

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Parásitos en peces de importancia comercial del Canal de Chiquimulilla,  
aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa**



**Presentado por:**

**T.A. Aura Sofía Alvizuris Hernández**

**Para otorgarle el título de**

**LICENCIADA EN ACUICULTURA**

**Guatemala, mayo de 2018**

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Parásitos en peces de importancia comercial del Canal de Chiquimulilla,  
aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa**



**Presentado por:**

**T. A. Aura Sofía Alvizuris Hernández**

**Para otorgarle el título de**

**LICENCIADA EN ACUICULTURA**

**Asesora: M. Sc. Dora Carolina Marroquín Mora**

**Guatemala, mayo de 2018**

## Consejo Directivo

Presidente	M. Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M. Sc. Kathy Iturbide Dormon
Representantes Docentes	M. A. Olga Marina Sánchez Cardona M. Sc. Erick Roderico Villagran Colón
Representantes del Colegio de Médicos Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores	Licda. Liliana Maricruz Maldonado Noriega
Representantes Estudiantiles	T.A. María Alejandra Paz Velásquez T.A. Marcos Estuardo Ponciano Nuñez

El Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación de la estudiante universitaria **Aura Sofia Alvizuris Hernández**, titulado “Parásitos en peces de importancia comercial del Canal de Chiquimulilla, aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo. IMPRIMASE.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle



Guatemala, mayo 2018

El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, después de conocer el dictamen de la asesora M.Sc. Dora Carolina Marroquín Mora, al trabajo de graduación de la estudiante universitario **Aura Sofia Alvizuris Hernández**, titulado “Parásitos en peces de importancia comercial del Canal de Chiquimulilla, aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa”, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.Sc. Luis Francisco Franco Cabre



Guatemala, mayo 2018

## **Agradecimientos**

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por permitir formarme profesionalmente.

Al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, por ser mi casa de estudios.

A la Estación Experimental de Monterrico y su personal, por el apoyo brindado y por permitirme realizar en sus instalaciones la investigación.

Al Laboratorio de Sanidad Acuícola y el Laboratorio de Investigación Aplicada, por el apoyo brindado.

## **Dedicatoria**

A Dios: por la vida, por su compañía en cada instante y por todas las bendiciones recibidas.

A mis padres: por el apoyo brindado durante los años de estudio; en especial a la memoria de mi padre Everardo Alvizuris Sandoval, por el amor que me dio en vida y que permanecerá hasta la eternidad.

A mi tía María Leonor Hernández y familia: por todo su apoyo y por ser mi hogar durante los años de universidad.

A mi hermana Ruth, por ser mi compañera de batallas.

A mi familia y amigos, por acompañarme en las horas más bonitas y más difíciles de la vida.

A mi asesora, M.Sc. Carolina Marroquín, por todo su apoyo y conocimiento compartido.

Al M.Sc. Leonel Carrillo, M.Sc. Josué García, y Ph.D. Elisa Blanda, por su apoyo durante la investigación y los años de estudio.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de la investigación.

## Resumen

La pesca es una actividad que se realiza en ambas costas de Guatemala, tiene por objetivo proveer de alimento a varias familias de la zona. En la costa Pacífica se encuentra el Canal de Chiquimulilla. En este estuario se lleva a cabo pesca de pequeña escala y de subsistencia. Se capturan diferentes especies de peces que se comercializan en fresco o como pescado seco salado.

Debido a la importancia de la pesca en la zona, se evaluó la comunidad parasitaria que habita en ocho especies de peces de importancia comercial: *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844), *Cichlasoma trimaculatum* (Günther, 1867), *Astatheros macracanthus* (Günther, 1864), *Centropomus robalito* (Jordan & Gilbert, 1882), *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859), *Cathorops* sp. y *Gobionellus microdon* (Gilbert, 1892). Además de identificar los parásitos y caracterizar las parasitosis por su abundancia y grado de severidad, se identificaron los parásitos con potencial zoonótico y el daño histopatológico causado por las parasitosis severas.

La investigación se llevó a cabo en el Canal de Chiquimulilla, realizando un muestreo mensual de abril a septiembre de 2017. En total se muestrearon 240 peces. Se determinó la presencia de endoparásitos y ectoparásitos por medio de análisis en fresco. Los parásitos observados fueron fijados en formol al 4% e identificados con ayuda de guías taxonómicas y fotografías. Las parasitosis fueron evaluadas y caracterizadas de acuerdo con la tabla de grado de severidad para evaluación de parasitosis recomendada por la OIE. Los tejidos con parasitosis severas fueron fijados en formol al 10% y analizados microscópicamente a partir de cortes histológicos teñidos con hematoxilina y eosina.

En total se cuantificaron 4033 parásitos, pertenecientes a siete grupos taxonómicos y se identificaron ocho géneros diferentes. Se identificaron dos especies de parásitos digéneos *Centrocestum formosanus* (Nishigori, 1924) y *Clinostomum* sp.; crustáceos parásitos (*Argulus* spp., y *Ergasilus* spp.), monogéneos (*Dactylogyrus* spp.), protozoos enquistados, nematodos (*Spyroxys* sp.), y acantocéfalos (*Echinorhynchus* sp., *Octospiniferoides* sp.). Adicionalmente, se encontraron formas larvales y metacercarias que no fueron identificadas.

Tres de las especies de parásitos encontrados tienen potencial zoonótico. Estas especies son *Clinostomum* sp., *Centrocestum formosanus*, y *Spyroxys* sp. Los parásitos más abundantes fueron, huevos de nematodo, *Dactylogyrus* spp., *Clinostomum* sp. y metacercarias de digeneo.

Las endoparasitosis severas fueron causadas por metacercarias de *Clinostomum* sp., huevos de nematodos, y metacercarias en corazón. Las exoparasitosis severas fueron causadas por monogéneos principalmente. Mediante la evaluación histopatológica se determinó que las metacercarias de *Clinostomum* sp. no provocan reacción inflamatoria, solamente ocupan un espacio en el órgano parasitado, causando daño mecánico. Los huevos de nematodo provocan inflamación y atrofia en lamelas primarias y secundarias de las branquias. Las metacercarias en corazón provocan engrosamiento de las paredes del órgano y pericarditis.

Debido a la identificación de parásitos con potencial zoonótico se recomienda al Ministerio de Agricultura informar a los pobladores de la región sobre los riesgos potenciales del consumo de peces que no han sido cocinados apropiadamente.

## Abstract

Fishing is carried out in both the Pacific and the Atlantic coasts in Guatemala. This activity supplies food to several families in the area. The Chiquimulilla's Canal is located in the Pacific Guatemalan Coast. In this estuary subsistence small scale and fisheries are practiced. Fish from different species are captured and sold fresh or dry-salted.

Due to the importance of the fishing activity in the area, the parasitic community in eight commercially important fish species was evaluated. The species of fish included in this study were *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844), *Cichlasoma trimaculatum* (Günther, 1867), *Astatheros macracanthus* (Günther, 1864), *Centropomus robalito* (Jordan & Gilbert, 1882), *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859), *Cathorops* sp. and *Gobionellus microdon* (Gilbert, 1892). Parasites were identified. Parasitosis were characterized by their abundance and severity. Those parasites with zoonotic potential were also identified. Furthermore, the histological damage caused by severe parasitosis was assessed.

The research was conducted in the Chiquimulilla is Canal. Seven monthly samples were taken from April to September 2017. 240 fish were analyzed in total. Endo and ectoparasites were evaluated using fresh mount analysis. Detected parasites were fixed in 4% formaldehyde and identified using taxonomic guides and pictures. Parasitosis were assessed and characterized using the severity assessment table recommended by OIE. Severely parasitized tissues were fixed in 10% formaldehyde and microscopically analyzed using histological slides stained with hematoxiline and eosine.

In total 4033 parasites were counted, from seven different taxonomic groups. Seven different genera were identified. Two species of digenea *Centrocestum formosanus* (Nishigori, 1924) and *Clinostomum* sp.; crustacean parasites (*Argulus* spp., and *Ergasilus* spp.), monogena (*Dactylogyrus* spp.), enquisted protozoa, nematodes (*Spyroxys* sp.), and acantocephala (*Echinorhynchus* sp., *Octospiniferoides* sp.). Additionally, larval forms and metacercaria were also observed, however, it was not possible to identify them.

Three of the identified parasites are potentially zoonotic: *Clinostomum* sp., *Centrocestum formosanus*, and *Spyroxys* sp. The most abundant parasites were *Dactylogyrus* spp., *Clinostomum* sp. and metacercarias digenea.

Severe endoparasitosis were caused by *Clinostomum* sp. metacercaria, nematodes and unidentified metacercaria in the heart. Severe exoparasitosis were caused by monogenea. Using histological slides, it was determined that *Clinostomum* sp. metacercaria do not trigger an inflammatory response of the host. They only appear to take space and cause mechanical damage of the infested organ. Nematode eggs cause inflammation and atrophy of primary and secondary lamella in the gills. Metacercarias in the hart cause thickening of the wall and pericarditis.

Because three potentially zoonotic parasites were identified in this research, it is recommended that the Ministerio de Agricultura informs and advices the local population about the risks of eating uncooked fish.

## Índice de contenido

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Marco teórico	5
3.1. Parásito	5
3.1.1. Formas de parasitismo	5
3.2. Ectoparásitos	6
3.2.1. Protozoarios	6
3.2.1.1. Ciliados	6
3.2.1.2. Trichodinas	6
3.2.2. Crustáceos parásitos	6
3.2.2.1. <i>Argulus</i> sp.	6
3.2.2.2. Isópodos	7
3.2.2.3. <i>Lernea</i> sp.	7
3.2.2.4. Copépodos	7
3.2.3. Trematodos	8
3.2.3.1. Monogéneos	8
3.2.3.1.1. <i>Gyrodactylus</i> sp.	8
3.2.3.1.2. <i>Dactylogyrus</i> sp.	8
3.2.3.2. Hirudinea	8
3.3. Endoparásitos	8
3.3.1. Trematodos digeneos	8
3.3.1.1. <i>Clinostomum</i> sp.	9
3.3.1.2. <i>Diplostomulum</i> sp.	10
3.4. Nematoda	11
3.4.1. Ascaridida	11
3.4.2. Spirurida	11
3.4.3. <i>Spyroxys</i> sp.	11
3.5. Acantolocéfalos	11
3.6. Cestodos	11
4. Objetivos	12

4.1.	Objetivo general	12
4.2.	Objetivos específicos	12
5.	Materiales y métodos	13
5.1.	Ubicación geográfica	13
5.2.	Variables	14
5.3.	Muestreo	14
5.4.	Selección de la muestra	15
5.5.	Procedimiento	15
5.5.1.	Evaluación macroscópica	16
5.5.2.	Evaluación microscópica	17
5.5.3.	Identificación, fijación y conservación de parásitos	17
5.6.	Análisis de la información	18
6.	Resultados y discusión	20
6.1.	Parásitos identificados	20
6.1.1.	Ectoparásitos	22
6.1.2.	Endoparásitos	30
6.2.	Parásitos con capacidad zoonótica	38
6.3.	Carga parasitaria	40
6.4.	Prevalencia	41
6.5.	Abundancia	42
6.5.1.	Ectoparásitos	42
6.5.2.	Endoparásitos	43
6.6.	Descripción de los daños patológicos causados por la parasitosis severa en tejidos	45
7.	Conclusiones	49
8.	Recomendaciones	50

9. Bibliografía	51
10. Anexo	56

## Índice de Figuras

Figura 1. Ciclo biológico de <i>Clinostomum</i> sp.	9
Figura 2. Ciclo vida de <i>Clinostomum</i> sp.	10
Figura 3. Mapa de ubicación y puntos de muestreo	13
Figura 4. Pesca y transporte de organismos vivos	15
Figura 5. Determinación de talla y peso de los organismos	16
Figura 6. Evaluación microscópica de un montaje en fresco	17
Figura 7. Abundancia relativa de parásitos por especie de pez evaluado	22
Figura 8. Apariencia general de una infestación por <i>Argulus</i> sp. en piel de <i>M. cephalus</i>	23
Figura 9. <i>Argulus</i> sp. obtenido de <i>G. microdon</i> .	24
Figura 10. Dos especímenes de <i>Argulus</i> sp.	24
Figura 11. Infestación de <i>Ergasilus</i> spp.	25
Figura 12. <i>Ergasilus</i> spp. en branquias	25
Figura 13. Preparaciones en fresco de <i>Dactylogyrus</i> spp.	27
Figura 14. Protozoo, morfoespecie I.	28
Figura 15. Huevos de nematodo en diferentes estadios	29
Figura 16. Quiste en branquias de <i>A. macracanthus</i>	29
Figura 17. Metacercaria de <i>Centrocestum formosanus</i>	30
Figura 18. Metacercaria de <i>Clinostomum</i> sp.	31
Figura 19. <i>Clinostomum</i> sp. adulto en <i>A. macracanthus</i> .	31
Figura 20. Áreas infestadas por <i>Clinostomum</i> sp. en <i>D. latifrons</i> , y <i>A. macracanthus</i>	32
Figura 21. Parasitosis severa en hígado de <i>G. maculatus</i>	32
Figura 22. Morfoespecies II.	33
Figura 23. Montaje húmedo de <i>Centrocestum formosanus</i> adulto.	34
Figura 24. Apariencia general de un hígado severamente parasitado por <i>Spyroxys</i> sp.	35
Figura 25. <i>Octospiniferoides</i> sp.	36
Figura 26. <i>Echinorhynchus</i> sp.	36
Figura 27. Tejidos parasitados y montaje húmedo de <i>Echinorhynchus</i> sp.	37
Figura 28. Metacercarias de digeneo en hígado de <i>D. latifrons</i> .	37
Figura 29. Metacercarias en corazón	38

Figura 30. Abundancia relativa de ectoparásitos en las diferentes especies de pez	43
Figura 31. Abundancia relativa de endoparásitos en las diferentes especies de pez	44
Figura 32. Corte histológico de hígado con metacercarias de <i>Clinostomum</i> sp.	45
Figura 33. Cortes histológicos de hígado de <i>G. maculatus</i>	46
Figura 34. Parásito en intestino de <i>C. robalito</i> .	47
Figura 35. Corte histológico de branquias de <i>D. latifrons</i>	47
Figura 36. Corte histológico donde se observan los huevos de nematodos	48
Figura 37. Metacercarias en corazón en <i>G. maculatus</i> .	48

## Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Variables de la investigación	14
Tabla 2. Parásitos encontrados en peces del Canal de Chiquimulilla	21
Tabla 3. Carga parasitaria: parásitos/g de pez	41
Tabla 4. Prevalencia de peces muestreados	42

## 1. Introducción

La pesca marítima y continental, junto con la acuicultura, proporcionan alimentos y son una fuente de ingresos directos o indirectos para 820 millones de personas en el mundo. Para el año 2014 se estimó el consumo *per cápita* de pescado en 20 kg, lo cual indica que el pescado es una fuente importante de alimento de gran valor nutricional (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2016).

