tricolor</i>
	<i>Heterandria</i> sp.	<i>Amatitlania</i> sp.	<i>Egretta Refescens</i>
		<i>Geophagus</i> sp.	<i>Nycticorax nycticorax</i>
			<i>Butoroides virescens</i>

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Distribución

Posthodiplostomum spp. al igual que la mayoría de parásitos digeneos está ampliamente distribuido en las poblaciones de peces dulceacuícolas y esto se debe a que son especies alogénicas, por lo que su capacidad de colonización y dispersión es mayor a la de muchos otros parásitos de peces, aunado a esto, las especies de este género al igual que la mayoría de trematodos son generalistas, por lo que su rango de hospederos es bastante amplio e incluye varias especies de distintas familias de peces (Salgado, 2008). Además de encontrarse en peces y aves, también ha sido aislado en mamíferos, reptiles y anfibios (Ramos, 1995). En el continente americano se han aislado especies del género *Posthodiplostomum* en varios países: Canadá, Estados Unidos, Cuba, Paraguay, Venezuela, Argentina, Brasil, Costa Rica, República Dominicana y Puerto Rico (Bunkley & Williams, 1995; Ramos, 1995; Reder et al., 2012).

3.7 Diagnóstico

Para el diagnóstico de las especies del género *Posthodiplostomum* se utilizan los caracteres de mayor relevancia para la clase Trematoda, entre ellos: la morfología general del parásito adulto y sus fases larvarias, así como el grupo taxonómico al que pertenece el hospedador y la ubicación anatómica del parásito dentro del hospedador. Para la morfología general de las metacercarias se toman en cuenta los siguientes aspectos: Presencia o ausencia de espinas en el tegumento; presencia o ausencia de ventosas oral y ventral así como también su morfología particular, la relación de tamaño entre estas y la posición que ocupan; la morfología del sistema digestivo (faringe, esófago y ciegos intestinales); morfología de la vesícula excretora; y además el número, tamaño, morfología y posición de órganos reproductivos (ovarios, testículos, folículos vitelinos y útero). Actualmente la confirmación de especies se realiza a través de técnicas de biología molecular (Arredondo & Gil, 2013)

3.8 Importancia del género *Posthodiplostomum*

Los estudios helmintológicos, principalmente aquellos enfocados en los digeneos y nematodos se han convertido en una alternativa muy eficiente que ha remplazado a los métodos químicos en los estudios de evaluación de hábitats y se han vuelto la primera opción para la realización de estudios previo a elaborar estrategias de conservación, tanto en los ecosistemas acuáticos, como terrestres. Particularmente el género *Posthodiplostomum* ha adquirido gran interés científico gracias a la utilidad que tiene como bioindicador de los ecosistemas dulceacuícolas y es que la complejidad de su ciclo biológico permite evaluar varios factores como: la biodiversidad local, calidad del hábitat y los niveles de contaminación (Monks et al., 2013; Fugassa, 2014).

3.9 *Posthodiplostomum* spp. como indicador de la salud de los ecosistemas

La complejidad de su ciclo biológico, los hábitos alimenticios y migratorios de los hospederos definitivos y el carácter alogénico y la poca especificidad parasitaria, son los factores que permiten relacionar la abundancia de este género con la salud de los ecosistemas y, por lo tanto, actualmente se le reconoce como un excelente bioindicador.

La información biológica que estos parásitos pueden arrojar es muy significativa, pues a través de su estudio, indirectamente se genera información de los hospederos, como, por ejemplo: su posición en la red trófica, los cambios de dieta, la clasificación en la comunidad, es decir si son residentes o colonizadores y el tiempo que permanecen en los diferentes microhábitats (Arredondo & Gil, 2013; Monks et al., 2013;). Actualmente los digeneos han sido utilizados como marcadores biológicos de poblaciones hospedadoras, contaminación ambiental, calidad de agua y en estudios de biodiversidad (Arredondo & Gil, 2013)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 MATERIALES

4.1.1 Recursos humanos

- Estudiante
- Asesores
- Ayudantes de campo

4.1.2 Recursos biológicos

- Peces de las familias Poeciliidae y Cichlidae

4.1.3 Recursos de campo

- Vehículo
- Cubetas
- Cuerda
- Baterías
- Libreta
- Marcadores
- Equipo de electropesca
- Cámara fotográfica

4.1.4 Recursos de laboratorio

- Recipiente de plástico con capacidad para 70 litros
- Alimento comercial para peces

- Etiquetas adhesivas
- Rotulador de tinta permanente
- Equipo quirúrgico
- Balanza digital
- calculadora
- Aireador de pared
- Alfileres
- Vernier
- Mechero
- Hielera
- Hielo
- Pipetas
- probetas
- Gel refrigerante
- Solución salina al 0.9%
- Agua destilada
- Alcoholes al 30%, 50%, 70%, 96% y al 100%
- Ácido clorhídrico
- Salicilato de metilo
- Paracarmin de mayer
- Hematoxolina de Delafield
- Bálsamo de Canadá
- Xilol
- Cajas de Petri grandes y pequeñas con tapa
- Tubos de microcentrífuga
- Agujas entomológicas
- Pinceles de punta fina
- Láminas porta objetos
- Láminas cubre objetos

- Estereoscopio Leica ZE4
- Microscopio Olympus CX40

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Área de estudio

El área de estudio estuvo conformada por los ríos: El tambor, Camotán y Grande, ubicados en los municipios de Cabañas, Río Hondo y Zacapa del departamento de Zacapa, el cual se ubica a 147 km de la ciudad capital, en la región nororiente del país, entre los 14°58'45" latitud norte y los 89°31'20" de longitud oeste (MINECO,2015).

4.2.2 Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calculó a través del software Epidat versión 4.2, considerando que se trataba de una población infinita y utilizando un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 5%; se determinó que para este estudio la muestra no debía ser menor a 385 peces.

4.2.3 Criterios de inclusión

Se consideraron aptos para el estudio todos los peces juveniles y adultos cuyas características físicas eran compatibles con las familias Poeciliidae y Cichlidae. La identificación de los peces se realizó tomando como base los criterios establecidos por Anzueto et al. (2013) y Jiménez et al. (2014).

4.2.4 Identificación de los sitios de muestreo

Para la elección de los sitios de muestreo se tomaron en cuenta varios aspectos, entre ellos: las condiciones ambientales que favorecen la presencia del primer hospedero intermediario (aguas poco profundas y con caudales lentos), la accesibilidad al lugar y la ausencia de pescadores y bañistas en el área.

Físicamente cada punto de muestreo estuvo conformado por un tramo de 100 m de longitud en el cauce del río. La medición del tramo se realizó utilizando una cinta métrica y colocando marcas cada 50 metros con el fin de dividir el sitio de muestreo en dos partes iguales. Con la aplicación “Fields Area Measure” se anotaron las coordenadas (longitud y latitud) de cada punto de muestreo. Las características de cada uno de los sitios de muestrea se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características de los sitios de muestreo

Sitio de Muestreo	Fecha de Visita	Ubicación geográfica		Observación de Caracoles	Observación de aves piscívoras
		Latitud	Longitud		
Río El Tambor	13-05-2018	14.928891	-89.819203	Ausencia	Presencia
Río Grande	25-06-2018	14.954551	-89.536844	Presencia	Presencia
Río Camotán	29-06-2018	14.928885	-89.819161	Ausencia	Presencia

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Captura de los peces

Se realizaron tres muestreos, uno por cada sitio de muestreo establecido. La captura de los peces se realizó a través de electropesca, utilizando el equipo marca Susan-735MP. El número de peces capturados en cada muestreo fue variado, pues estuvo condicionado por el número de peces capturados en 100 m de longitud, así como, por el número de peces capturados que fueron devueltos al río por no cumplir con el criterio de inclusión. Para la realización de este estudio se capturaron un total de 546 peces, el detalle se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Número de peces del estudio

Sitio de muestreo	Número de peces capturados			Total de peces
	Poeciliidae	Cichlidae	Peces/ muestreo	
Río El Tambor	152	36	188	188
Río Grande	181	34	215	403
Río Camotán	110	33	143	546

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Transporte y mantenimiento de los peces

Los peces fueron transportados vivos hacia el Laboratorio de Biología Molecular del Centro Universitario de Zacapa (CUNZAC). Para su traslado fueron colocados en cubetas de plástico, previamente llenadas con agua del medio ambiente. Cada recipiente fue identificado con la fecha y el lugar de la captura. El tiempo promedio de traslado de los peces al laboratorio fue de una hora aproximadamente.

Al llegar al laboratorio los peces fueron colocados en un recipiente de plástico rectangular con capacidad para 70 litros al cual se le colocó un aireador de pared para mantener la oxigenación constante del agua. En promedio los peces permanecieron en el laboratorio 10 días, por lo que se realizaron recambios de agua cada tres días y fueron alimentados con alimento comercial una vez al día.

4.2.7 Recopilación de datos generales

Todos los datos recolectados durante la fase de laboratorio fueron registrados en una ficha técnica donde se incluyó: número correlativo, Taxón (familia) del pez, lugar y fecha de colecta, datos morfométricos (longitud y peso), presencia de metacercarias por órgano y número total de metacercarias observadas. La obtención de datos se llevó a cabo a través del siguiente procedimiento:

Sacrificio del pez mediante shock térmico. Se colocaron a los peces en un recipiente con una mezcla de agua y hielo a una temperatura de 4°C (AENOR, 2016).

- Asignación de número correlativo a cada pez, mediante el cual se identificó a cada pez durante las siguientes fases del estudio.
- Toma de datos morfométricos de los peces. Se midió la longitud total en cm y peso en g.
- El sexado únicamente se realizó en los peces de la familia Poeciliidae y se hizo a través de la observación del gonopodio Anzueto et al. (2013). En los miembros de la familia Cichlidae no fue posible realizar este procedimiento, pues las tallas y pesos de los peces muestreados no lo permitió (peces menores de 12.5cm y con peso menor a 40g).