El pescado es uno de los productos alimenticios más comercializados del mundo, y más de la mitad de las exportaciones pesqueras proceden de países en desarrollo. Guatemala aporta carne de pescado a través de la pesca en ambas costas (Atlántico y Pacífico), catalogada como pesca artesanal de pequeña escala (FAO, 2016; Ruano, 2007).

La pesca del Pacífico se desarrolla entre otros lugares en el Canal de Chiquimulilla, o directamente en el mar. El Canal de Chiquimulilla, es un cuerpo de agua de aproximadamente 120 kilómetros de longitud. La pesca que se desarrolla en esta área es pesca de escama, pesca de bute, y de camarón, usando como artes de pesca el trasmallo y la atarraya. Dentro de las especies de peces capturadas en el Canal, se han reportado aproximadamente 10 de gran importancia en la pesca de subsistencia y comercialización: *Dormitator latifrons*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Astatheros macracanthus*, *Centropomus robalito*, *Atractosteus tropicus*, *Mugil cephalus*, *Cathorops* sp. y *Gobiomorus maculatus* (Franco, 2008; López, 2015; Ortiz, 2016).

Debido a que las pesquerías se desarrollan en el ambiente natural, las especies objeto de la pesca son afectadas por condiciones del ambiente, entre ellas los parásitos, los cuales, además de generar grandes pérdidas en producciones acuícolas, también pueden afectar la salud de los organismos silvestres y al ser humano (Mancini, Larriestra, Salinas, y Bucco, 2005).

Las parasitosis pueden ser causadas por diferentes grupos de parásitos como protozoos, monogeneos, digeneos, acantocéfalos, cestodos, y nematodos, entre otros, (Jiménez, Garza, Segovia, Galaviz, Truegas, y Salinas, 1988; García, 2014; Soler, 2016). Sin embargo, las parasitosis en los peces del Canal de Chiquimulilla han sido poco estudiadas. Es por esto que

la investigación tuvo como objetivo identificar los principales parásitos presentes en peces de importancia comercial en el Canal de Chiquimulilla, en la aldea Monterrico. La investigación generó información actualizada sobre la comunidad de parásitos presente en peces del Canal. Esta información puede ser utilizada en la toma de decisiones relacionadas al manejo de la inocuidad de productos pesqueros, y del manejo sanitario de las posibles zoonosis.

Adicionalmente se describieron las especies de parásitos que tienen capacidad zoonótica, el grupo taxonómico de parásito más abundante en cada especie de pez y el efecto de las parasitosis severas en peces. En total se hicieron siete muestreos, uno cada mes de abril a septiembre de 2017. Se analizaron 4033 peces utilizando técnicas macro y microscópicas. Los parásitos observados fueron fijados e identificados. Las parasitosis severas fueron estudiadas a través de cortes histológicos teñidos con hematoxilina y eosina.

Es importante considerar que los parásitos identificados por este estudio podrán utilizarse en investigaciones futuras como indicadores ecológicos del estado de las fuentes hídricas, tal y como se ha hecho en otros países, donde especies de parásitos helmintos se emplean como indicadores de contaminación (Monks, Pulido, Alemán, Falcón, y Gaytán, 2013).

## 2. Antecedentes

La pesca es una actividad que se desarrolla alrededor del mundo, y proporciona alimento y trabajo a miles de personas. Las especies objeto de la pesca se ven afectadas por las condiciones del medio natural. Entre estas condiciones se encuentran los parásitos. Debido a la importancia de los productos pesqueros, se han desarrollado varios estudios sobre las especies de los parásitos que afectan a las especies comerciales y a las poblaciones silvestres. El conocimiento de la fauna parasitaria en peces es fundamental debido al riesgo potencial de afectar el desarrollo de las poblaciones de peces, y a que su estado de salud está directamente relacionado con el de los humanos que de ellos dependen. A continuación, se describen algunos estudios sobre parásitos de poblaciones silvestres de peces de la región.

En la laguna Los Mártires, Isla Margarita (Venezuela) se realizó un estudio de los parásitos en lebranches, (*Mugil liza*), tilapias, (*Oreochromis mossambicus*) y guabinas, (*Dormitator maculatus*). Los parásitos encontrados fueron *Trichodina* sp. (Protozoa), metacercarias del complejo *Ascocotyle* (Digenea), larvas de Cisterocercoide *Cyclophyllidea* (Cestoda) y un nematodo (Heterocheilidae). La presencia de estos parásitos fue relacionada con la contaminación y los cambios ambientales (Moreno, Fuentes, Mago, y Chinchilla, 2008).

En México se desarrolló una investigación sobre la reacción inflamatoria que causa *Gnathostoma* spp. (nematodo) en vertebrados silvestres y humanos. Las lesiones se clasificaron en 4 categorías. Las larvas de tercer estadio avanzado, en peces, anfibios y reptiles, causaron una reacción inflamatoria de categorías I y II (sin lesión, o lesión mínima a discreta). En las aves, se registraron las categorías II, III y IV (lesión mínima a discreta, moderada a intensa y granulomatosa). En humanos, categorías III y IV (lesión moderada a intensa y granulomatosa) (García, León, Lamothe, Osorio, García, 2014).

Actualmente en muchas regiones de México y Centroamérica se ha reportado la presencia de plecos o pez diablo *Pterygoplichthys pardalis* fuera de su área de distribución natural. Se desconoce el papel de esta especie como vector de parásitos que puedan infectar a los peces nativos o los seres humanos a través de su consumo. Debido a ello, se realizó un estudio que encontró cinco especies de ectoparásitos infestando a esta especie, el protozoario

*Ichthyophthirius multifiliis*; dos monogéneos, *Urocleidoides vaginoclastrum* y *Heteropriapulius heterotylus*; y el digeneo: *Clinostomum* sp. En este estudio no se encontraron endoparásitos (Rodríguez, García, Mendoza, Gonzales, y Grano, 2016).

En México han sido reportados 1,015 especies de tremátodos, monogéneos y céstodos, que en conjunto representan el 7.4% de la diversidad mundial de platelmintos. Los peces actinopterigios son los que presentan mayor número de estos parásitos con un total de 589 especies. Se estima que el número real de parásitos en estos peces puede ser mayor ya que varias especies no han sido descritas (García, Mendoza, y Pérez, 2014).

En Guatemala se han desarrollado pocos estudios sobre parásitos en peces. Greenberg, realizó un trabajo con parásitos de ciclidos del Canal de Chiquimulilla. Encontró 7 especies de endo y ectoparásitos, en 17 especies de ciclidos. De la población muestreada el 42% estaba parasitada. Las parasitosis mostraron relación con el hábito alimenticio de los peces (Greenberg, 1996). Las especies de parásitos que se encontraron fueron: *Clinostomum* sp, *Diplostomus* sp., *Neochinorhynchus rutiliy Octospiniferoides chandleri*, en *Dormitator latrifrons*; *Gobionellus* sp., *Diapterus lineatus*, *Anableps dowei* y la “Pichinca” *Crasicutis cichlasomae*.

Del grupo de los nematodos se encontró a *Spiroxys* sp. en *Ciclasoma trimaculatum*, *Oreochromis niloticus*, *Gobiomurus maculatus*, y *Mugil cefalus*. *Spiroxys* sp. puede ser zoonótico a nivel intestinal. En *Centropomus* sp. se encontró una especie de céstodo pero no fue identificada. En *Mugil cefalus* se encontró *Argulus* sp., un crustáceo parásito (Greenberg, 1996).

Se realizó una investigación de los endo y ectoparásitos de Tilapia, *Oreochromis niloticus*, en una producción en jaulas en el lago de Amatitlán. Durante la investigación se encontró una especie de ectoparásito, del grupo de los hirudineos (sanguijuela). De los endoparásitos se encontró *Trypanoplasma* sp. (protozoo), *Eimeria* sp. (protozoo), *Haemogregarinas* (protozoo) y *Spyroxis* sp. (nemátodo). Este estudio determinó que la contaminación del agua de cultivo estaba relacionada con la presencia de los parásitos. Así mismo, *Spyroxis* sp. fue reportada como una especie de riesgo potencial para la salud de los consumidores si consumen el pescado parasitado crudo o mal cocido (Cajas, 1998).

### 3. Marco teórico

En el medio natural o de cautiverio los peces son susceptibles a infestaciones parasitarias. Estas se manifiestan cuando las condiciones medioambientales como temperatura, oxígeno disuelto, pH, concentración de sales, la especie, edad, sexo, estado de salud, y estrés, permiten su establecimiento (Jiménez, Galaviz, y Segovia, 1992). Sin embargo, los peces pueden o no estar enfermos al estar parasitados. El estar infectado, o infestado significa albergar o tener agentes de enfermedad, sobre o dentro del cuerpo, en este caso parásitos. Estar enfermo implica, albergar el agente etiológico y presentar signos clínicos de la enfermedad (Jiménez, Galaviz, y Segovia, 1992).

Las condiciones ambientales en el medio acuático son determinantes, pueden favorecer a un agente infeccioso, y causar enfermedad en el hospedero. Esto ocurre especialmente en el medio acuático continental y en la costa, zonas que reciben mayor influencia de factores naturales y actividades humanas. En consecuencia, los peces en estas áreas están expuestos con frecuencia a situaciones de estrés. Si éstas coinciden con la presencia de un patógeno, es factible la aparición de la enfermedad (Jiménez, Galaviz, y Segovia, 1992).

#### 3.1. Parásito

Se refiere al organismo que en forma permanente o temporal y obligatoria se nutre a expensas de otro organismo u hospedero, sin que éste sea destruido. El término parasitismo se utiliza para explicar la relación entre el hospedero y el parásito (Quiroz, 2005).

##### 3.1.1. Formas de parasitismo

Parasitismo incidental: se refiere a los seres de vida libre que llegan al hospedero, de manera incidental y viven en él cierto tiempo sin que exista una adaptación entre ambos, hasta que el parásito es expulsado o termina con la vida del hospedero.

Parasitismo facultativo: es el causado por seres inferiores que viven habitualmente sobre sustancias en descomposición. Éstos pueden penetrar en los organismos y adaptarse a una vida parasitaria.

De acuerdo con su localización en el cuerpo del hospedero, los parásitos pueden ser endoparásitos (dentro del organismo), o ectoparásitos (fuera del cuerpo) (Quiroz, 2005).

## 3.2. Ectoparásitos

### 3.2.1. Protozoarios

Son organismos unicelulares, que pueden formar colonias, asociaciones parasitarias o simbióticas. Entre los principales protozoarios parásitos se encuentran Apicomplexa, Ciliophora, Myxozoa y Sacromastigophora que pueden causar cambios patológicos como: cambios en la coloración, hemorragia, inflamación y excesiva producción de mucus (Jiménez, Garza, Segovia, Galaviz, Truegas, Salinas, 1988; García, 2014; Soler, 2016).

#### 3.2.1.1. Ciliados

Uno de los principales ciliados parásitos de peces es *Icthyophthirius multifiliis* (Ich), un parásito obligatorio que infesta rápidamente piel y branquias, debido a las formas de tomites producidos a partir de una célula. Provoca irritación severa con exudado de mucus e hiperplasia (Jiménez, Galaviz, y Segovia, 1992). Otros parásitos ciliados importantes en peces son *Chilodonella* sp. y *Trichodinas* sp.

#### 3.2.1.2. Trichodinas

La infestación por trichodinas se caracteriza por secreción excesiva de mucus (Blue Slime), debilidad, hiperplasia y necrosis de epidermis. Debido a las estructuras de adhesión del parásito se produce la completa destrucción de epitelio y branquias (Jiménez, Galaviz, Segovia, 1992; Soler, 2016).

### 3.2.2. Crustáceos parásitos

#### 3.2.2.1. *Argulus* sp.

Denominado comúnmente “piojo de los peces” se presenta principalmente en agua salada o salobre, infestando a peces nativos y cultivados. *Argulus* sp. es un crustáceo de cuerpo aplanado dorso ventralmente, de hasta 1 cm de longitud. En los peces frecuentemente se lo observa en la cabeza o en zonas protegidas tras las aletas. Estos parásitos son muy móviles y se trasladan de un pez a otro. Sobreviven durante largos períodos de tiempo fuera del

hospedador. Son organismos dioicos. Las hembras, una vez fecundado el huevo, abandonan al pez para depositar sus huevos en la vegetación acuática. Las larvas al nacer buscan activamente un pez para asentarse y crecer parasitándolo. Causan úlceras hemorrágicas que son propensas a infectarse por patógenos oportunistas (Balbuena, 2011).

#### 3.2.2.2. Isópodos

Parásitos que se adhieren a la piel, boca y branquias. En la piel pueden llegar a generar cavidades, y en la boca pueden provocar la degeneración de la lengua (Soler, 2016). Son comunes en peces marinos. Aunque no matan directamente al hospedador, al competir por el alimento, pueden debilitarlo hasta causarle la muerte.

#### 3.2.2.3. *Lerne* sp.

Son crustáceos parásitos; su talla máxima es 2 cm de longitud. Se les conoce como gusanos ancla. Provocan daño en branquias o en los costados donde se fijan y desencadenan hiperplasia, hemorragias, e inflamación (Balbuena, 2011; Soler, 2016). Cuando parasitan branquias causan problemas de intercambio gaseoso y en consecuencia mala condición general de salud.

#### 3.2.2.4. Copépodos

Viven en cualquier animal acuático, provocan daños directos en el sitio de fijación por sus mecanismos de sujeción. Producen erosión epidérmica, pérdida de escamas, hemorragias, exposición de la musculatura, necrosis, e infecciones bacterianas secundarias. La respuesta del hospedero incluye inflamación, hiperplasia, proliferación de fibroblastos, producción de fibra e infiltración celular (Soler, 2016).

Una de las especies más representativas de los copépodos parásitos es *Ergasilus* sp. Éste tiene el tórax compuesto por seis segmentos con numerosas setas. El segundo segmento es fuerte y le sirve para adherirse a las branquias. El sexto segmento es más alargado y le sirve para sostener el saco de huevecillos (Jiménez, Segovia, Galaviz, Truegas, Adame, y Salinas, 1988).

### 3.2.3. Trematodos

#### 3.2.3.1. Monogéneos

Tienen distribución mundial y afectan más en zonas tropicales. Se encuentran en cabeza, piel, aletas, epitelio nasal y arcos branquiales. El ciclo de vida tiene los estadios de huevo, oncomiracidio y adulto. No involucran hospederos intermediarios (García, 2014; Soler, 2016). Entre los géneros más conocidos de trematodos parásitos de peces están:

##### 3.2.3.1.1. *Gyrodactylus* sp.

Provoca excesiva mucosidad, anorexia, disminución del peso, y reduce la tasa de fertilidad. En las zonas de la piel altamente colonizadas se observa erosión y pérdida del epitelio, úlceras y descamación. Puede afectar la córnea, causar ojos opacos y provocar ceguera (Soler, 2016).

##### 3.2.3.1.2. *Dactylogyrinus* sp.

Son organismos de cuerpo pequeño, con pequeños lóbulos cefálicos. Tienen glándulas cefálicas en dos grupos en la región anterolateral; y dos pares de ojos. Provocan pérdida de peso y mortalidades. Los ganchos de fijación y su alimentación causan desgarramientos de las branquias y respiración acelerada, palidez y pueden impedir el intercambio gaseoso produciendo hipofunción respiratoria y la muerte por asfixia (Hoffman, 1999; Soler, 2016).

### 3.2.4. Hirudinea

Comúnmente conocidas como sanguijuelas, pueden llegar medir hasta 5 cm. Se adhieren a la piel, aletas y raras veces a las branquias. Son hemófagas y actúan como vectores transmitiendo varios tipos de infecciones por virus, bacterias e infestaciones de tripanosomas. Los peces infestados con sanguijuelas presentan manchas rojas, síntomas de agotamiento, e irritación (Greenberg, 1996).

## 3.3. Endoparásitos

### 3.3.1. Trematodos digeneos

Presentan ciclos de vida indirectos o directos, es decir pueden incluir a varios hospederos (Soler, 2016). En la fase adulta habitan en el conducto biliar o gastrointestinal de los

hospederos (García, 2014). En peces, las principales especies patógenas descritas son *Diplostomulum* sp., *Clinostomum* sp. y *Sanguinicola* sp.

### 3.3.1.1. *Clinostomum* sp.

Pertenecen a la familia Clinostomidae y se caracterizan por tener el cuerpo lingüiforme, robusto, cóncavo ventralmente. En el extremo anterior se encuentra el pliegue cefálico que rodea la ventosa oral pequeña. Pueden presentarse en quistes de color amarillo de tamaño variable. La fase de metacercaria se encuentra localizada en tegumento, músculo, base de las aletas, cavidad oral, branquias y peritoneo (Jimenez, Galviz, Segovia, Garza y Wesche, 1986).

Según el ciclo biológico, (Figura 1) los adultos de *Clinostomum* sp. habitan en la boca o laringe de las garzas. Los huevos son expulsados y se convierten en miracidios, los cuales pueden penetrar en moluscos (hospedero primario). Posteriormente evolucionan a cercarias. Las cercarias son la forma infectiva al siguiente hospedero intermediario, tienen cola y glándulas de penetración. Al entrar al hospedero, pierden la cola y se enquista para desarrollarse hasta metacercarias. En este estadio la metacercaria está en espera de ser comida por el hospedero definitivo, comúnmente un vertebrado terrestre o acuático (Jimenez, Galviz, Segovia, Garza y Wesche, 1986; Vidal, Aguirre, Tomá, Gónzales, y Mendoza, 2002).

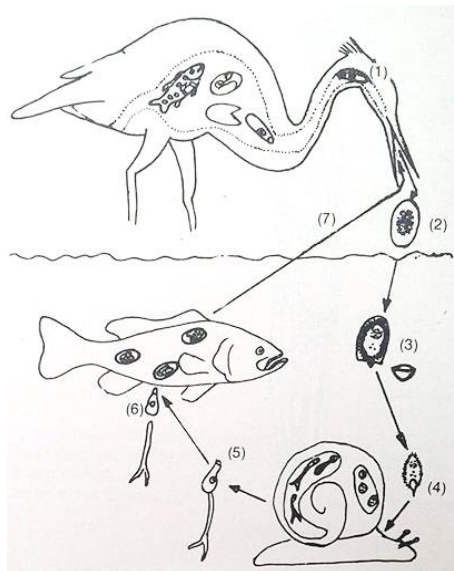


Figura 1. Ciclo biológico de *Clinostomum* sp. (Jimenez, Galviz, Segovia, Garza y Wesche, 1986).

En la etapa de metacercaria puede infectar al hombre si éste consume el pescado mal cocido o crudo. En este caso el hombre se transforma en un hospedero accidental (Figura 2) (Sutuli, Tourem, y Vilani, 2014).

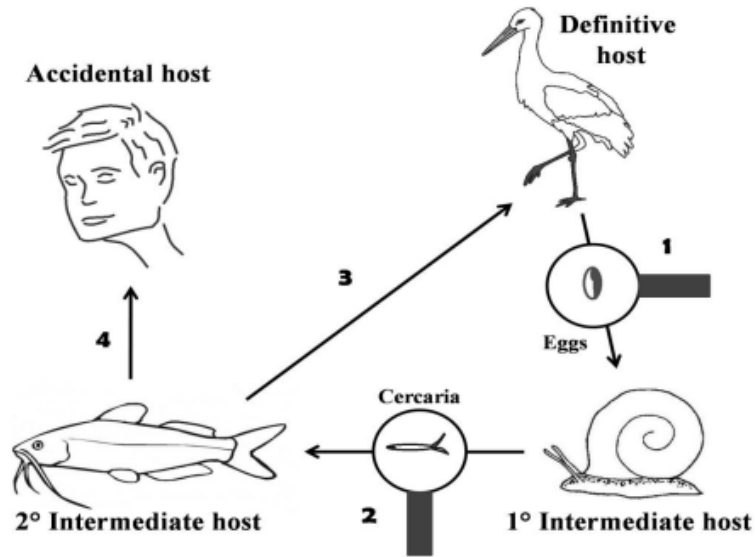


Figura 2. Ciclo vida de *Clinostomum* sp. y el hombre como hospedero accidental (Sutuli, Tourem, y Vilani, 2014).

El primer caso de clinostomiasis, infestación por *Clinostomum* sp. en humanos, fue registrado en Japón en 1938. A partir de entonces se han documentado varios casos de infestaciones por *Clinostomum* sp. en los cuales los parásitos se han encontrado en garganta, faringe y ojos (Sutuli, Tourem, y Vilani, 2014).

### 3.3.1.2. *Diplostomulum* sp.

Este parásito produce frecuentemente la “catarata ocular” y provoca protuberancias hacia el nervio óptico. Las cercarias, al penetrar los ojos, provocan proliferación del epitelio adyacente, opacando el lente óptico, y causando ceguera. Ocasionalmente se han reportado como parásitos que pueden deformar la cavidad cefálica de los peces (Soler, 2016). Puede ser zoonótico. En Corea se estudió el caso de zoonosis con *Clinostomum complanatum* y se determinó que, después del consumo de pescado crudo o mal cocido, las metacercarias se liberan en el estómago y migran hacia el esófago o cavidad bucal, pudiendo provocar faringitis o laringuitis (Park, Kim, Soo, y Kim, 2009).

### 3.4. Nematoda

Son organismos de cuerpo alargado, cilíndrico, cubierto por una cutícula que presenta un sin número de ornamentaciones y extremos aguzados. Son organismos dioicos con marcado dimorfismo sexual. Dentro de los grupos principales se encuentran:

#### 3.4.1. Ascaridida

Presentes en todos los vertebrados. En peces se presentan principalmente los de la familia Anisakidae y Cucullanidae (Soler, 2016).

#### 3.4.2. Spirurida

En peces se ha reportado la presencia de organismos de las familias Philometridae y Callanidae (Soler, 2016).

#### 3.4.3. *Spyroxyis* sp.

Pertenece a la familia Gnathostomatidae. Los adultos de este género se encuentran comúnmente en el estómago de tortugas e intestinos de anfibios; además de peces. Las larvas son de talla media y de color rojo (Hoffman, 1999).

### 3.5. Acantolocéfalos

Son gusanos intestinales. Se caracterizan por poseer una probóscide espinosa retráctil, con la cual perforan la pared intestinal de los peces desprendiendo la mucosa y tejido conectivo. Son dioicos, las hembras son más robustas que los machos. Su cuerpo presenta un presoma formado por la probóscide y el cuello, y un tronco robusto, donde se encuentra el aparato reproductor. Carecen de sistema digestivo y adquieren sus nutrientes a través del tegumento. Tienen un ciclo biológico indirecto. Para su supervivencia ocupan a un anfípodo, pulga o larva de insecto donde se desarrollan los estadios larvarios. Cuando los artrópodos son ingeridos por un pez, la larva del acantocéfalo se fija con la probóscide en la pared del intestino donde crece y se desarrolla sexualmente. El daño patológico ocasionado al intestino incluye leucocitosis, hiperemia e hiperplasia del tejido conectivo, y ulceración (Jiménez, Galviz, Segovia, Garza, y Wesche, 1986).

### 3.6. Cestodos

Endoparásitos del tubo digestivo de vertebrados. Su ciclo de vida incluye las fases de huevo, coracidio, procercoide, plerocercoides, cisticercoides, cisticerco y adulto. Tanto las larvas como los adultos son patógenos. Los adultos causan descamación del tejido, intoxicación del pez, anemia y oclusión del intestino (Soler, 2016).

## **4. Objetivos**

### 4.1. Objetivo general

- Identificar los principales parásitos presentes en peces de importancia comercial de la aldea Monterrico, en el Canal de Chiquimulilla.

### 4.2. Objetivos específicos

- Identificar los parásitos que tienen capacidad zoonótica.
- Establecer el tipo y grupo taxonómico de parásito más abundante en cada especie de pez.
- Describir el efecto de la parasitosis severa en las diferentes especies de peces.



## 5.2. Variables

Tabla 1. Variables de la investigación

Variable	Indicador
Variables cualitativas	
Pez	Género y especie
Parásito	<ul style="list-style-type: none"><li>• Endoparásito (género/especie)</li><li>• Ectoparásito (género/especie)</li><li>• Grupo taxonómico del parásito</li></ul>
Riesgo de zoonosis	Fase del ciclo de vida del parásito
Variables cuantitativas	
Carga parasitaria	# de parásitos/g de pez
Prevalencia	% peces infestados / total peces evaluados por especie
Abundancia	Número total de parásitos encontrados en cada especie de pez

## 5.3. Muestreo

El muestreo se realizó mensualmente, durante los meses de abril a septiembre del año 2017. Los organismos se capturaron con atarraya y se transportaron vivos hasta la Estación Experimental. Se tomó una muestra de 30 organismos por cada especie para un total de 240 peces.

El tamaño de la muestra se estableció tomando en cuenta que el muestreo se realizó en condiciones naturales, en una población infinita de tamaño desconocido. Por lo cual, de acuerdo con el teorema del límite central, 30 organismos representan una muestra significativa de la población a evaluar.

#### 5.4. Selección de la muestra

Los peces capturados por los pescadores artesanales de la aldea Monterrico se comercializan como pescado fresco eviscerado o sin eviscerar, y pescado seco salado. De acuerdo con información de los pescadores, y lo reportado por López (2015) y Ortiz (2016), las especies que más se capturan y comercializan son ocho: Pululo (*Dormitator latifron*), Colorada (*Cichlasoma trimaculatum*), Mojarra negra (*Astatheros macracanthus*), Aleta (*Centropomus robalito*), Lisa (*Mugil cephalus*), Guavina (*Gobiomorus maculatus*), Bagre (*Cathorops* sp.) y Lucerna (*Gobionellus microdon*).

Por su importancia estas ocho especies fueron evaluadas en la investigación. La identidad de los peces se obtuvo con la aplicación de la guía taxonómica de la FAO Pacífico Centro Oriental (FAO, 1995) y el libro Peces dulceacuícolas de México (Rush, 2010).

#### 5.5. Procedimiento

En el muestreo y captura de los organismos participó un pescador artesanal de la zona. Los peces se capturaron en horas de la mañana, con una atarraya (Figura 4). Se mantuvieron en tinacos de 50 L con aireación constante hasta, y durante su transporte a la Estación Experimental.

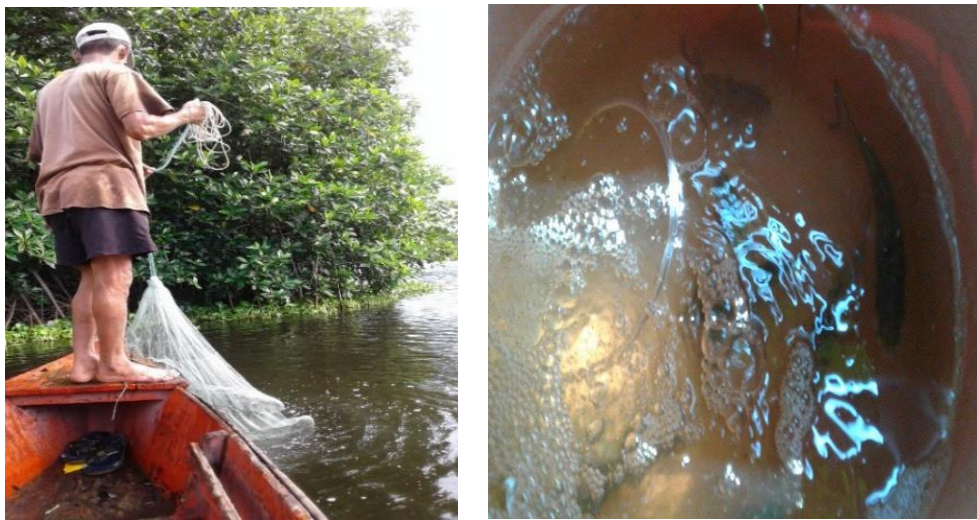


Figura 4. Pesca y transporte de organismos vivos.