4.2.8 Necropsia de los peces y aislamiento de metacercarias

- Se realizó una incisión en la cavidad abdominal, iniciando en la intersección branquial y finalizando en la cloaca.
- Se extrajeron los órganos: tracto digestivo completo, branquias y ojos. Se colocaron en una caja de Petri con solución salina al 0.9% para identificarlos y separarlos.
- Los órganos y tejidos elegidos para ser examinados fueron: ojos, branquias, hígado, intestino, mesenterio y tejido muscular.

Con la ayuda de agujas entomológicas (hechas con lapiceros y agujas de acupuntura) se diseccionaron los órganos y tejidos seleccionados en busca de metacercarias del género *Posthodiplostomum*, con la ayuda de un estereoscopio marca Leica®, modelo EZ4. Las metacercarias encontradas se aislaron y fueron colocadas en tubos microcentrífuga con solución salina al 0.9%. Tanto la fijación, la tinción y la caracterización de las metacercarias se llevaron a cabo en el laboratorio de helmintología del instituto de biología de la Universidad Autónoma de México, cada uno de estos procedimientos se detallan a continuación.

4.2.9 Fijación de las metacercarias

- Se verificó la viabilidad de las metacercarias a través de la observación del movimiento en el estereoscopio.
- Las metacercarias que presentaron movilidad fueron desenquistadas con la ayuda de las agujas entomológicas.
- Las metacercarias desnudas fueron colocadas en una caja de Petri con una gota de solución salina al 0.9%.
- Las metacercarias vivas fueron colocadas en cajas de Petri y se les agregó alcohol al 70% caliente (a punto de ebullición).

Se verificó en el estereoscopio el estado de las metacercarias y todas aquellas que se observaron íntegras y completamente estiradas se guardaron en tubos microcentrífuga con alcohol al 70% a temperatura ambiente durante 24 horas previo a iniciar la tinción.

4.2.10 Tinción de las metacercarias

Se realizaron dos protocolos de tinción diferentes, Paracarmín de Mayer y Hematoxilina de Diafeld. Por el número limitado de metacercarias con las características ideales para realizar tinción, se tiñeron cuatro metacercarias con cada uno de los protocolos.

- **Paracarmín de Mayer**

Se sumergieron cuatro metacercarias en alcohol al 96% en una caja de Petri con tapa y se dejaron reposar durante 10 minutos. Posteriormente se pasaron una a una por Paracarmin de Mayer y se dejaron reposar 30 segundos, para luego ser trasladadas a una caja de Petri con alcohol acidulado al 2% y se dejaron reposar hasta observar los bordes pálidos. Con el fin de detener la acción del ácido clorhídrico se realizó un lavado con alcohol al 96% durante dos minutos y se procedió a la deshidratación, dejando reposar las metacercarias en alcohol absoluto por 25 minutos; luego fueron colocadas en salicilato de metilo durante 60 minutos para ser aclaradas y por último se realizó el montaje permanente con bálsamo de Canadá (Pérez-Ponce de León, 1992).

- **Hematoxilina de Delafield**

Se inició con la deshidratación de las metacercarias a través de alcoholes al 70, 50 y 30% (10 minutos por cada uno). Una vez deshidratadas se tiñeron con hematoxilina durante un minuto, el exceso de colorante se lavó con agua destilada y se procedió a diferenciar con agua acidulada al 2% hasta observar los bordes pálidos; se detuvo la acción del ácido clorhídrico lavando las metacercarias con agua destilada para posteriormente pasarlas por agua corriente (de la llave) hasta que estas tomaron una coloración azulada. Se realizó una nueva deshidratación pasando por los alcoholes de 30, 50, 70, 96 y 100% (10 minutos por cada uno) para luego realizar el aclaramiento con salicilato de metilo en donde las metacercarias permanecieron 60 minutos previo al montaje con bálsamo de Canadá (Pérez-Ponce de León, 1992).

4.2.11 Caracterización morfológica

Se realizó la observación de las estructuras internas de las metacercarias por microscopía de luz, utilizando un microscopio marca Olympus® CX40, con el fin de caracterizarlas morfológicamente. Para ello se tomaron en cuenta los criterios de Pérez-Ponce de León, 1992; Pérez et al., 1999; Hernández & Púlido, 2008; Barroso, Marín, Mago & Chinchilla, 2009; Reder et al., 2012).

Para la caracterización morfológica de las metacercarias se consideraron 15 caracteres morfométricos obtenidos a través de tres metacercarias fijadas y teñidas, una con paracarmin de Mayer y dos con hematoxilina de Delafield. Los caracteres morfométricos fueron: longitud total (LT), longitud del segmento anterior (LSA), ancho del segmento anterior (ASA), longitud del segmento posterior (LSP), ancho del segmento posterior (ASP), longitud de la ventosa oral (LVO), ancho de la ventosa oral (AVO), longitud de la faringe (LF), ancho de la faringe (AF),

longitud del acetábulo (LA), ancho acetábulo (AA), longitud del órgano tribocítico (LOT), ancho del órgano tribocítico (AOT), distancia del borde anterior del acetábulo al extremo anterior (DAEA) y distancia del borde posterior del acetábulo al borde anterior del órgano tribocítico (DAOT). Asimismo, se evaluaron cuatro caracteres morfológicos a través de la observación de 46 metacercarias, una teñida con Paracarmin de Mayer, dos teñidas con Hematoxilina de Diafeld, seis fijadas con alcohol al 70% frío y 37 montadas en fresco con la técnica de squash. Los caracteres evaluados fueron: presencia del órgano tribocítico, desarrollo de los esbozos genitales, forma del testículo posterior y bisegmentación.

4.2.12 Análisis de prevalencia

Por medio de estadística descriptiva se estimó las proporciones de peces positivos y negativos a la presencia de metacercarias de *Posthodiplostomum* spp.

Se calculó la prevalencia por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{No. De casos positivos} * 100}{\text{Población muestreada}}$$

V. RESULTADOS

5.1 Ubicación anatómica de las metacercarias

En los peces positivos se observó la presencia de metacercarias de *Posthodiplostomum* spp. en hígado, mesenterio e intestino.

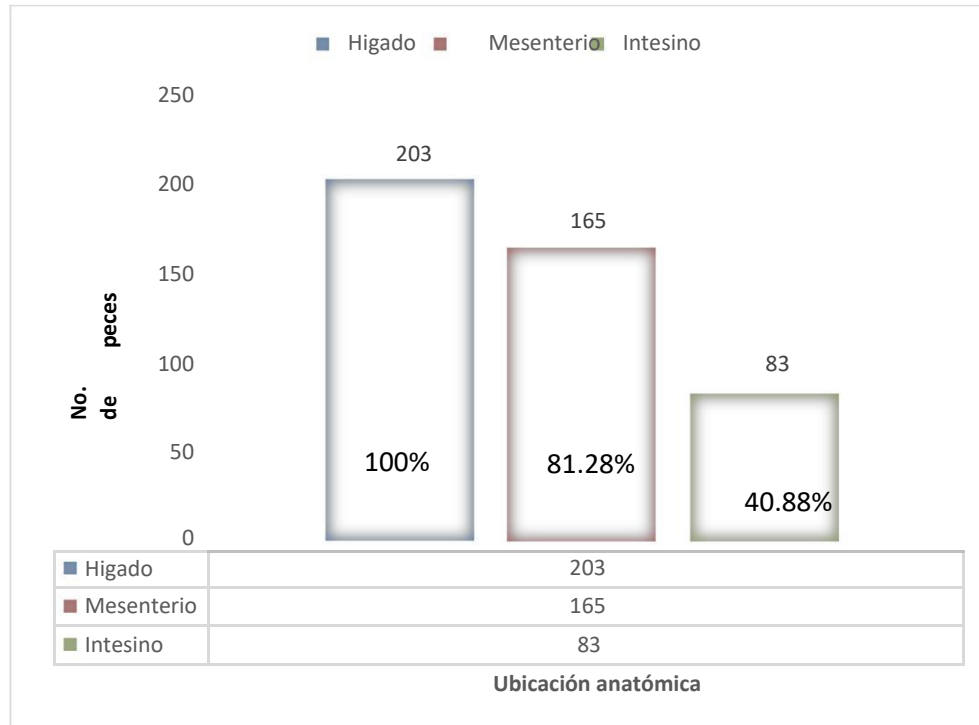


Figura 2. Ubicación anatómica de las metacercarias

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Caracterización morfológica

La morfología de las metacercarias encontradas en los peces de las familias Poeciliidae y Chichliidae es compatible con el esquema morfológico reportado por Dubois (1936) y Pérez-Ponce de León (1992). En vivo las metacercarias se observaron inmersas en un líquido transparente, de apariencia altamente viscosa y rodeadas por un quiste transparente. Después de los procesos de muerte,

fijación y tinción se observó el cuerpo dividido en dos segmentos por una constricción que se forma en la superficie dorsal del cuerpo. En el segmento anterior que es el de mayor longitud se observaron la mayoría de estructuras anatómicas (sistema digestivo, siendo lo más característico de este los dos ciegos que corren paralelamente por todo el segmento; las ventosas oral y ventral, ambas con apariencia muscular y forma que varía ligeramente de circular a ovoide; y el órgano tribocítico conformado por dos glándulas proteolíticas. En el segmento posterior únicamente se observaron los esbozos genitales que presentaron variaciones según el estado de desarrollo de las metacercarias. En un estado de desarrollo avanzado se pudo observar una variación en la forma del testículo posterior (arriñonado, forma de v o completo), así como la presencia de un ovario en posición intertesticular.

Los datos morfométricos se describen a detalle en el cuadro 3, en donde se presentan los valores mínimos, máximos, promedios y desviación estándar. Las variaciones morfológicas observadas en las metacercarias se muestran en el cuadro 2.