### 5.5.1. Evaluación macroscópica

Al momento de la recepción de la muestra se identificó la especie y se determinó su talla y peso (Figura 5). Se midió la longitud total (cm) con un ictiómetro, y se registró el peso en una balanza semi analítica (AND Ej-2000®). La biometría se utilizó para estimar la carga parasitaria. Los organismos fueron sacrificados por corte en la base del cráneo. Se evaluó macroscópicamente la superficie corporal, boca, mucus, cavidad ocular, branquias, opérculos, y aletas. También se evaluó la cavidad visceral del organismo, en busca de parásitos macroscópicos.



*Figura 5.* Determinación de talla y peso de los organismos para posteriormente estimar la carga parasitaria (a. Talla, b. Peso c. Revisión macroscópica).

### 5.5.2. Evaluación microscópica

La metodología utilizada para la evaluación de parásitos en órganos de peces empleada en esta investigación fue la descrita por Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales, y Mendoza (2002). Esta consistió en montajes en fresco de mucus, aletas, branquias, intestino, hígado, riñón, estómago, bazo, corazón, cerebro, gónadas, músculo y vejiga natatoria (Figura 6). Los montajes y preparaciones frescas de tejidos fueron analizadas con un microscopio óptico Amscope® para determinar la presencia de parásitos. En caso de detectarse la presencia de parásitos se registraron los datos de: especie de pez, tipo de parásito, órgano parasitado, número de parásitos observados, y daños en los órganos parasitados (Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales, y Mendoza, 2002).



*Figura 6.* Evaluación microscópica de un montaje en fresco.

### 5.5.3. Identificación, fijación y conservación de parásitos

Para la identificación, fijación y conservación de los organismos se utilizaron diferentes técnicas, de acuerdo al grupo taxonómico del parásito detectado. La metodología para los

protozoarios, se identificaron mediante preparaciones simples en fresco con agua de transporte de la muestra (López *et. al*, 2006).

Para la identificación de metacercarias de digeneo se utilizó la metodología descrita por Scholz, Aguirre, y Macedo. El material en fresco se desenquistó. Posteriormente se observó la morfología de la metacercaria libre incluyendo tegumento, sistemas digestivos, excretor y primordios genitales. Para la fijación de estos parásitos se utilizó una solución de formol al 4% (Scholz, Aguirre, y Macedo, 2000).

La preservación de trematodos monogeneos se realizó en formol al 4 %. Los organismos se identificaron con ayuda de montajes en fresco y fotografías (Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales, y Mendoza, 2002). Los nematodos se fijaron en formol al 4% y para clarearlos fueron introducidos en glicerina pura, durante 24 horas, y luego fueron preservados en alcohol al 70% (Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales, y Mendoza, 2002).

El grado de severidad de las parasitosis se estableció por medio de la tabla de severidad, descrita en Anexo 2. Los tejidos que presentaron parasitosis severas se fijaron en formol al 10%. Los daños tisulares se determinaron y caracterizaron por medio de observación microscópica de cortes histológicos longitudinales y transversales de los tejidos, teñidos con hematoxilina y eosina, en las instalaciones del Laboratorio de Sanidad Acuícola de CEMA. La técnica de preparación y corte de los tejidos para análisis histopatológico se describe en el Anexo 3.

#### 5.6. Análisis de la información

La identificación de parásitos se realizó utilizando como guía los siguientes documentos: Guía de identificación Parasites of North American, freshwater fishes (Hoffman, 1999); Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico, Parásitos en bagre y Parásitos en Tilapia (Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales y Mendoza, 2002; Jimenez, Galviz, Garza, y Wesche, 1986; Jiménez, Segovia, Galaviz, Truegas, Adame, y Salinas, 1988).

La información se registró en la boleta adjunta en Anexo 4. Se hicieron conteos de los parásitos detectados y se determinó el grado de severidad de la infestación de acuerdo con la

tabla correspondiente. Para determinar la carga parasitaria se hicieron cinco conteos en observaciones microscópicas de endo y ectoparásitos. Se utilizó el peso de los organismos y se estableció la relación del número de parásitos con respecto al peso de los peces, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Carga Parasitaria} = \frac{\text{No. parásitos}}{\text{peso(g)}}$$

La determinación del riesgo de zoonosis se evaluó por medio de la fase del ciclo de vida del parásito presente en el pez.

La abundancia se calculó como el número de parásitos de una especie particular sobre un hospedador, sin tener en cuenta si el hospedador está o no infectado (Carballo, 2008).

El cálculo de prevalencia corresponde al porcentaje de hospederos parasitados. Se refiere al porcentaje de hospederos infectados con una especie de parásito en una muestra de hospederos de la misma especie (Vidal, 2016).

## 6. Resultados y discusión

### 6.1. Parásitos identificados

En la investigación se muestrearon en total 240 peces, y se cuantificaron 4033 parásitos. Se identificaron siete géneros de parásitos de ocho grupos taxonómicos incluyendo: crustáceos, monogeneos, protozoos, nematodos, digeneos y acantocéfalos. Adicionalmente, se encontraron formas larvales, quistes y metacercarias que no fue posible identificar.

Las especies potencialmente zoonóticas encontradas pertenecen a los digeneos *Clinostomum* sp. y *Centrocestum formosanus*; y el nematodo *Spyroxys* sp. Los ectoparásitos más abundantes fueron los huevos de nematodos (P=26%) y los monogeneos (P=20%), en branquias, en diferentes especies de peces. Éstos causaron inflamación, hemorragia y atrofia de lamelas primarias y secundarias. Los endoparásitos más abundantes fueron los digeneos (P=25%) y las metacercarias de digeneo (P=9%). Una de las especies de digeneo más abundante fue *Clinostomum* sp., que se detectó en varias especies de peces e infestó ojos, opérculos, cavidad visceral y mesenterio. Las metacercarias de digeneo se encontraron principalmente en el hígado de varias especies, en diferentes estadíos de desarrollo.

Se detectaron parasitosis severas en *D. latifrons*, y *G. maculatus*. En *D. latifrons* éstas fueron causadas por huevos de nematodo en branquias, y causaron atrofia e inflamación. En *G. maculatus*, la parasitosis severa fue causada por metacercarias enquistadas de *Clinostomum* sp. en el hígado. Los quistes presentaban color amarillo y no desencadenaron una reacción inflamatoria aparentemente del hospedero. Solo ocupaban espacio en el órgano sin desencadenar respuesta en el hospedero, causando principalmente daño mecánico.

En la tabla 2 se resumen los hallazgos de esta investigación.

Tabla 2. Parásitos encontrados en peces del Canal de Chiquimulilla

Ectoparásitos	
Grupo	Género y especie
Crustáceos	<i>Argulus</i> spp.
	<i>Ergasilus</i> sp.
Monogeneos	<i>Dactylogyrus</i> spp.
Protozoos	Morfoespecie I
Otros	Huevos de nematodo
	Quiste
Endopárasitos	
Digeneos	<i>Clinostomum</i> sp.
	Morfoespecie II
	<i>Centrocestus formosanus</i> .
Nematodos	<i>Spyroxis</i> sp.
Acantocefalos	<i>Octospiniferoides</i> sp.
	<i>Echinorhynchus</i> sp.
Metacercarias	Metacercarias en corazón
	Metacercarias de digeneo

En total se cuantificaron 4033 parásitos; el 26% correspondió a huevos de nematodo, 25% digeneos, 20% monogeneos, 9% para metacercarias de digeneo, 6% crustáceos y quistes, 3% nematodos y metacercarias en corazón, 2% acantocéfalos y 1% a protozoos. Los peces que presentaron mayor abundancia de parásitos fueron *D. latifrons* con 1195 parásitos, *G.*

*maculatus* con 931 y *C. robalito* con 919; correspondientes al 29.63%, 23.08% y 22.79% del total de parásitos observados, respectivamente.

En la figura 7 se presentan las abundancias relativas de los diferentes parásitos encontrados por especie de pez.

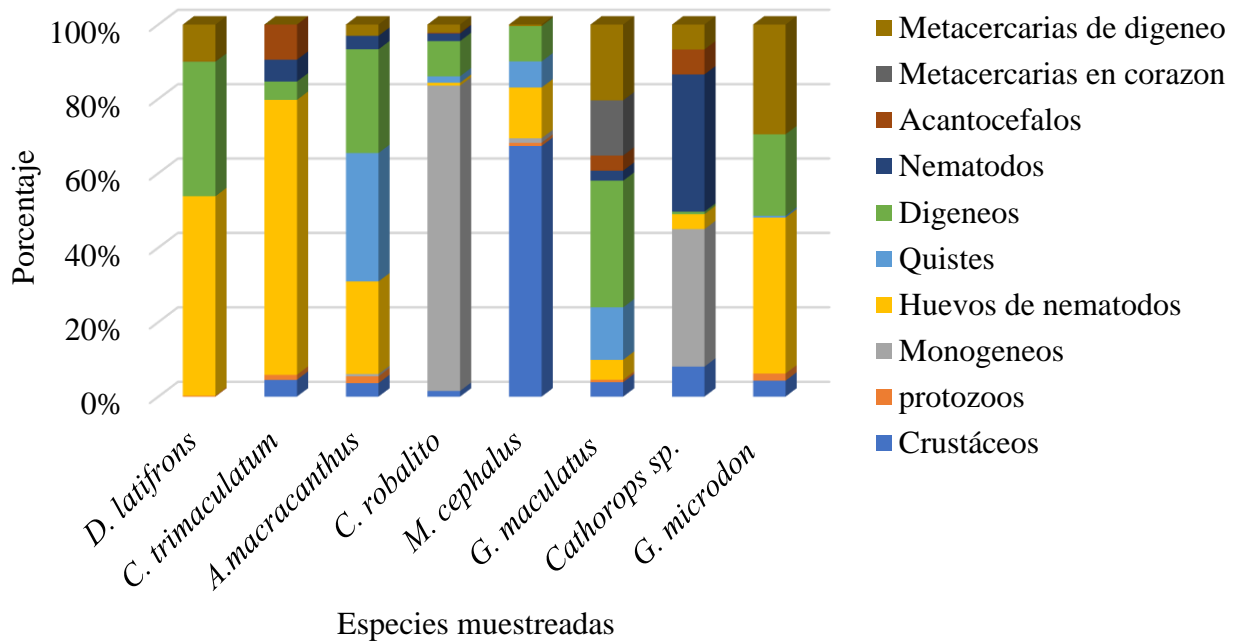


Figura 7. Abundancia relativa de parásitos por especie de pez evaluado

Los parásitos más abundantes en todas las especies de peces muestreadas fueron: monogeneos, crustáceos parásitos, huevos de nematodos, y digeneos, en orden descendente. A continuación, se describen brevemente los organismos parásitos más abundantes en los peces del Canal de Chiquimulilla, de acuerdo a los hallazgos de la presente investigación.

### 6.1.1. Ectoparásitos

#### *Argulus* spp.

Se encontró en piel de *C. robalito*, y *M. cephalus*; mucus de *G. microdon*; y dentro de la boca, mucus y piel de *G. maculatus*. En piel y boca se encontró fuertemente adherido. El grado de severidad de la infestación fue 1 o leve. Un único *M. cephalus* presentó infestación grado 3, de moderado a severo. En los peces infestados los parásitos estaban adheridos a la

piel de los flancos y a las aletas pectorales. Se observó abundante mucus, figura 8. Los *Argulus* sp. encontrados en *G. microdon* son distintos a los observados en *G. maculatus* (Figura 8 y 9). Esto sugiere que se trata de especies diferentes de *Argulus* sp. Sin embargo, no fue posible determinar la especie a la que corresponden.

Al infestar la piel de los peces, *Argulus* puede provocar diferentes tipos de lesiones como hemorragia de aletas, pérdida de escamas, podredumbre de aletas, heridas inflamadas, hemorragias aguadas y expansión superficial del mucus. Estos parásitos pueden también ser vectores de diferentes patógenos (Ebrahimzadeh, Behtash, Rostami, Saeed, Shayan, y Rahmati, 2011).



*Figura 8.* Apariencia general de una infestación por *Argulus* sp. en piel de *M. cephalus*.



Figura 9. *Argulus* sp.obtenido de *G. microdon*. Montaje húmedo, 4x.

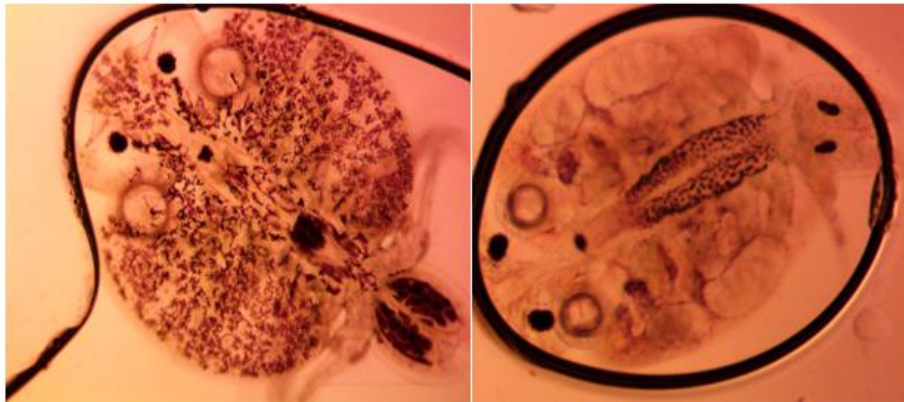


Figura 10. Dos especímenes de *Argulus* sp. obtenidos de un montaje húmedo de piel de *G. maculatus*. En estas fotografías se observan diferencias claras entre los organismos, lo que sugiere que se trata de dos especies diferentes. Montaje húmedo, 4x.

#### *Ergasilus* spp.

Se encontró en *C. trimaculatum*, *A. macracanthus*, *M. cephalus*, *G. maculatus*, *Cathorops* sp., y *G. microdon*. Se localizó en branquias, sujeto a las lamelas branquiales (Figura 11), en las cuales causó inflamación y hemorragias. Algunos organismos parásitos se observaron en estadio adulto maduro, con huevos adheridos (Figura 12). El grado de las parasitosis observadas fue 3 y 4 (moderado a severo). Según lo reportado, en un ambiente mixohalino y

confinado, *M. cephalus* presentó una infestación severa por *Ergasilus* sp., el cual se transmitió constantemente. Las Lisas mantienen a este parásito en su cuerpo durante todo su desarrollo ontogénico y se evidenció que *Ergasilus* sp. tolera grandes cambios de salinidad (Jara, y Díaz, 1995). Los hallazgos de la presente investigación corresponden y corroboran lo descrito por Jara, y Díaz, debido al grado de severidad de las infestaciones observadas.