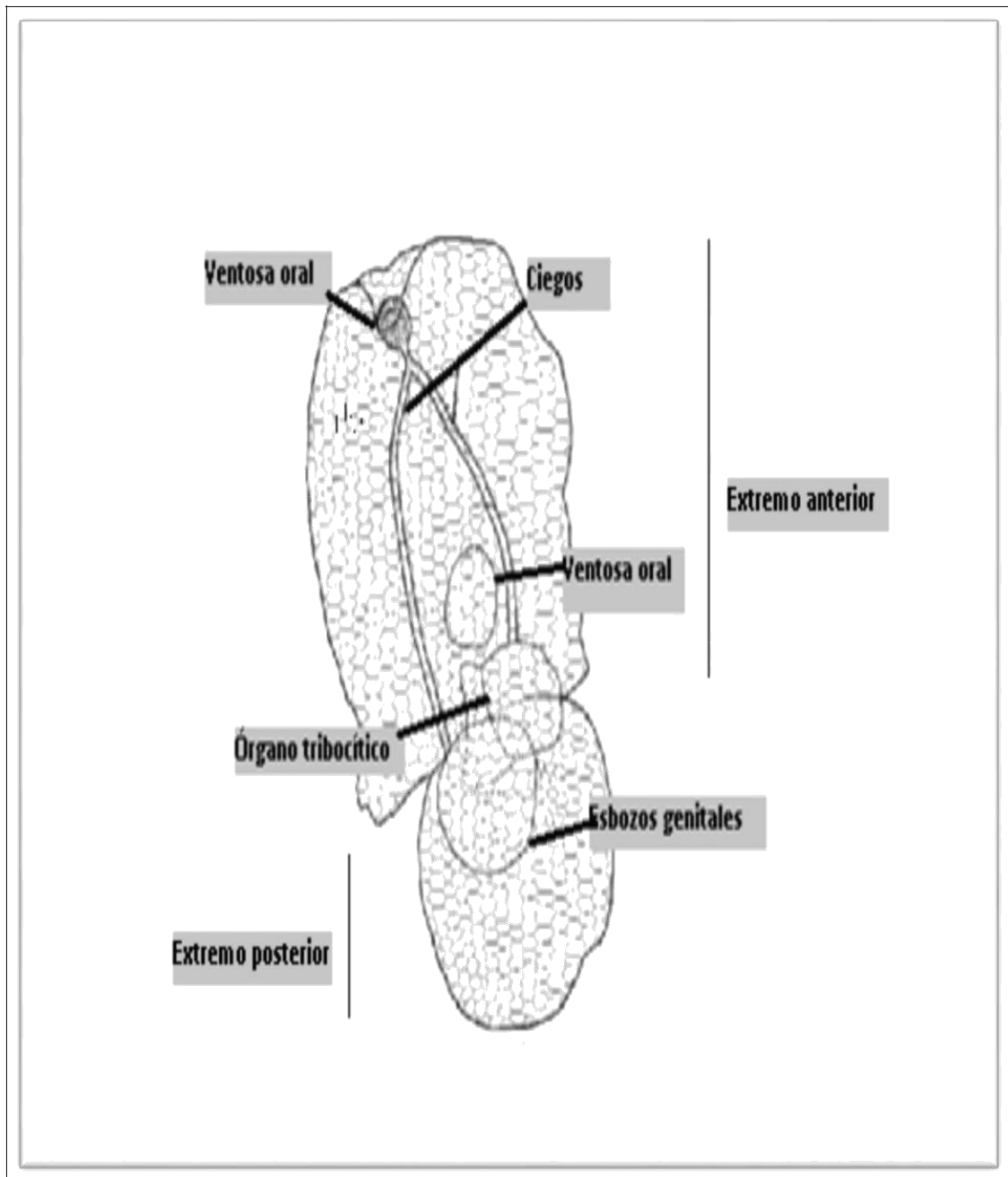


Figura 3. Características morfológicas observadas en metacercarias de *Posthodiplostomum* spp.

Fuente: (Hernández, 2008)

Cuadro 4. Características morfométricas

Carácter	Valor		Promedio	Desviación Estándar
	Mínimo mm	Máximo mm		
LT	0.79	1.19	0.93	0.18
LSA	0.54	0.81	0.62	0.14
ASA	0.21	0.43	0.35	0.10
LSP	0.36	0.40	0.39	0.01
ASP	0.20	0.50	0.40	0.13
LVO	0.02	0.04	0.04	0.00
AVO	0.03	0.06	0.04	0.01
LF	0.01	0.05	0.03	0.02
AF	0.01	0.03	0.01	0.00
LA	0.03	0.05	0.05	0.00
AA	0.03	0.06	0.05	0.01
LOT	0.12	0.16	0.12	0.01
AOT	0.10	0.19	0.15	0.04
DACOT	0.03	0.06	0.04	0.13
DACSA	0.5	0.11	0.60	0.34

*LT (longitud total), *LSA (longitud segmento anterior), *ASA (ancho segmento anterior), *LSP (longitud segmento posterior), *ASP (ancho segmento posterior), *LVO (longitud ventosa oral), *AVO (ancho ventosa oral), *LF (longitud de faringe), *AF (ancho de faringe), *LA (longitud acetábulo), *AA (ancho acetábulo), *LOT (longitud órgano tribocítico), *AOT (ancho del órgano tribocítico), *DACOT (distancia del borde anterior del acetábulo al extremo anterior del acetábulo) y *DACSA (distancia del borde posterior del acetábulo al borde anterior del órgano tribocítico).

Fuente: Elaboración propia.

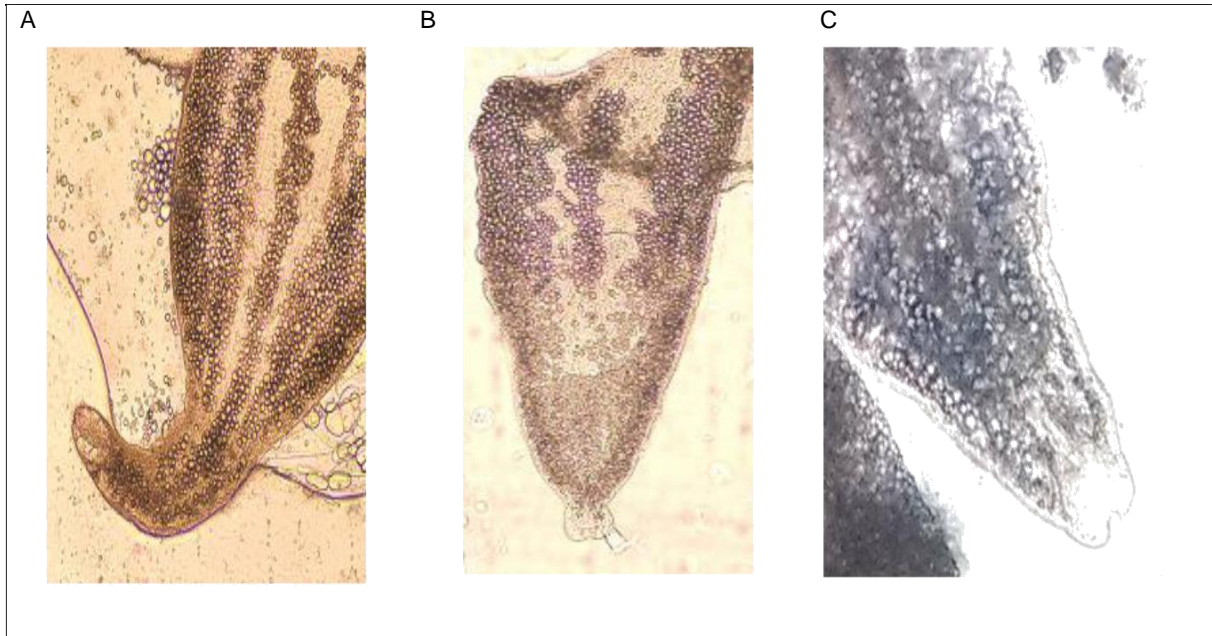


Figura 4. A) Ventosa oral con apariencia muscular. B) Apertura de la ventosa oral. C) Ventosa oral en posición terminal.

Fuente: Elaboración propia.

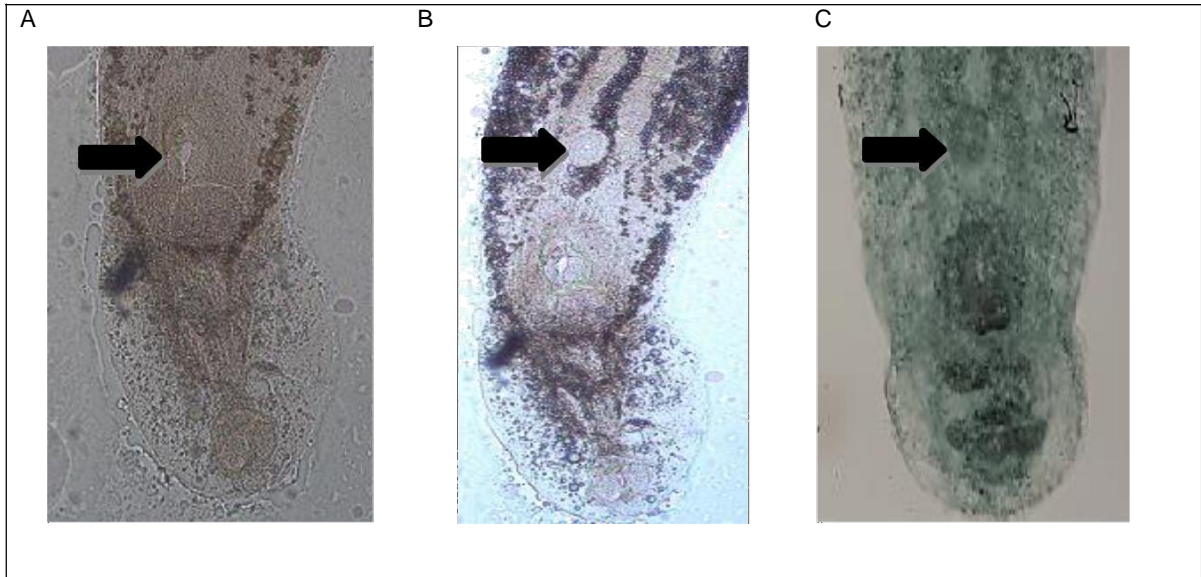


Figura 5. A) Ventosa ventral con apariencia muscular. B) Ubicación de la ventosa ventral en el plano ecuatorial del segmento anterior. C) Ventosa ventral teñida con hematoxilina de diafeld.

Fuente: Elaboración propia.