*Figura 11.* Infestación de *Ergasilus* spp. en branquias de *G. maculatus*.



*Figura 12.* *Ergasilus* spp. en branquias de *C. trimaculatum*, montaje húmedo, 4x.

*Dactylogyrus* spp.

Se detectó en *A. macracanthus*, *M. cephalus*, *Cathorops* sp., y *C. robalito*. Se encontró adherido a branquias y en aletas pectorales. En las branquias *Dactylogyrus* spp. causó inflamación de las lamelas branquiales y abundante producción de mucus (Figura 13). El grado de severidad de las infestaciones fue de 1 a 4, leve a severo. Las parasitosis severas se encontraron en *C. robalito*, causando inflamación, hemorragia, y abundante producción de mucus en las lamelas branquiales. Los parásitos que se observaron presentaron diferentes características morfológicas y es posible que sean especies distintas.

Estos parásitos al igual que otros monogéneos pueden afectar especies marinas y continentales. Se han encontrado en branquias, boca, aletas y cavidad bucal. Se han reportado infestaciones severas en especies de carpa, dorada, bagre, ranas y tortugas. La lesión depende del grado de infestación, e incluye signos de necrosis y hemorragias en tegumento y branquias. Pueden provocar retardo en el crecimiento, disminución de peso y reducción de la fertilidad (Flores, y Flores, 2003). Aunque no fue posible determinar la extensión del efecto de las infestaciones sobre el crecimiento y fertilidad de los peces, durante la presente investigación si se observaron las lesiones tisulares anteriormente descritas.

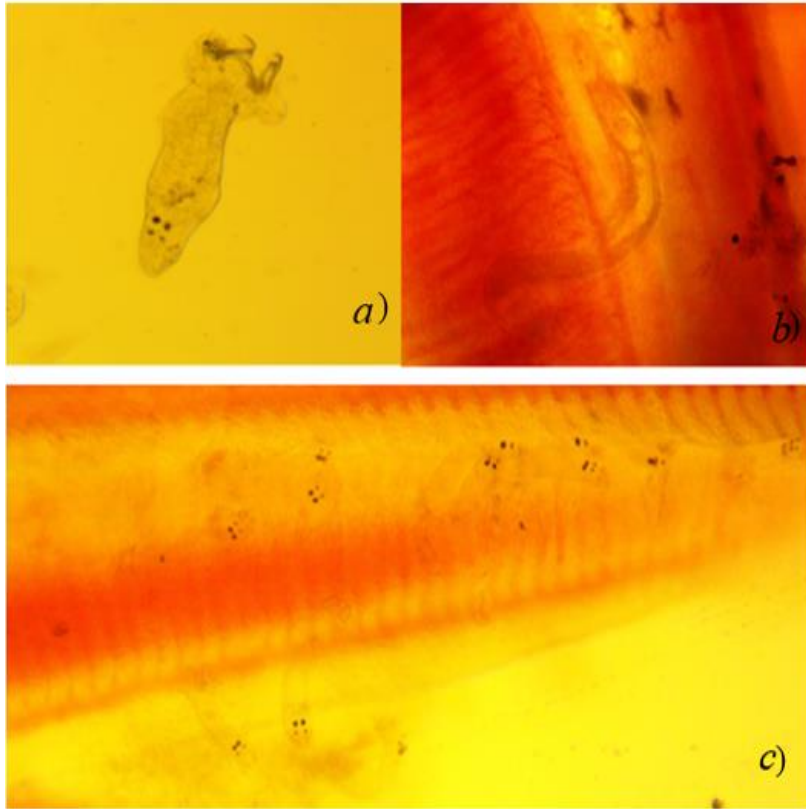


Figura 13. Preparaciones en fresco de *Dactylogyrus* spp. obtenidas de diferentes peces a) *C. robalito*, montaje húmedo 10x. b) *Cathorops* sp., montaje húmedo de branquias 10x y c) *C. robalito*, montaje húmedo de branquias, 4x.

#### Protozoos, morfoespecie I

Se encontraron en *D. latrifrons*, *C. trimaculatum*, *A. macracanthus*, *M. cephalus*, *G. maculatus*, *G. microdon*. Se observaron en branquias y mucus (Figura 14). No fue posible identificar la especie de parásito a la que corresponde. Sin embargo, su morfología corresponde a un organismo ovalado, transparente y con movimiento rápido, pertenece al grupo de los protozoos. El grado de severidad de la infestación causada por estos organismos fue 1, o leve.

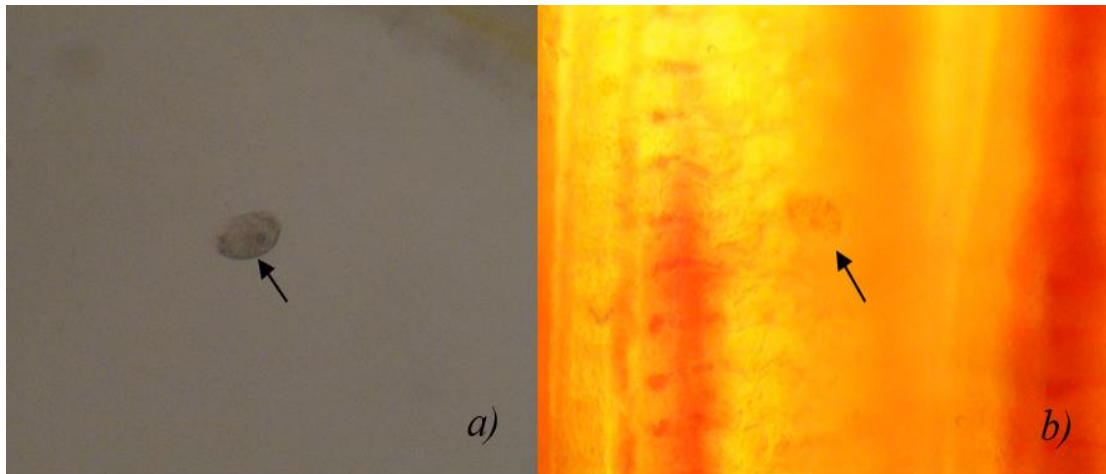


Figura 14. Protozoo morfoespecie I. a) mucus de *M. cephalus* y b) branquias de *M. cephalus*.  
Montaje húmedo, 10x.

#### Huevos de nematodo

Se encontraron huevos de nematodos en las lamelas branquiales de todas las especies incluidas en esta investigación. Las mayores abundancias se observaron en *C. trimaculatum* y *D. latifrons* (Figura 15). Los parásitos se encontraban en diferentes estadios larvales (L1-L2) (Figura 15a), alojados principalmente cerca del arco branquial. El grado de severidad de la infestación fue de 2 a 4, de moderado a severo. Provocaron inflamación, dificultad en la circulación de las lamelas branquiales y en los casos más severos atrofian el tejido.

Los huevos de los nematodos son liberados por la hembra y pasan al ambiente exterior. Estos huevos pasan por tres etapas de desarrollo (L1, L2, y L3) antes que el nemátodo pueda infectar a otro huésped. La etapa del nemátodo (normalmente un huevo o una L1) que es liberada de un hospedador definitivo y tiene que madurar a una etapa específica (normalmente una L3) puede infectar a otro hospedador. La larva L1 se desarrolla dentro del huevo. Para que esta larva comience el proceso de salir del huevo tienen que existir condiciones favorables en el ambiente externo (Johnstone, s.f.).

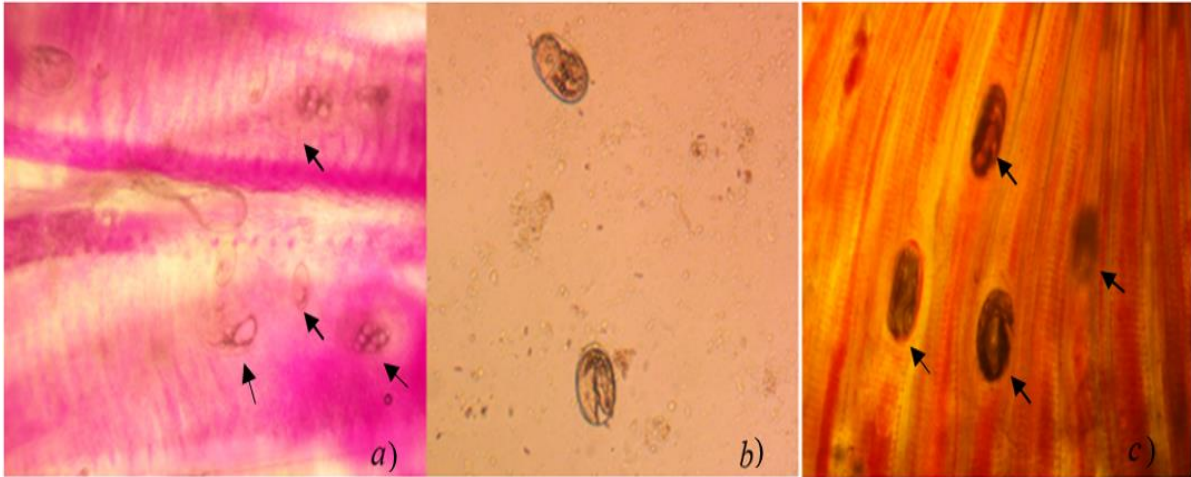


Figura 15. Huevos de nematodo en diferentes estadios. a). Branquias de *D. latifrons*, montaje húmedo, 10x. b). huevos desprendidos de branquias, montaje húmedo, 10x. c). huevos en *C. trimaculatum*, montaje húmedo, 4x.

Quistes, no identificados

Se encontraron en *A. macracanthus*, *C. robalito*, *C. trimaculatum*, *G. maculatus*, *M. cephalus* y *G. microdon*. La mayor abundancia se encontró en *G. maculatus*. Los quistes se alojaban en las lamelas branquiales (Figura 16) eran redondos, de color café con el centro totalmente lleno; no se observó movimiento. El grado de severidad de la parasitosis fue de 1 a 4, provocando inflamación en las lamelas branquiales.

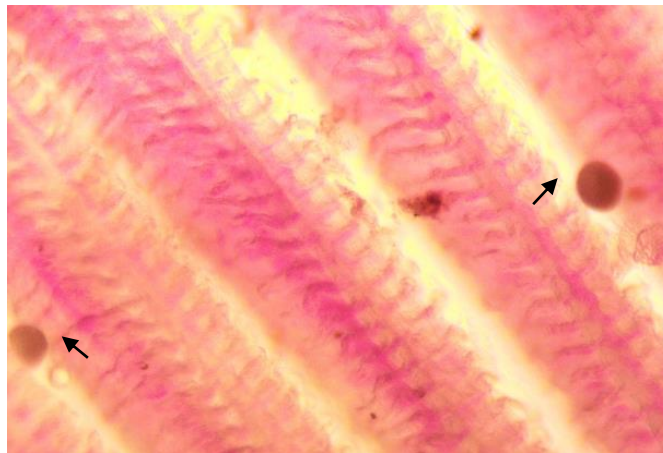


Figura 16. Quiste en branquias de *A. macracanthus*, montaje húmedo, 4x.

### *Centrocestum formosanus*

Se observó el estadio de metacercarias en branquias (Figura 17) de *M. cephalus*, y *G. maculatum*. En *G. maculatum* fue la especie que más abundante de parásito. La infestación causó inflamación y atrofia del tejido branquial. El grado de severidad de la parasitosis observada fue de 2 o moderada.

En el área cercana a la metacercaria se observó inflamación y atrofia en las lamelas branquiales; y se tienen reportes similares de daños mecánicos y hemorragia por la migración de la metacercaria (Arguedas, Dolz, Romero, Jiménez, y León, 2010). Se afirma que la patogenicidad de las metacercarias de *C. formosanus* para los peces incluye erosión del epitelio branquial, hemorragias y producción excesiva de mucus, lo que conduce a la ineficiencia en el intercambio gaseoso en el pez hospedero (Salgado, y Rubio, 2014).

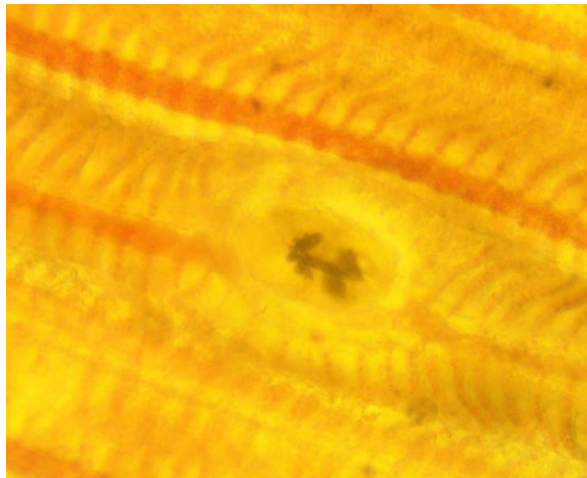


Figura 17. Metacercaria de *Centrocestum formosanus* en branquia de *G. maculatus*. Montaje húmedo, 10x.

### 6.1.2. Endoparásitos

#### *Clinostomum* sp.

Se encontraron metacercarias de *Clinostomum* sp. (Figura 18) en *D. latifrons*, *C. trimaculatum*, *A. macracanthus*, *G. maculatus*, *Cathorops* sp., y *G. microdon*. El parásito se observó de color amarillo, de vida libre o enquistado, con movimiento. Este fue el género de endoparásitos con mayor abundancia. Las parasitosis fueron de 1 a 4, de leve a severo.

En el intestino de *A. macracanthus* se encontraron tres organismos adultos de *Clinostomum* sp. (Figura 19), en los cuales se observó los órganos reproductores y huevos (flechas oscuras). No se detectó la presencia de este parásito en el músculo de las especies de peces analizadas.



Figura 18. Metacercaria de *Clinostomum* sp. fijado en formol 4%. Montaje húmedo, 4x.