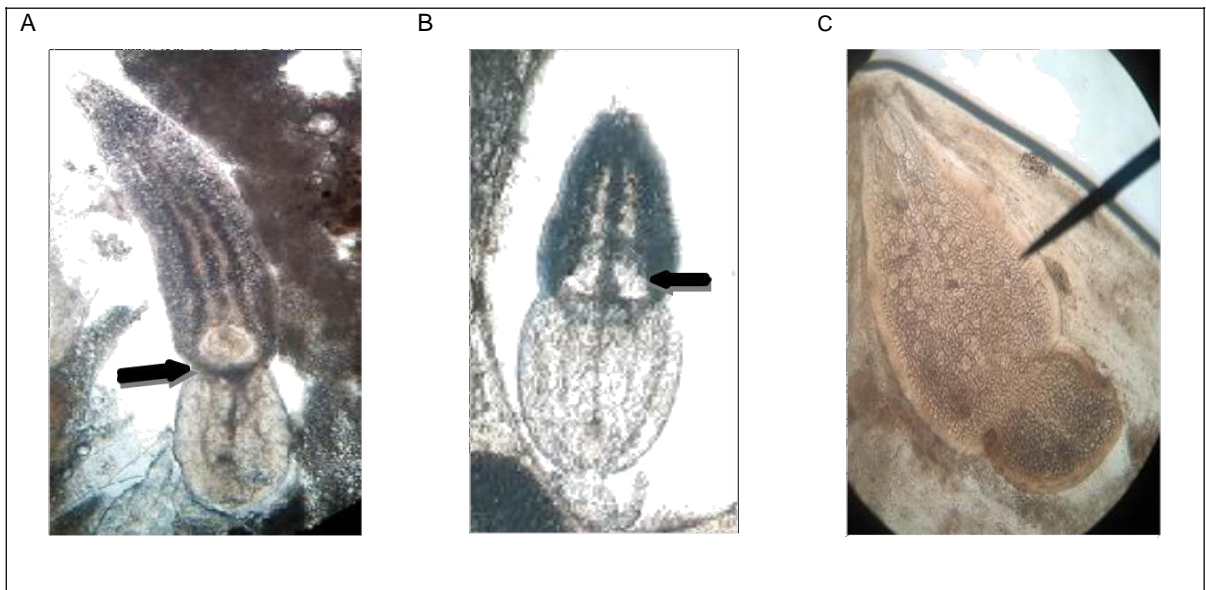


Figura 6. A) Órgano tribocítico de forma circular. B) Órgano tribocítico con forma elíptica. C) Ausencia de órgano tribocítico.

Fuente: Elaboración propia.

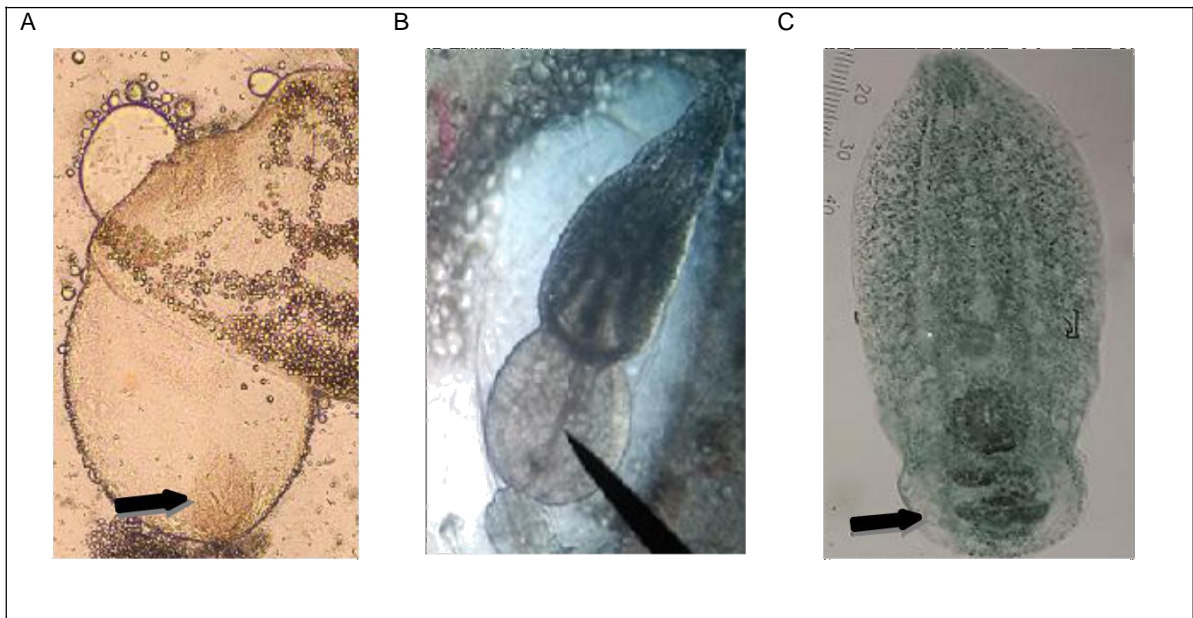


Figura 7. A) Esbozos genitales no desarrollados. B) Esbozos poco desarrollados. C) Desarrollo avanzado con presencia de ovario intertesticular

Fuente: Elaboración propia.

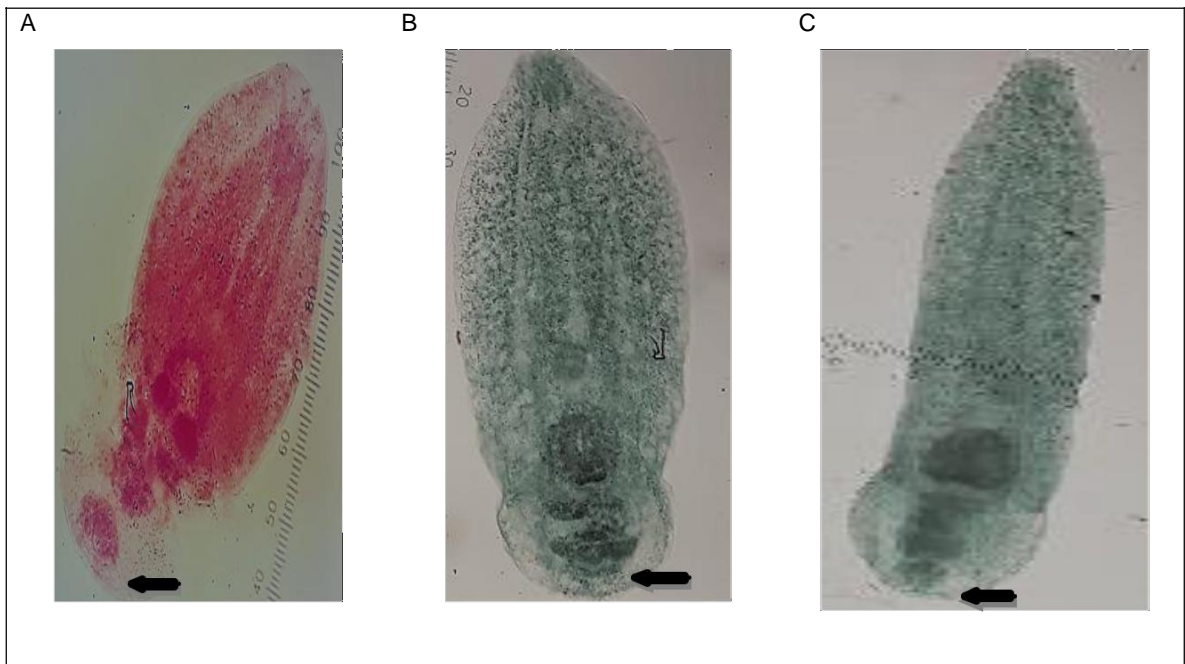


Figura 8. A) testículo en forma arriñonada. B) testículo completo. C) testículo en forma de V.

Fuente: Elaboración propia.

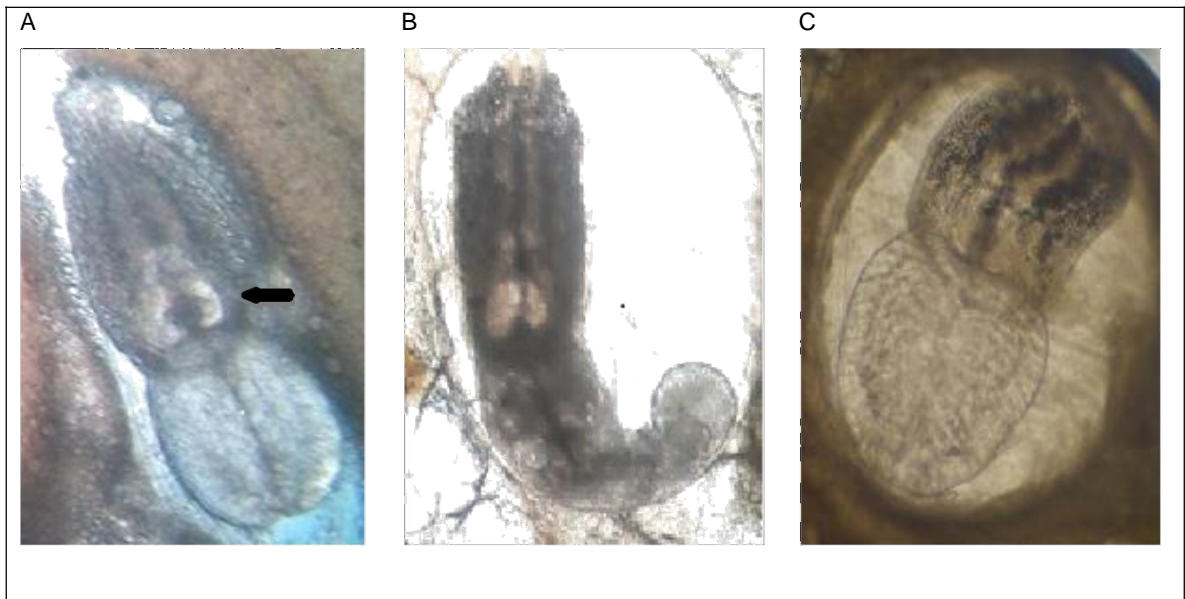


Figura 9. A) Bisegmentación evidente. B y C. Bisegmentación poco visible.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Prevalencia

Durante los tres muestreos se obtuvieron un total de 546 peces. Se capturaron 188 en río El tambor, 215 en río grande y 143 en el río Camotán. El número de peces de cada familia recolectado por sitio de muestreo se observa en la figura 10.