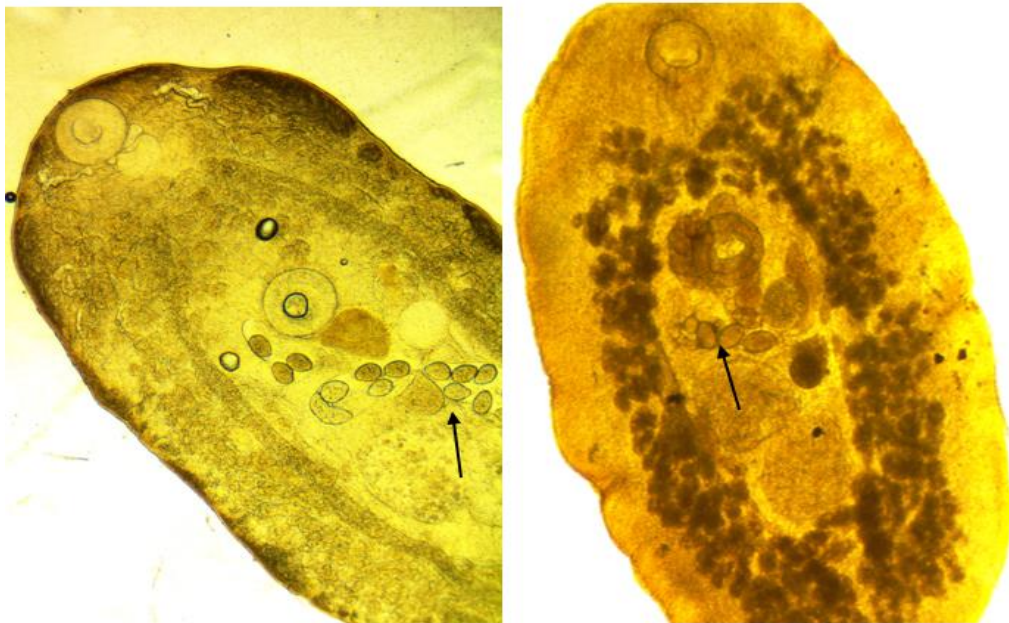


Figura 19. *Clinostomum* sp. adulto en *A. macracanthus*. Montaje húmedo, 4x.

En *D. latifrons*, *Clinostomum* sp. se encontró en hígado, mesenterio, y cerca del ano (Figura 20a). En *A. macracanthus* se encontró en ojo (20.b), boca (20.c), opérculo, e intestino. En *C. trimaculatum* se encontró dentro del opérculo e hígado. En *G. microdon* se encontró enquistado en hígado.

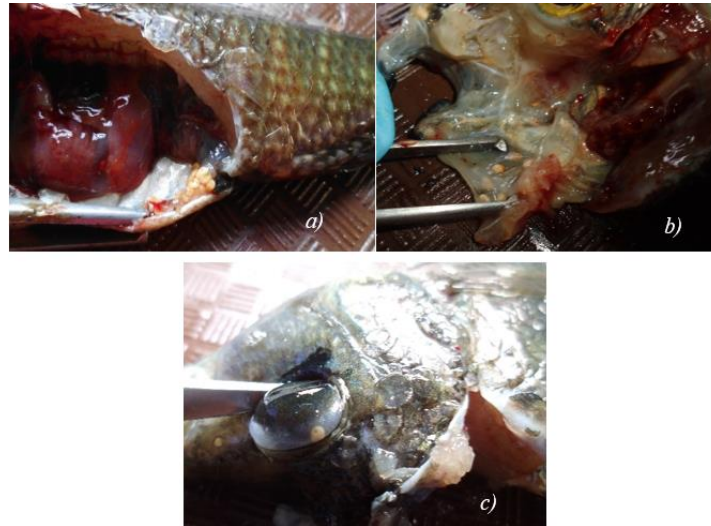


Figura 20. Áreas infestadas por *Clinostomum* sp. en *D. latifrons*, y *A. macracanthus*.

En *G. maculatus*, *Clinostomum* sp. se encontró en gónadas, tejido graso, mesenterio e hígado. Las parasitosis severas fueron encontradas principalmente en el hígado de *G. maculatus* (Figura 21).



Figura 21. Parasitosis severa en hígado de *G. maculatus*.

*Clinostomum* sp. ha sido estudiado principalmente en cíclidos, donde se ha observado metacercarias en opérculo, hueso de la faringe, órbita ocular, músculo, alrededor del corazón, cavidad abdominal, mesenterio, vísceras y vejiga natatoria. Ha sido reportada en muchas partes del mundo. Las especies más conocidas son *C. complanatum* y *C. tilapiae*. *C. complanatum*. Hay reportes de zoonosis asociadas a este género de parásito (Chinedu, Effiong, y Chukwuemenam, 2009).

#### Morfoespecie II

Aunque estos organismos no pudieron ser identificados, se determinó que pertenecen a los trematodos digeneos (Figura 22). Se encontraron en el intestino de *C. robalito* y *M. cephalus*. Tienen forma ovalada con movimiento ameboide y presentan un cordón oscuro de un lado del cuerpo. Se detectó alta abundancia en el intestino de *C. robalito*. El grado de severidad fue de 1 a 4, de leve a severo.

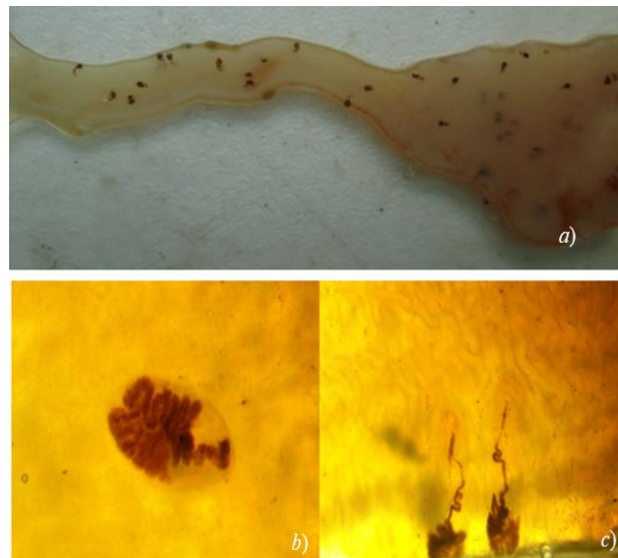


Figura 22 .Morfoespecies II. a) Vista macroscópica b) Montaje húmedo, 10x  
c) Morfoespecie II en intestino de *C. robalito*, 4x.

#### *Centrocestus formosanus*

Se encontró en *D. latrifrons*, *M. cephalus*, y *Cathorops* sp. en su forma adulta (Figura 23), dentro del intestino. Se observaron especímenes sexualmente maduros, llenos de huevos.

Presentó movimiento ameboide dentro de las paredes del intestino. La abundancia de este parásito fue baja, solamente se encontraron 3 organismos. El grado de infestación reportado es 1 o leve.

*C. formosanus* es un parásito trematodo zoonótico originario de Asia, asociado con muertes de peces principalmente de cultivo; utiliza a moluscos y peces como hospederos intermediarios. Se ha reportado en Costa Rica y México (Arguedas, Romero, Jiménez, y León, 2010).

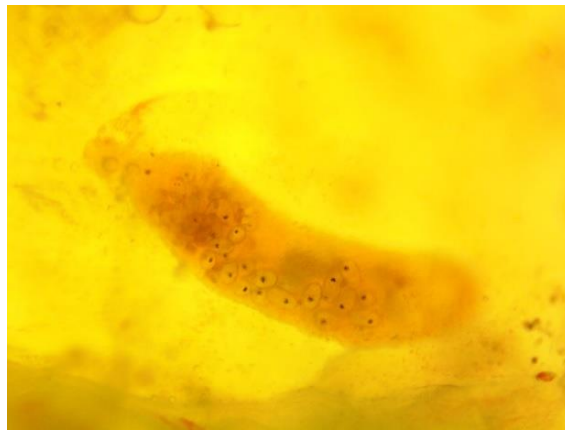


Figura 23. Montaje húmedo de *Centrocestum formosanus* adulto en *M. cephalus*. Montaje húmedo, 4x.

*Spyroxys* sp.

Este fue el único nematodo detectado (Figura 24), se encontró en las especies *C. trimaculatum*, *A. macracanthus*, *C. robalito*, *G. maculatus*, y *Cathorops* sp. Los ejemplares de *Spyroxys* sp. presentaron un color amarillo, pocos centímetros de longitud, y una línea longitudinal roja que abarcaba todo el organismo. *Cathorops* sp. presentó la mayor abundancia de este parásito, en mesenterio. En *C. robalito* parasitó el hígado y mesenterio. En *G. maculatus* se encontró en hígado y ano. En *A. macracanthus* se encontró en el hígado; y en *C. trimaculatum* infestó hígado, mesenterio y gónadas.

El color amarillo y la línea roja que presentó *Spyroxys* sp. se deben a que son organismos poco desarrollados, que se encuentran en estadios larvales (Hoffman, 1999).



Figura 24. Apariencia general de un hígado severamente parasitado por *Spiroxys* sp. (Fotografía del centro). Montajes húmedos, sin tinción de quistes y agregados de *Spiroxys* sp.

*Spiroxys* sp. provocó daño mecánico en órganos como el hígado, donde se encontraban incrustados. En el mesenterio se adherían fuertemente y se encontraban agrupados y enrollados. El grado de infestación fue de 1 a 4, de leve a severo.

Otras investigaciones han reportado que los daños provocados en los hospederos dependen de la cantidad de nematodos; a mayor cantidad de nematodos, mayor será el daño provocado. La presencia de grandes cantidades de huevos de *Capillaria* sp. en el hígado de *Ciclasoma* provocan una fuerte reacción inflamatoria con infiltración de leucocitos, acumulación de tejido conectivo y fibrosis alrededor de las áreas afectadas (Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales, y Mendoza, 2002).

#### *Octospiniferoides* sp.

Se encontró dentro del intestino de *D. latrifrons* y en *C. trimaculatum* (Figura 25), presentó movimiento. *Octospiniferoides* sp. pertenece al phylum Acantocephala, familia Neochinorhynchidae. Se reconocen fácilmente por la probocida con ganchos (Hoffman, 1999). La abundancia reportada fue baja, solamente se encontraron 2 organismos.



Figura 25. *Octospiniferoides* sp. Montaje húmedo, 4x.

*Echinorhynchus* sp.

Se observó en *C. trimaculatum*, *C. robalito*, *G. maculatus*, y *Cathorops* sp. (Figura 26). La mayor abundancia de este parásito la presentó *G. maculatus* y *C. trimaculatum*. En *G. maculatus* se localizó en mesenterio, y en el tejido que cubre el estómago. En *C. robalito* se encontró en el tejido que cubre el estómago. En *C. trimaculatum* en hígado, bazo y mesenterio (Figura 27). El grado de severidad de la parasitosis fue de 1 a 4, leve a severo.



Figura 26. *Echinorhynchus* sp. Montaje húmedo, 4x.

*Echinorhynchus* sp. es un acantocéfalode la familia Echinorhynchida. Tiene la característica probocida con ganchos y es receptable (Hoffman, 1999). Existe poca información publicada sobre los acantocéfalos que afectan a peces. Uno de los géneros descritos en México es

Neoechinorhynchus donde fueron colectados en el intestino de *Achiurus mazatlanus* y *Cichlasoma aureum*, los describen como organismos pequeños, de forma ovoide que presentan dimorfismo sexual; las hembras más robustas que los machos (Salgado, 1978).



Figura 27. Tejidos parasitados y montaje húmedo de *Echinorhynchus* sp., 4x.

Metacercarias de digeneos, no identificadas

Estas metacercarias se encontraron en el hígado de *D. latifrons*, *A. macracanthus*, *C. robalito*, *G. maculatus*, *Cathorops* sp. y *G. microdon* (Figura 28). La mayor cantidad de metacercarias la presentó *G. maculatus* y *D. latifrons*. Estas estaban en diferentes estadios de desarrollo, algunas presentaron movimiento. El grado de severidad de las parasitosis fue de 1 a 4, de leve a severo.

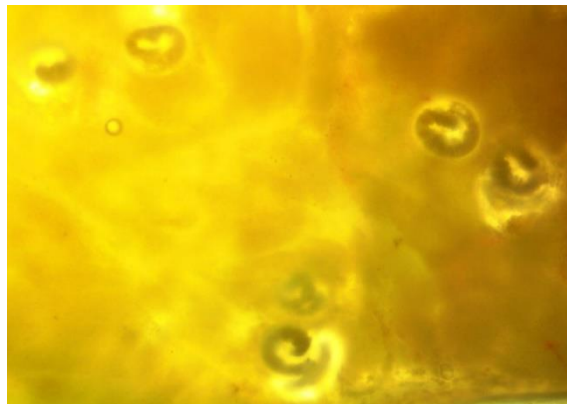


Figura 28. Metacercarias de digeneo en hígado de *D. latifrons*. Montaje húmedo, 4x.

### Metacercarias en corazón, no identificadas

Estas metacercarias se localizaron en el corazón de *G. maculatus* (Figura 29). No fue posible identificar a qué parásito corresponde. Eran redondas, transparentes, y algunas presentaban movimiento dentro de la estructura del quiste. El grado de la parasitosis fue 2 a 4, de moderado a severo.

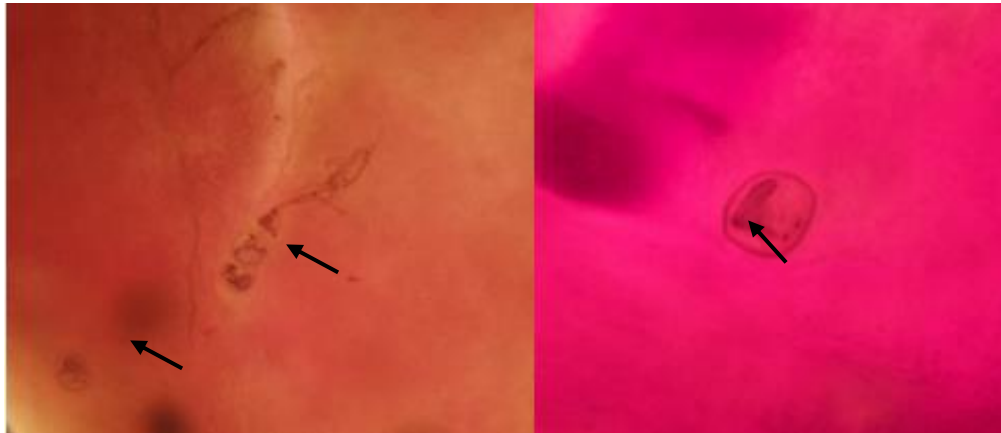


Figura 29. Metacercarias en corazón, montaje húmedo, 4x.

### 6.2. Parásitos con capacidad zoonótica

La zoonosis de parásitos es común y ha sido ampliamente estudiada. La Organización Mundial de la Salud ha informado sobre el peligro que representan, principalmente los trematodos, que son transmitidos por los peces y crustáceos, a los humanos. Se conocen 95 parasitosis de humanos, producidas por especies de helmintos, las cuales ocurren principalmente en el sureste de Asia, una de las áreas más afectadas por la helmintiasis. Allí se localiza una gran proporción de la carga parasitaria global (Rojas, Lamothe, y García, 2014; OMS, 2017).