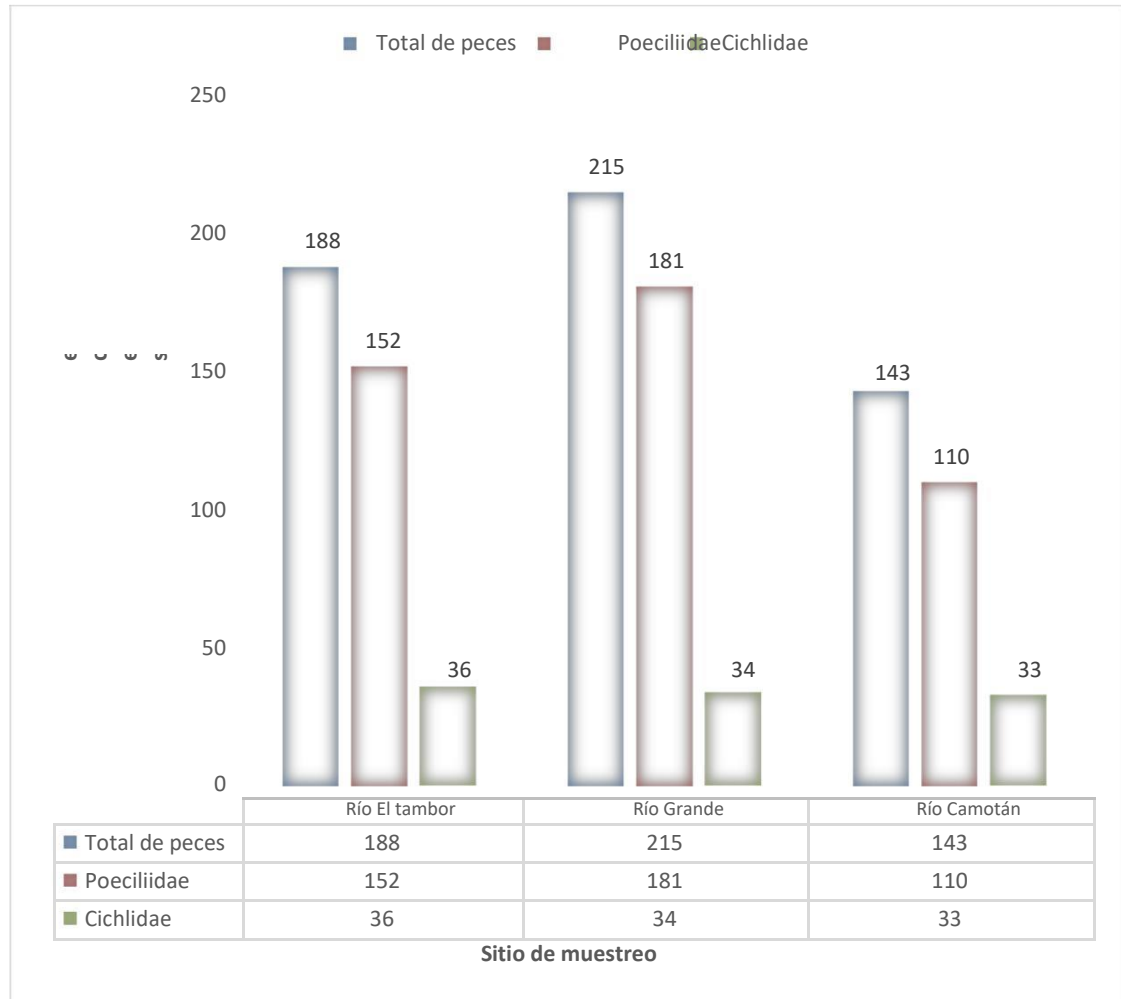


Figura 10. Número de peces recolectados por sitio de muestreo

Fuente: Elaboración propia

- **Prevalencia por familia de hospedero**

De los 546 peces recolectados durante el estudio, se obtuvieron 441 de la familia Poeciliidae y 105 de la familia Cichliidae. 147 peces de la familia Poeciliidae fueron positivos a la presencia de metacercarias morfológicamente compatibles con el género *Posthodiplostomum*; para la familia Cichliidae se encontraron 56 peces positivos. Los datos de prevalencia obtenidos para cada familia se muestran en la figura No. 11

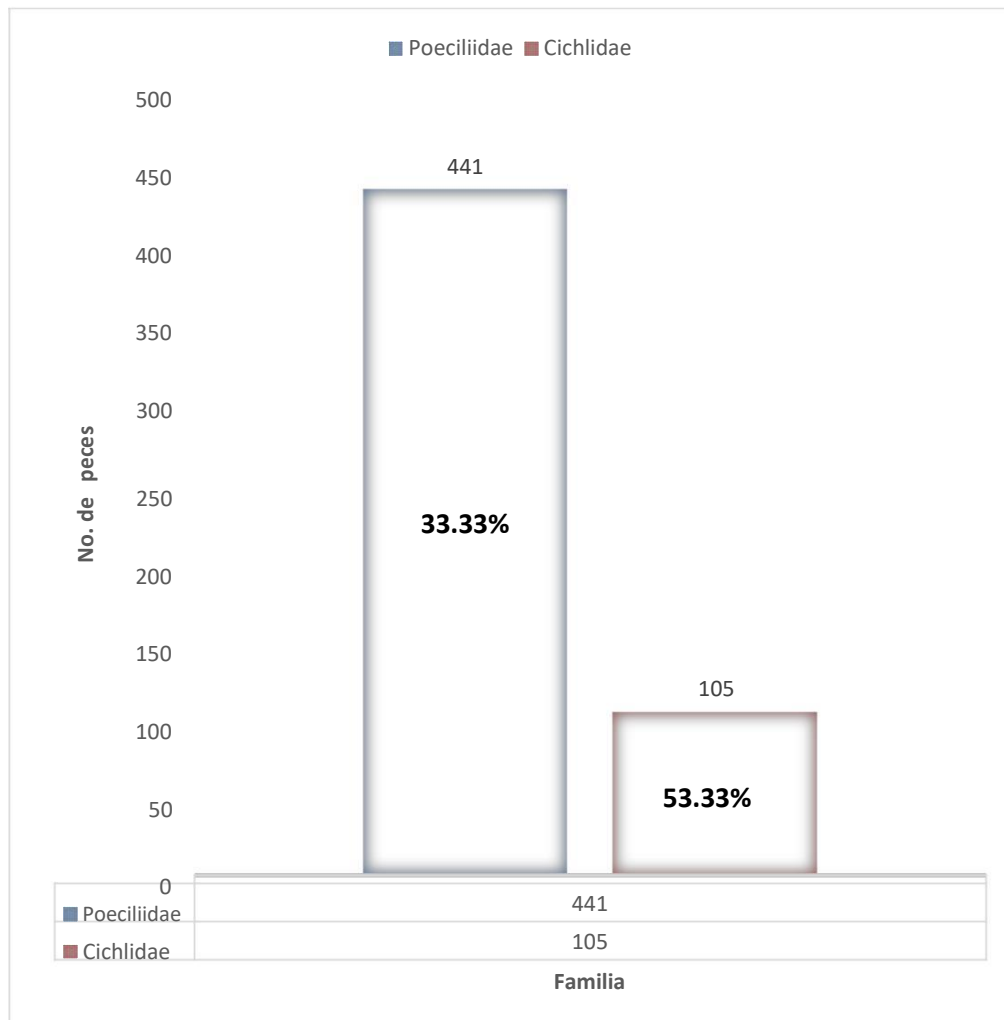


Figura 11. Prevalencia por familia de Hospedero

Fuente: Elaboración propia

- **Prevalencia por sitio de muestreo**

De los 188 peces muestreados en el Río El tambor, 76 fueron positivos a la presencia de metacercarias de *Posthodiplostomum* spp. por lo tanto, la prevalencia fue de 40.42%. En Río Grande se capturaron un total de 215 peces, siendo positivos 54 y presentando una prevalencia de 25.11%. Finalmente, el total de peces capturados en Río Camotán fue de 143, de los cuales 73 fueron positivos, presentando una prevalencia de 51.04%.