Esta investigación detectó tres especies de parásitos de peces con potencial zoonótico: los digéneos *Clinostomum* sp, *C. formosanus*, y el nematodo *Spyroxys* sp.

- *Clinostomum* sp.

Este parásito se observó en estadio de metacercaria, con potencial zoonótico para el ser humano (Sutili, Tourem, y Vilani, 2014). La zoonosis ocurre cuando el ser humano se alimenta de peces crudos o mal cocidos (Park, Kim, Soo, y Kim, 2009).

*Clinostomum complanatum* es uno de los digeneos reportados como zoonóticos en varios países del mundo, entre ellos México, junto con *Centrocestum formosanus* y diez especies más de parásitos zoonóticos (Rojas, Lamothe, y García, 2014). En Corea se realizó un estudio de zoonosis del parásito *Clinostomum complanatum* y se determinó que después del consumo de pescado crudo o mal cocido, las metacercarias se liberan en el estómago y migran hacia el esófago o cavidad bucal, pudiendo provocar faringitis o laringuitis (Park, Kim, Soo, y Kim, 2009).

- *Centrocestus formosanus*

Es un digeneo de ciclo biológico parecido al de *Clinostomum* sp. Los parásitos adultos se localizan en el intestino del hospedador definitivo y rara vez están implicados como causa de enfermedad o muerte. Sin embargo, *C. formosanus* es considerado zoonótico. Se han reportado casos en humanos en Formosa Japón en 1942, y en Tailandia en 1996 (Arguedas, Dolz, Romero, Jiménez, y León, 2010).

En Costa Rica se reportó la presencia de *C. formosanus* y se realizó un estudio de ciclo de vida, determinando que el caracol *Melania tuberculata* es un hospedero intermediario primario y la tilapia gris es hospedero intermediario secundario (Arguedas, Dolz, Romero, Jiménez, y León, 2010).

- *Spyroxis* sp.

Las larvas de este nematodo ocupan a los peces como hospederos intermediarios durante estadios larvales. Alcanzan su madurez sexual en aves, reptiles o mamíferos. Los peces algunas veces son hospederos definitivos, segundos, intermediarios, o paraténicos (Lemus, Mejía, y Rodríguez, 2016). Los ciclos de vida de los nematodos son complejos, incluyen, el

huevo, cuatro estadios larvales (L1-L4) con cuatro mudas (la fase infectiva es la larva 3 o L3) y un adulto (Rojas, Lamothe, y García, 2014; Lemus, Mejía, y Rodríguez, 2016).

Debido a que los ciclos de vida de los nematodos son complejos, algunos pueden llegar a parasitar al ser humano por la ingesta de pescado crudo. Las consecuencias de las parasitosis pueden incluir dolor y comezón a lo largo del trayecto de la larva, ceguera, daño cerebral, espinal y muerte por la tendencia de las larvas a migrar al sistema nervioso (Salgado y Rubio, 2014). Según lo reportado por Greenberg (1996) esta especie podría afectar al hombre, provocando infecciones intestinales.

Otras especies de nematodos han sido también reportadas como zoonóticas en diferentes países. En México se ha reportado la presencia de anisquiasis y la gnatostomiasis. De anisquiasis se registró un caso en 1992 y de gnatostomiasis existen más de 9 mil casos reportados. El caso de anisquiasis fue producido por la L3 de *Anisakis* sp.. La gnatostomiasis, causada por la L3 de *G. binucleatum*, ocasiona daños que varían de acuerdo con el número de larvas ingeridas y a los órganos y tejidos afectados por la migración de éstas. Puede presentarse interna y externamente: en la forma externa, los gusanos migran a través de los tejidos cutáneos y subcutáneos (Rojas, Lamothe, y García, 2014).

### 6.3. Carga parasitaria

En la tabla 4 se presentan los resultados de la carga parasita promedio (30 peces por especie) de cada especie de pez. El análisis de la carga parasitaria, expresada como parásitos por gramo de pez, dio como resultado que la mayor carga parasitaria corresponde a las especies *C. robalito*, *G. maculatus* y *D. latrifrons*.

*C. robalito* presentó la mayor carga parasitaria, con 1.19 parásitos/g pez y está relacionado por la abundancia de monogeneos, especialmente *Dactylogyrus* sp. del cual se observó la mayor abundancia con el 82%. Esta alta carga parasitaria se debe a que los monogeneos son gusanos planos, ectoparásitos y tienen un ciclo de vida directo; no necesitan otros hospederos,

lo cual favorece a la dispersión de las especies y los vuelve parásitos comunes y abundantes (Salgado, y Rubio, 2014).

*G. maculatus* presentó carga parasitaria de 0.73 parásitos/g pez y *D. latifrons* presentó la carga parasitaria de 0.55. Estas cargas parasitarias están asociadas a la abundancia de ecto y endoparásitos.

Tabla 3. Carga parasitaria: parásitos/g de pez

Espeies de pez	<i>D. latifrons</i>	<i>G. maculatus</i>	<i>A. macracantus</i>	<i>C. robalito</i>	<i>C. trimaculatum</i>	<i>M. cephalus</i>	<i>Cathorops</i> sp.	<i>G. microdon</i>
parasito/g pez	0.55	0.73	0.21	1.19	0.19	0.33	0.05	0.50

#### 6.4. Prevalencia

La prevalencia (Tabla 5) fue calculada en base a la muestra de 30 peces por especie. La prevalencia de parásitos en todas las especies muestreadas fue mayor del 62%. Los porcentajes más altos se observaron en *G. maculatus* con el 100% y *D. latinfrons* con el 96.67%. Es decir, todos los organismos muestreados de *G. maculatus* se encontraron parasitados con al menos una especie de parasito, y en *D. latifrons* el 96.67%, 29 de 30 peces estaban parasitados.

En un estudio realizado en México en *Dormitator maculatus*, se determinó que la prevalencia es baja para especies de nematodos. Esto debido a que esta especie de pez solamente participa como un hospedero paraténico (Montaya, Osorio, Chaves, y Franco, 2004). En otro estudio en México se reportó prevalencias de parásitos más altas entre el 60 y 77% debido a la cantidad de metacercarias que se observaban en cada pez (Salgado y Rubio, 2014).

En El Salvador un estudio de parásitos en peces calculó una prevalencia general del 65%. De manera individual para la Mojarra negra 91.07%, Tilapia 68.42% e Istatagua 66.67%; Guapote tigre 41.30% y Guapote roncador 22.22%. La alta prevalencia de parásitos puede estar relacionada con la susceptibilidad parasitaria de cada especie de pez, lo cual está influenciado por la alta densidad de aves piscívoras, el hábito alimenticio de la especie y la contaminación del cuerpo de agua (Lemus, Mejía, y Rodríguez, 2016).

*Tabla 4.* Prevalencia de peces muestreados

Especie de pez	No. Peces	
	parásitados (30 evaluados)	Prevalencia %
<i>D. latifrons</i>	29	96.67
<i>G. maculatus</i>	30	100.00
<i>A. macracanthus</i>	25	83.33
<i>C. robalito</i>	23	76.67
<i>C. trimaculatum</i>	23	76.67
<i>M. cephalus</i>	27	90.00
<i>Cathorops</i> sp.	23	76.67
<i>G. microdon</i>	19	63.33

## 6.5. Abundancia

### 6.5.1. Ectoparásitos

En la figura 30 se presenta la abundancia de los ectoparásitos (Figura 30), expresadas como el número de parásitos totales encontrados en los 30 organismos muestreados de cada especie. Las especies que presentaron mayor abundancia de parásitos fueron *Dactylogyrus* spp. con 754 organismos afectando principalmente a *C. robalito*, y los huevos de nemátodos en *D. latifrons* con 640.

*Argulus sp.* fue más abundante en *M. cephalus* donde se observaron 59 organismos. Los protozoos se presentaron en seis especies de peces. *Ergasilus spp.* fue más abundante en *M. cephalus* con 104 especímenes.

Los quistes fueron abundantes en *G. maculatus* con 131 especímenes; y las metacercarias de *C. formosanus* en *G. maculatus* donde se contaron 37. En México en un estudio realizado en *C. trimaculatum* se determinó que el parásito más abundante fue *Ergasilus sp.* el cual está asociado a ambientes salobres inestables y altamente contaminados (Violante, Aguirre, y Rojas, 2008).

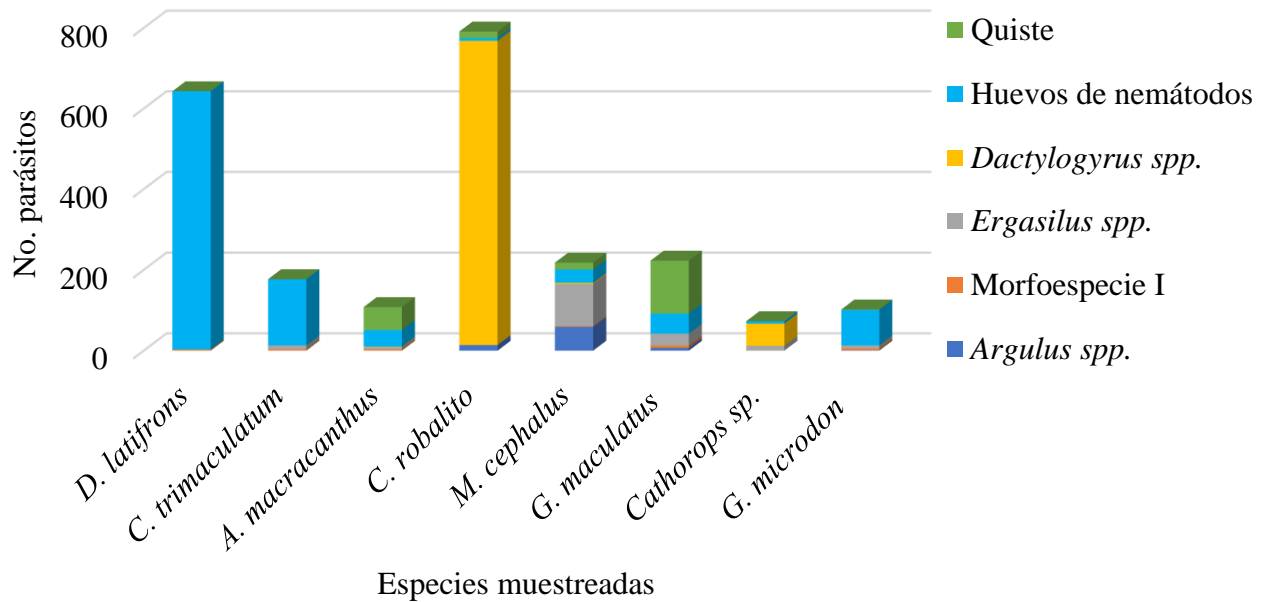


Figura 30. Abundancia relativa de ectoparásitos en las diferentes especies de pez

### 6.5.2. Endoparásitos

Los endoparásitos más abundantes (Figura 31) fueron *Clinostomum sp.* que infectó a cinco especies de peces; y las metacercarias de digeneo, que se presentaron en seis especies de peces. *Clinostomum sp.* fue más abundante en *D. latrifrons* con 432, seguida por *G. maculatus* con 317 organismos. La morfoespecie II fue más abundante en *C. robalito*, con 87 organismos. Los adultos de *Centrocestum formosanus* fueron más abundantes en *M. cephalus* con 3 organismos. *Spyroxys sp.* tuvo la mayor abundancia en *Cathorops sp.* con 55

organismos, seguido por *G. maculatus* con 25. *Octospiniferoides* sp. se presentó en *D. latrifrons* y en *C. trimaculatum* con solamente un organismo en cada especie. *Echinorhynchus* sp. presentó la mayor abundancia en *G. maculatus* con 38 organismos.

Las metacercarias de digeneo fueron más abundantes en *G. maculatus* con 153 metacercarias, esta especie de pez también presentó la mayor abundancia de metacercarias en corazón, 138.

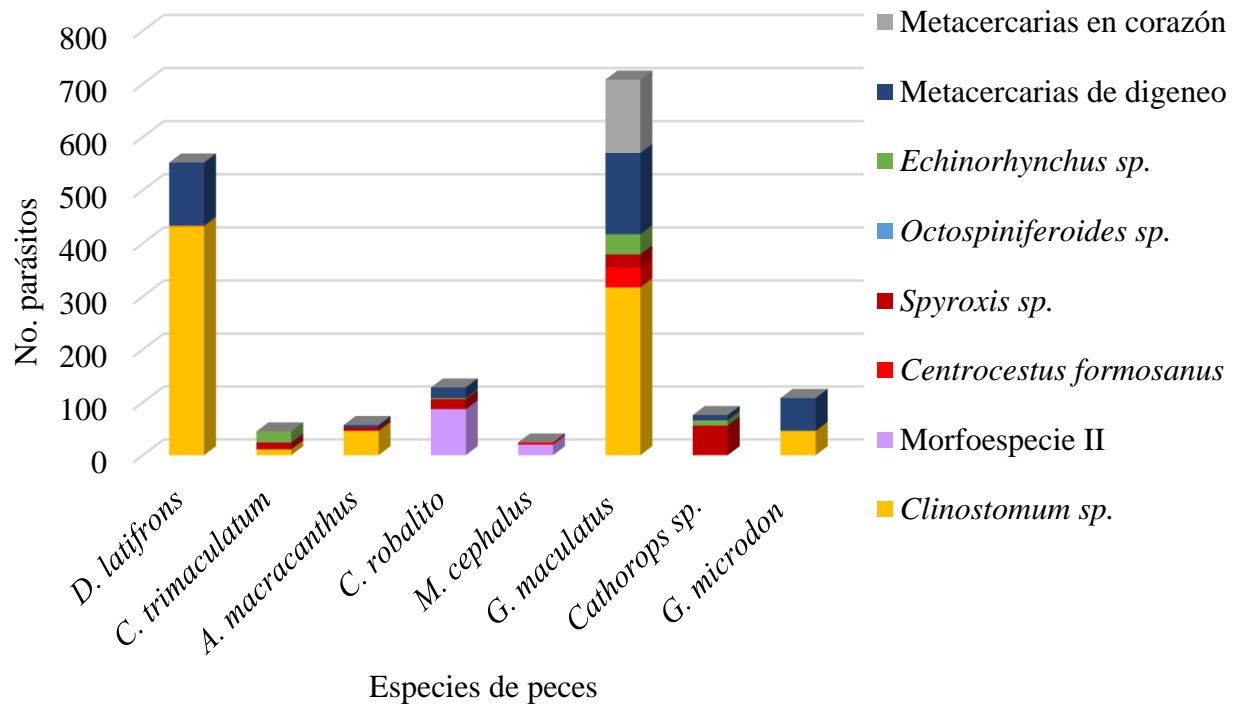


Figura 31. Abundancia relativa de endoparásitos en las diferentes especies de pez

Varios de los parásitos que se observaron se encontraban en estadios larvales, lo cual sugiere que las especies de peces desempeñan un papel importante como hospederos intermediarios (Violante, Aguirre, y Rojas, 2008). La comunidad parasitaria es afectada por varios factores que pueden aumentar o disminuir su población. Dentro de estos factores se encuentra el componente alimenticio (hábito alimenticio del pez) y la variación en la disponibilidad de estadios larvales; los cuales a su vez son influenciados por la época seca o lluviosa (Violante, Aguirre, y Rojas, 2008).