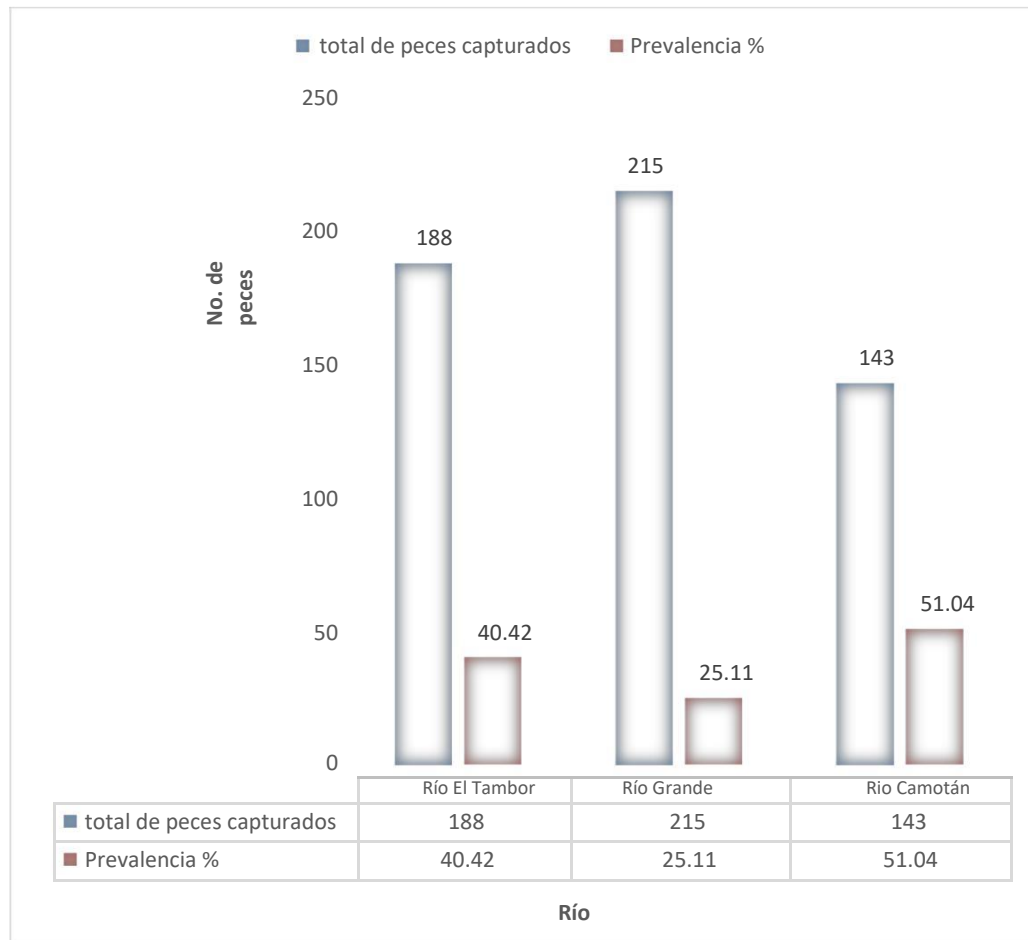


Figura 12. Prevalencia de *Posthodiplostomum* spp. por sitio de muestreo en el período junio-julio 2018.

Fuente: Elaboración propia.

- **Prevalencia global para el Río Motagua**

De los 546 peces recolectados durante los tres muestreos, se determinó que 203 eran positivos a la presencia de metacercarias morfológicamente compatibles con el género *Posthodiplostomum*.

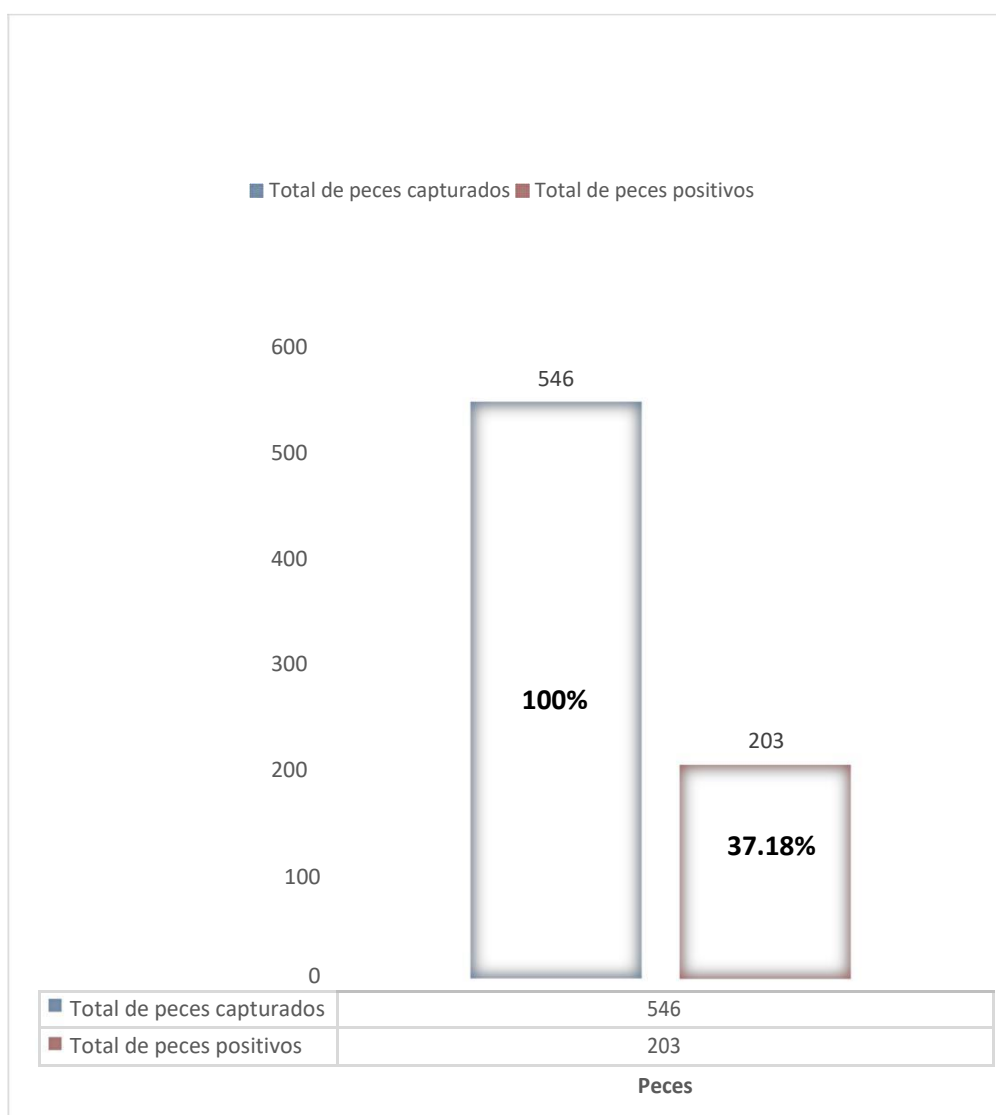


Figura 13. Prevalencia global de *Posthodiplostomum* spp. para la cuenca del Río Motagua en Zacapa, Guatemala en el I período junio-julio 2018.

Fuente: Elaboración propia.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La ubicación anatómica de las metacercarias indica que la migración de las cercarías en los peces hospederos del área de estudio, se está llevando a cabo de forma activa y pasiva. Durante la migración activa las cercarias están ingresando al hospedero por la piel y migran hacia la musculatura, hasta llegar al tejido mesentérico; mientras que en la migración pasiva las metacercarias ingresan por la boca y viajan a través del sistema circulatorio con el objetivo de establecerse principalmente en hígado y secundariamente en ojos, branquias, cerebro, riñón y gónadas (Osorio-Sarabia, Pérez-Ponce de León & García-Márquez, 1986). La migración pasiva se lleva a cabo como consecuencia de una alteración en el ciclo biológico que se da debido a la incapacidad de la cercaria para ingresar al hospedero en el lapso de 24 horas, lo que ocasiona que aún en el medio ambiente las células cistógenas de la cercaria empiecen la formación del quiste, dando paso a la formación de la metcercaria, lo que impide la penetración vía piel y obliga a que se dé el ingreso de forma atípica por ingestión (Osorio-Sarabia, Pérez-Ponce de León & García-Márquez, 1986; Pérez-Ponce de León, 1992). La abundante cantidad de metacercarias en diferentes estados de desarrollo encontradas en el tejido mesentérico sugiere que la transmisión del ciclo se está llevando a cabo de forma activa, por lo que necesariamente debiera existir presencia de metacercarias en tejido muscular, sin embargo; en este estudio no se observó ninguna metacercaria en este tejido, debido a fallas en el método diagnóstico (Maldonado, 2008). La presencia de metacercarias en intestino es considerada como una ubicación accidental y está relacionada con la migración pasiva (Pérez-Ponce de León, 1992).

La variabilidad en el tamaño, forma, disposición y presencia o ausencia de algunas de las estructuras anatómicas presentada por las metacercarias, están directamente relacionadas con los procedimientos de muerte y fijación de los parásitos, la intensidad de la infección, el grado de desarrollo la metacercaria y la

influencia ejercida por el hospedero, la cual está determinada por especie, sexo, talla y peso (Pérez-Ponce de León 1986,1992; Hernández 2008; Nguyen et al., 2012; y Reder et al., 2012). En este estudio la variabilidad de los caracteres morfométricos se relacionó únicamente con la intensidad de la infección. Se descartó la variabilidad ejercida por los procesos de muerte y fijación, pues el procedimiento fue homogéneo para las metacercarias designadas para este fin; por otro lado, la influencia ejercida por el hospedero no se puede comprobar pues a pesar de haber registrado el peso, talla y sexo de los hospederos, el taxón bajo el cual fueron registrados no permite evaluar su influencia sobre las metacercarias. En el caso de los factores morfológicos, la variabilidad que se observó principalmente en ventosas y órgano tribocítico es atribuida al proceso de muerte y fijación pues el aplastamiento entre laminas genera cambios en la apariencia de ciertas estructuras modificando su forma (salgado, 2008). El estado de desarrollo de los esbozos genitales es el único carácter que se pudo relacionar con la longevidad de la metacercaria (Pérez-Ponce de León, 1992; Hernández & Pulido, 2008; Reder et al., 2012).

En los peces recolectados se determinó que 441 pertenecían a la familia Poeciliidae y 105 a la familia Cichlidae, esta disparidad en el número de peces colectados por familia se le atribuye a las características de los sitios de muestreo (aguas tranquilas, superficiales y con corriente lenta), pues en sitios con estas características es factible recolectar peces de talla pequeña menores a 10cm, como lo son en su mayoría las especies de la familia Poeciliidae; mientras que las especies de la familia Cichlidae únicamente en etapas juveniles pueden tener tallas menores a los 10cm (Jiménez et al., 2014).

Los valores obtenidos para la prevalencia global y por sitio de muestreo variaron de 25.11% a 51.04%, por lo general en el estudio de los helmintos estos porcentajes representan una prevalencia alta al ser mayores al 10% (Cardemil, 2012); sin embargo, para el género *Posthodiplostomum* la prevalencia en

ecosistemas dulceacuícolas suele ser mayor al 80%. Hernández, (2008) sugiere que para el género *Posthodiplostomum* una prevalencia menor al 50% podría indicar cierto grado de alteración en el ecosistema, mientras que una prevalencia mayor al 50% está directamente relacionada con la presencia y abundancia de las distintas especies de hospederos, con el adecuado balance de los factores fisicoquímicos de los cuerpos de agua y con niveles bajos de contaminación en los ecosistemas (Gúzman-Cornejo & García-Prieto,1999; Hernández, 2008; Cardemil, 2012; Arredondo & Gil, 2013; Monks, et al, 2013).

VII. CONCLUSIONES

- La presencia de metacercarias del género *Posthodiplostomum* en mesenterio, hígado e intestino de los hospederos intermediarios, indica que las cercarias están llevando a cabo procesos de migración activo y pasivo.
- La presencia de metacercarias con esbozos genitales en diferentes grados de desarrollo, indica que el ciclo biológico de *Posthodiplostomum* spp. se está llevando a cabo de forma activa en la cuenca del Río Motagua en Zacapa, Guatemala.
- Morfológicamente las metacercarias de *Posthodiplostomum* spp. se caracterizan por presentar un cuerpo bisegmentado, con ventosas oral y ventral, órgano tribocítico, dos ciegos paralelos y esbozos genitales en diferentes grados de desarrollo.
- La variabilidad morfológica y morfométrica observada en las metacercarias evaluadas durante este estudio, está directamente relacionada con el estado de desarrollo y con los procesos de muerte y fijación a los que fueron sometidas.
- La alta prevalencia reportada para *Posthodiplostomum* spp. en cada sitio de muestreo confirma la presencia, abundancia e interacción de los hospederos en la cuenca del Río Motagua, en Zacapa, Guatemala.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar digestiones artificiales y aplastamiento entre placas de vidrio a contra luz para mejorar la identificación de metacercarias de *Posthodiplostomum* spp. en el tejido muscular.
- Realizar análisis moleculares y filogenéticos para descartar la presencia de especies crípticas.
- Llevar a cabo estudios histopatológicos para evaluar el efecto de *Posthodiplostomum* spp. en las diferentes ubicaciones anatómicas del hospedero.
- Realizar estudios que brinden información sobre la relación que existe entre la presencia de metacercarias del género *Posthodiplostomum* y la calidad del ambiente.

IX. RESUMEN

Las especies del genero *Posthodiplostomum* son trematodos digeneos de distribución mundial. Su clasificación taxonómica se ha basado en la morfología y más recientemente en análisis moleculares. Estudios recientes realizados en Latinoamérica, han demostrado que pueden ser utilizadas como bioindicadores de la calidad de los ecosistemas dulceacuícolas. Con el objetivo de caracterizar morfológicamente y determinar la prevalencia y los sitios de infección de las metacercarias del género *Posthodiplostomum* en la cuenca del Río Motagua, en el departamento de Zacapa, se recolectaron 546 peces de las familias Cichlidae y Poeciliidae en los ríos El Tambor, Grande y Camotán. Los peces recolectados fueron clasificados por familia, de acuerdo a sus características morfológicas, luego fueron sacrificados y posteriormente se realizaron las necropsias, para extraer las metacercarias de *Posthodiplostomum* spp. de ojos, branquias, intestinos, hígado, mesenterio y tejido muscular. Las metacercarias visibles fueron recolectadas, fijadas y teñidas para ser observadas en el microscopio y realizar la caracterización morfológica, a través de la identificación de sus principales estructuras anatómicas (ventosa oral y ventral, órgano tribocítico, boca, faringe, esófago, ciegos y esbozos genitales). De acuerdo a la ubicación anatómica de las metacercarias en los peces hospederos, se registraron como sitios de infección hígado, intestino y mesenterio. En el 37.18% (203) de los peces examinados se observó la presencia de metacercarias, morfológicamente compatibles con *Posthodiplostomum* spp. La prevalencia por sitio de muestreo fue de 40.42% para Río El Tambor, 25.11% para Río Grande y 51.04% para Río Camotán; y una prevalencia general para la cuenca del Motagua en el departamento de 37.18%. La información generada en este estudio representa el primer reporte del género *Posthodiplostomum* en Guatemala.

SUMMARY

The species of the genus *Posthodiplostomum* are trematodes digenea of worldwide distribution. This genus has been widely studied; its taxonomic classification has been based on the morphology and more recently on molecular analysis. Recent studies in Latin America have demonstrated that the species of this genus can be used as bio indicators of freshwater quality ecosystems. With the purpose of characterizing morphologically and to determine the prevalence and the infection sites of the genus *Posthodiplostomum* in the Motagua River basin, 546 fishes were recollected, in the rivers of: Tambor, Grande and Camotan. The recollected fishes were classified by family according to its morphological characteristics, after their sacrifice, the necropsy was performed and the organs were dissected. The metacercariae were extracted from the eyes, gills, intestines, liver, mesentery and muscle with the help of stereoscope. The visible metacercariae were recollected, fixed and dyed to be observed under the microscope and performed the morphological characterization, through its primary anatomical structures (oral and ventral suction cups, tribocyst organ, mouth, pharynx, esophagus, cecum and genital sketches). It was observed in 203 fishes the presence of metacercariae morphologically compatible with *Posthodiplostomum* spp. therefore, the prevalence was determined by sampling site, obtaining the following results: 40.42% for Tambor River, 25.11% for Grande River and 51.04% for Camotan River; and general prevalence of 37.18% for the Motagua basin in the Zacapa Department. According to the anatomic location of the metacercariae in the fish host, the reported sites registered were the liver, intestines and mesentery. The information generated in this study shows the first report of the genus *Posthodiplostomum* in Guatemala.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR, (2016). Piscicultura: Guía de prácticas correctas para el sacrificio. Recuperado de www.apromar.es/sites/default/files/df.2016-%20Guia%20practicass%20correctas%20sacrificio%20piscicultura.p
- Ahne, W., Negele, B., Ollenschilarger, W., Popp, O., Spieser, H., & Kwofl, K. (1982). *Enfermedades de los peces*. España: Acribia.
- Anzueto, M., Velazquez, E., Gómez, A., Quiñonez, R., & Joyce, B. (2013). Peces de la reserva selva El Ocote, Chiapas, México. México: UNICACH.
- Arredondo, N., & Gil, A. (2013). Platyhelminthes (Digenea; Proteocephalidea) y *Acanthocephala* parásitos de peces teleóstos de la cuenca del Río Paraná: diversidad, especificidad y morfología. (Tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Argentina.
- Beltrán-Álvarez, R., Sánchez-Palacios, J., Valdez, G., & Ortega-Salas, A. (2009). Edad y Crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 325-338.
- Bucher, E., Castro, G & Floris, V. (1997). *Conservación de ecosistemas de agua dulce: hacia una estrategia de manejo integrado de recursos hídricos*. (Inf-1997-114). Washington, D. C: Fondo Público de Inversión para la Innovación.
- Bunkley, L., & Williams, E. (1995). Parásitos de peces de valor recreativo en agua dulce de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

(Inf-1995-28) Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Departamento de Ciencias Marinas.

Azurdía, C., García, F., & Ríos, M. (2008). Guatemala y su Biodiversidad: un enfoque histórico, cultural, biológico y económico. (Inf-2008-06). Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

Cardemil, C. A. (2012). *Estudio exploratorio de parásitos branquiales e intestinales de diferentes especies de peces del Lago Yelcho*. (Tesis de licenciatura). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Chile.

De la Lanza, G., Hernández, S., & Carbajal, J., L. (200). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación. México: Plaza y Valdés.

Fugassa, M. (2014). Registros parasitológicos *rodent middens* Del parque Nacional perito Moreno, Santa Cruz, Argentina. *Revista Argentina de Parasitología*, 3(1), 6-14.

Gúzman-Cornejo, M., García-Prieto, L. (1999). Trematodiasis en algunos peces del lago Cuitzeo, Michoacan, México. *Revista de Biología Tropical*, 47(3), 593-596

Hernández, D., Pulido, G., & Monks (Registro Helmintológico de *Chirostoma jordani Woolman*, 1894, del lago de Tecocomulco, Hidalgo,

México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Biología.

IBUNAM (2018). Clasificación taxonómica *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936. Recuperado: <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/URN:catalogo:IBUNAN:CNHE:HE1136>

- Jiménez, L., Álvarez, L., Ochoa, A., Loaiza, J., Londoño, D., Restrepo, K., Aguirre, A., Hernández, J., Correa, J., & Jaramillo, U. (2014). Guía ilustrada de peces Cañón del río Ponce, Antioquía. Colombia: S.A.S.
- Jiménez, F., Galviz, L., & Feliciano, S. (1995). Parásitos y Enfermedades de la lobina *Micropterus* spp. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero.
- López-Hernández, D., Locke, A., Mello, A., Leite, E. & Alves, F. 2018. Molecular, morphological and experimental assesment of the life cycle of *Posthodiplostomum nanum* (Trematoda: Diplostomidae) from Brazil, whit phylogenetic evidence of the paraphyly of the genus *Posthodiplostomum* Dubois 1936. *Journal of Parasitology*, 103(5), 565-573.
- Monks, S., Pulido-Flores, G., Bautista-Hernández, C., Alemán-García, B., Falcón-ordaz, J., & Gaytán, J. (2013). El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: lago Tecocomulco vs. Laguna de Metztilán, Hidalgo, México. *Estudios Científicos en el Estado de Hidalgo y zonas aledañas*, 2(1), 25-34.
- Murray, P., Rosenthal, K., Pfaller, M. (2017). Medical Microbiology. Elsevier (Ed.) Estados Unidos: Autor.
- Nguyen, T., Li, Y., Makouloutou, P., Jiménez, L., Sato, H. (2012). *Posthodiplostomum* sp. Metacercariae in the trunk muscle of northern snakheads (*Channa argus*) from the fushinogawa river, Yamaguchi, Japan. *Journal of Veterinary Science*, 74(10), 1367-1372.

- Peresbarbosa-Rojas, E., Pérez-Ponce de León, G., & García-Prieto, L. (1994). Helmintos parásitos de tres especies de peces (Goodeidae) del lago de Patzcuaro, Michoacán. *Anales del instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, serie zoológica*, 65(1), 201-204.
- Pérez-Ponce de León, G. (1986). *Posthodiplostomum mínimum* (MacCallum 1921) Dubois 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en el “pescado blanco” *Chirostoma estor* del lago Pátzcuaro, Michoacán, México. (Tesis de Licenciatura) Universidad Autónoma de México, Facultad de ciencias, México.
- Pérez-Ponce de León, G. (1992). Sistemática del género *Posthodiplostomum* Dubois 1936 y algunos aspectos epizootiológicos de la Posthodiplostomiasis en el lago Pátzcuaro, Michoacán, México. (Tesis de Doctorado) Universidad Autónoma de México, Facultad de ciencias, México.
- Pérez, G., García-Prieto, L., Mendoza-Garfías, B., León-Régagnon, V., Pulido-Flores, G., Aranda-Cruz, C., & García-Vargas, F. (1999). Listados faunísticos de México: IX. Biodiversidad de helmintos parásitos de peces marinos y estuarinos de la Bahía de Chamela, Jalisco. México: Instituto de Biología, UNAM.
- Pulido, G., Monks, S., & Lopez. (2015). Estudios en Biodiversidad. México: Zea Books.
- Osorio-Sarabia, D., Pérez-Ponce de León, G., García-Márquez, L. (1986). Helmintos en peces de Pátzcuaro, Michoacán II: Estudio histopatológico de la lesión causada por metacercarias de *Posthodiplostomum mínimum* (Trematoda: Diplostomatidae) en hígado de *Chirostoma estor*. *Serie zoológica*, 57(2), 247-260.

- Ramos, P. (1995). Algunos trematodos de vertebrados de la presa Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca, México. *Anales Instituto de Biología UNAM*, 66(2), 241-246.
- Reder, A., Kozlowiski, A., Doro, V., & Luque, J. (2012). Metacercárias de Diplostomidae (Digenea: Diplostomidae) em *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) do rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum*, 34(2), 233-239.
- Rumbos-Núñez, J., G. (2012). Taxonomía de trematodos digeneos en peces de interés comercial capturados en la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela. (Tesis des grado). Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Venezuela.
- Salgado, G. (2008). Atlas de helmintos de peces de agua dulce de México Las especies más comunes de Helmintos. (Inf-2008-209106). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología.

XI.ANEXOS



Anexo 1. características de los sitios de muestreo

Fuente: Elaboración propia



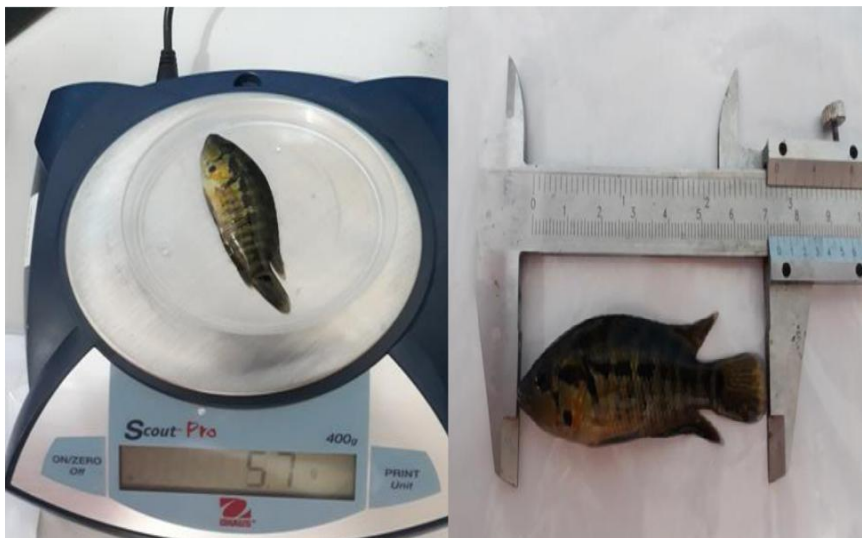
Anexo 2. Presencia de caracoles en los sitios de muestreo

Fuente: Elaboración propia



Anexo 3. Acondicionamiento de los peces en el laboratorio

Fuente: Elaboración propia



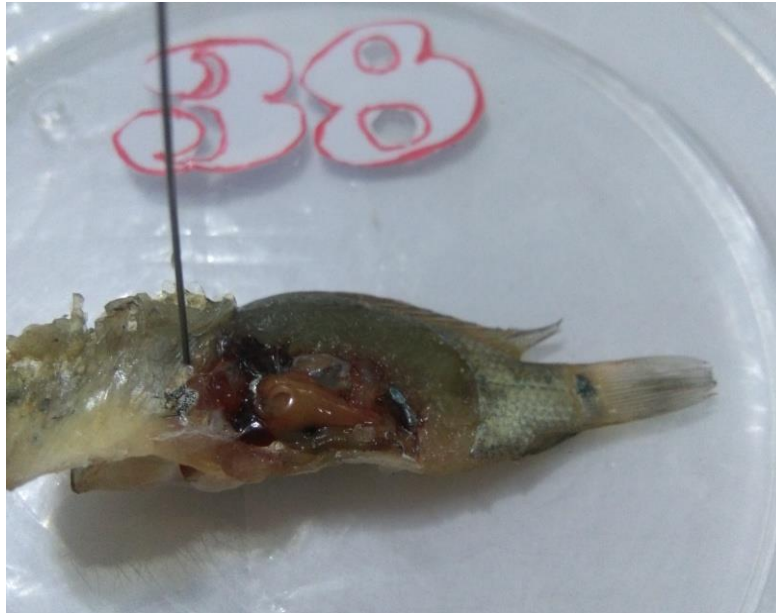
Anexo 4. Obtención de datos morfométricos de los hospederos.

Fuente: Elaboración propia



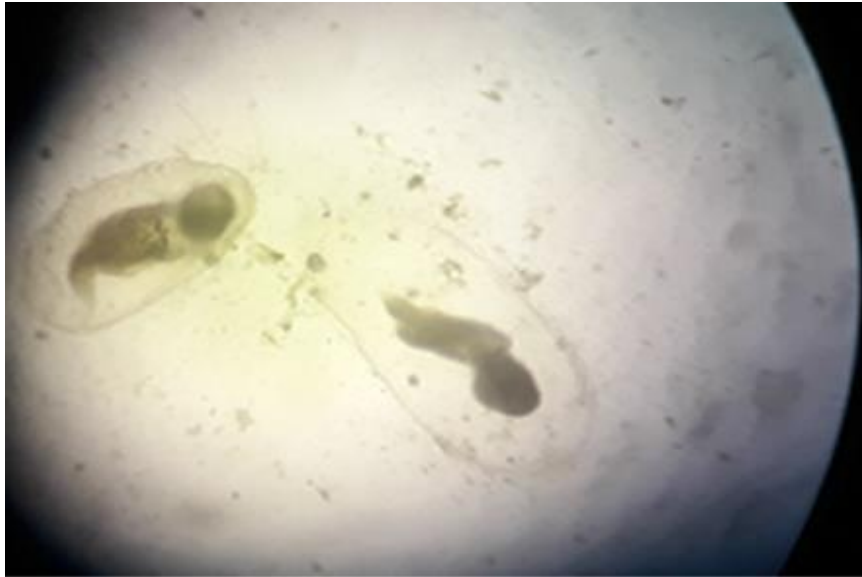
Anexo 5. Sexado de los peces a través de la observación del gonopodio en los machos.

Fuente: Elaboración propia



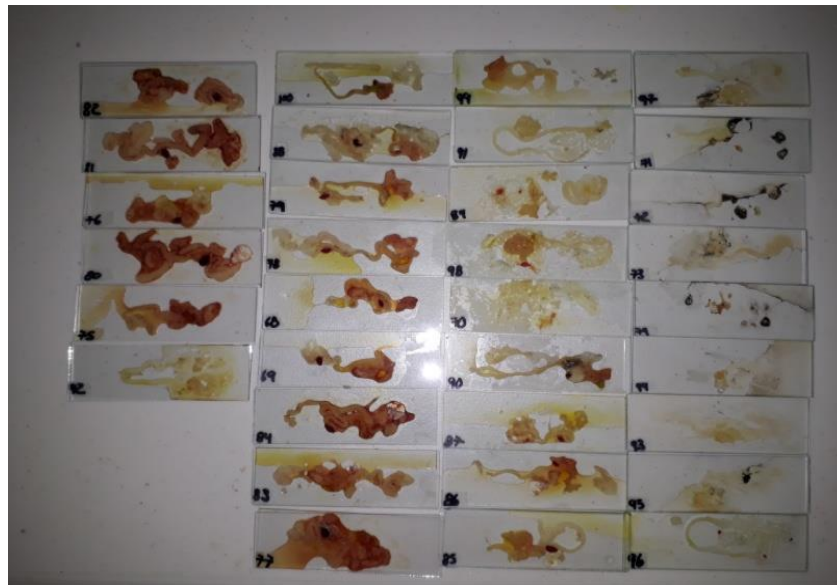
Anexo 6. Necropsia y disección de órganos

Fuente: Elaboración propia



Anexo 7. Observación de metacercarias de *Posthodiplostomum* spp. en estereoscopio con un aumento total de 40x.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 8. Técnica de squash para la confirmación de los diagnósticos negativos en intestino.

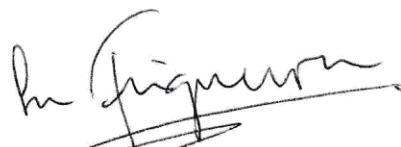
Fuente: Elaboración propia

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y PREVALENCIA DE
Phostodiplostomum spp. EN PECES DE LAS FAMILIAS Cichlidae
y Poeciliidae DEL RÍO MOTAGUA, ZACAPA, GUATEMALA, JUNIO-
JULIO 2018**

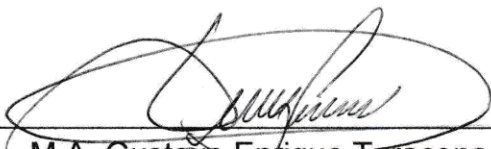
f. 
BR. AMANDA PAOLA MORALES RAMÍREZ

f. 
M.V. Alejandro José Hun Martínez
Asesor

f. 
M.A. Ludwig Estuardo Figueroa
Hernández
Asesor

f. 
M.Sc. Roderico David Hernández Chea
Evaluador

IMPRIMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