## 6.6 Descripción de los daños patológicos causados por la parasitosis severa en tejidos

Las parasitosis severas se observaron principalmente en hígado de *G. maculatus* y *D. latifrons*. Estos peces presentaron metacercarias enquistadas de *Clinostomum* sp. en diferentes estadios y metacercarias de digeneo (Figura 32). En branquias se observó parasitosis severa en *D. latifrons*, causada por los huevos de nematodos.

En las parasitosis severas por metacercarias enquistadas de *Clinostomum* sp. se determinó que los parásitos no causan daños severos en los tejidos. La principal patología está asociada al espacio que ocupa el parásito, causando un daño mecánico (Figura 33). Esto coincide con lo reportado por Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales, y Mendoza, quienes además explican que dependiendo de la cantidad de metacercarias que se acumulan en el hospedero los daños pueden ser mecánicos, si el parásito no es externamente patogénico mortal (Vidal, Aguirre, Scholz, Gonzales, y Mendoza, 2002).

En algunos casos los peces se vuelven resistentes a la presencia de las metacercarias, y el hospedero no desarrolla una reacción inflamatoria. Este es el caso de las parasitosis severas observadas, ya que no se evidencia inflamación u otra reacción del sistema inmune. En los casos donde el pez sí desarrolla una reacción inflamatoria ante las metacercarias, el pez disminuye su tasa de alimentación, pierde peso corporal, se reduce la fecundidad y podría provocar la muerte (Sutuli, Tourem, y Vilani, 2014).

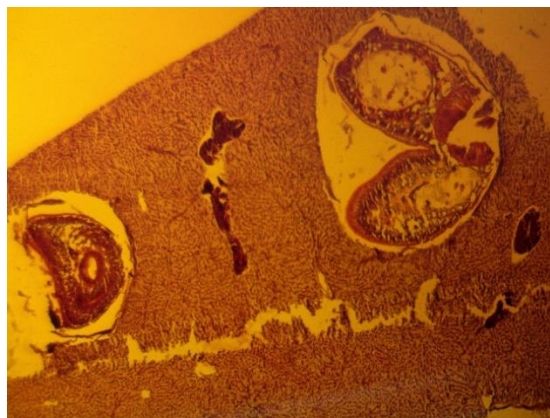
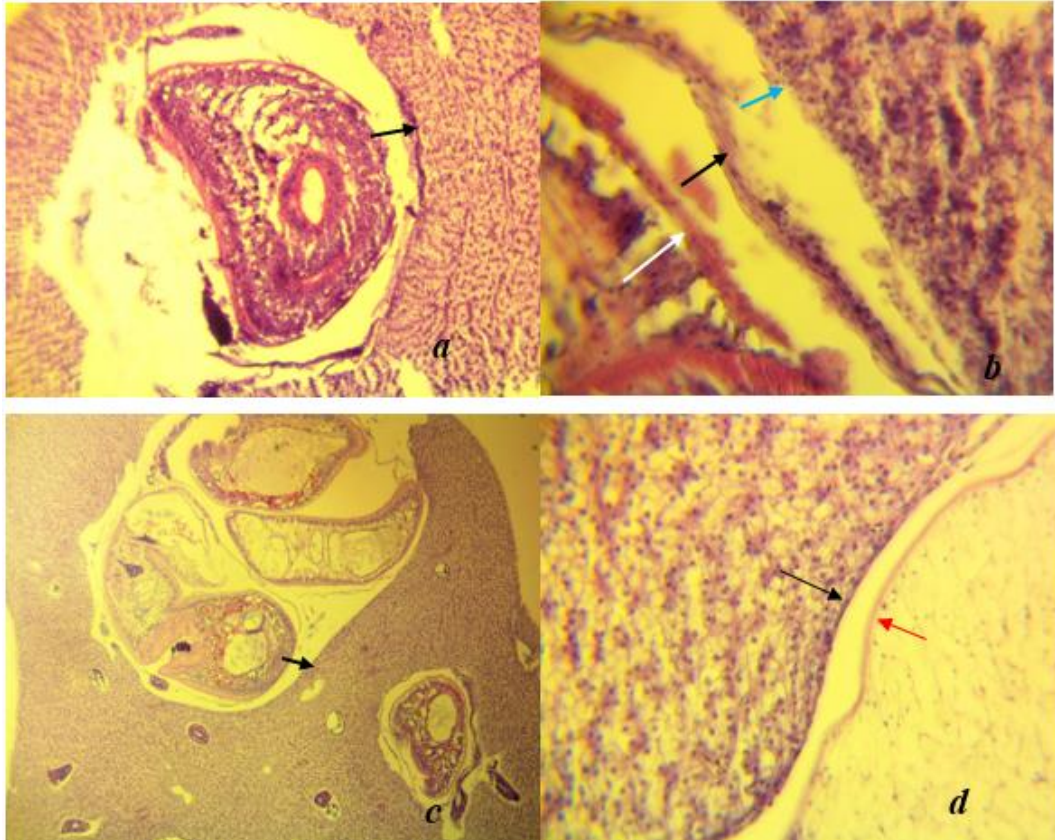


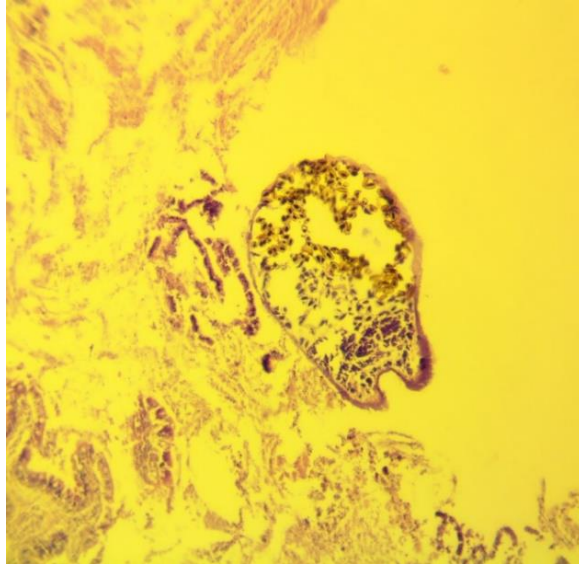
Figura 32. Corte histológico de hígado de pez donde se observan las metacercarias enquistadas de *Clinostomum* sp.



*Figura 33.* Cortes histológicos de hígado de *G. maculatus* donde se observan quistes con metacercarias de *Clinostomum* sp. a) Parásito dentro del quiste 4x, b). Espacios intratisulares de los quistes de metacercarias, 40x. c) varias metacercarias dentro de un quiste en hígado de pez, 4x. d) Pared del órgano y del parásito, 40x.

Las meracercarias de *Clinostomum* sp. se encuentran dentro de un quiste el cual lo protege del exterior. En la figura 33a. se observa la diferencia de la pared del quiste con el tejido del hígado; en 33b. los espacios intratisulares, la flecha blanca señala al parásito, la flecha negra la pared del quiste, y la flecha celeste al tejido parasitado. En la 33c. varias metacercarias separadas, cada una en su quiste, 33d. se observa la pared del hígado (flecha negra) y la pared del quiste (flecha roja), delimitadas.

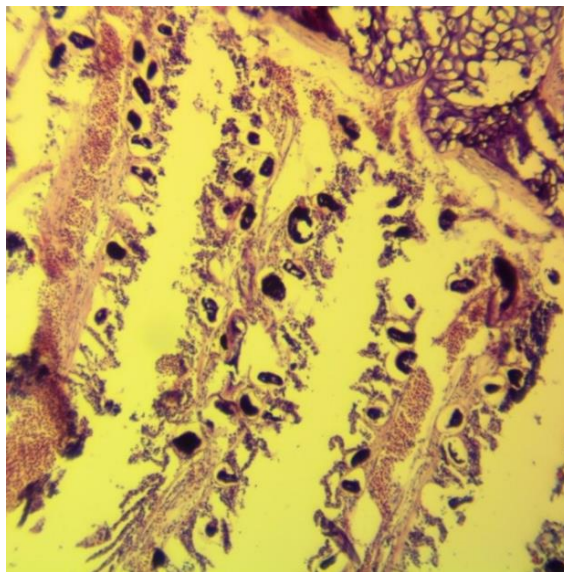
En el lumen del intestino de *C. robalito* (Figura 34) se encontraron varios parásitos. Estos provocaron el engrosamiento de paredes y el desprendimiento del epitelio del intestino.



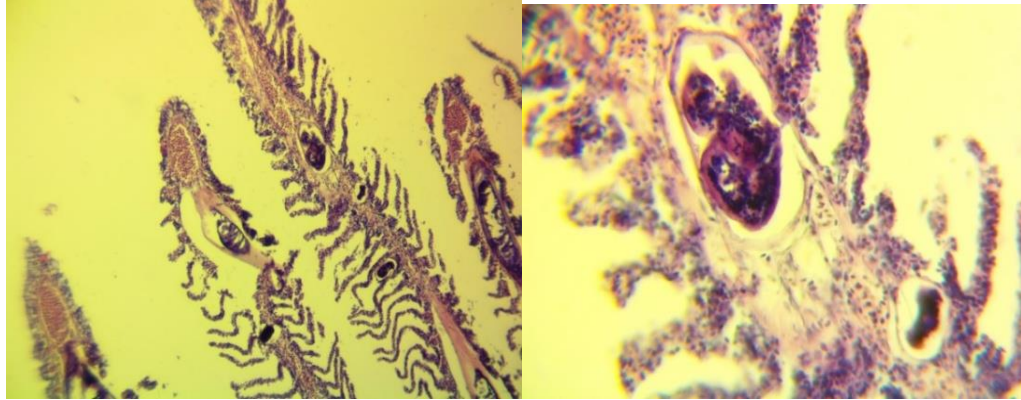
*Figura 34.* Parásito en intestino de *C. robalito*. Lámina fija, 4x.

#### Branquias con huevos de nematodos

Los huevos de los nematodos se localizaron principalmente en la branquia (Figura 35 y 36), donde se enquistan con la membrana externa, en la lamela primaria y secundaria. Estas parasitosis causaron inflamación y engrosamiento de las lamelas, causando en algunos casos fusión de lamelas secundarias.



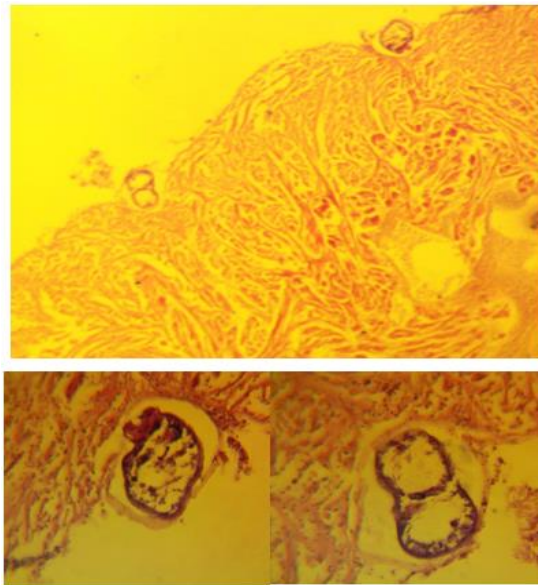
*Figura 35.* Corte histológico de branquias de *D. latifrons* donde se observan huevos de nematodos. Lámina fija, 10x.



*Figura 36.* Corte histológico donde se observan los huevos de nematodos en lamelas branquiales. Lámina fija 10x y 40x.

#### Metacercarias en corazón

Se observó que las metacercarias en corazón en *G. maculatus* (Figura 37), provocan un engrosamiento de las paredes y pericarditis.



*Figura 37.* Metacercarias en corazón en *G. maculatus*. Lámina fija 4x, y 40x.

De acuerdo con las observaciones microscópicas y evaluaciones de este estudio se determinó que el daño más severo lo causan los parásitos enquistados en branquias. Los peces con parasitosis severas en hígado parecen haber desarrollado ya resistencia a los parásitos y no tienen una reacción inmunológica.

## 7. Conclusiones

1. Los principales parásitos presentes en peces de importancia comercial del Canal de Chiquimulilla fueron: huevos de nematodo, *Dactylogyrus* spp., *Clinostomum* sp. y metacercarias de digeneo. Estos se agrupan en ocho géneros de siete grupos taxonómicos.
2. En las especies evaluadas se detectaron tres parásitos con capacidad zoonótica *Clinostomum* spp., *Centrocestum formosanus* y *Spyroxys* sp.
3. No se encontró ningún parásito zoonótico en el músculo de las especies evaluadas.
4. Las especies de parásitos más abundantes por especie de pez fueron:
  - *D. latrifrons*: *Clinostomum* sp. y huevos de nematodos
  - *G. maculatus*: *Clinostomum* sp., metacercarias de digeneo, metacercarias en corazón, *Echinorhynchus* sp. y *Centrocestum formosanus*.
  - *M. cephalus*: *Argulus* sp., *Ergasilus* spp., y *Centrocestum formosanus*.
  - *C. robalito*: *Dactylogyrus* spp. y Morfoespecie II.
  - *Cathorops* sp.: *Spyroxys* sp.
  - *C. trimaculatum*: huevos de nematodo y *Echinorhynchus* sp.
  - *A. macracanthus*: Quistes, huevos de nematodo y *Clinostomum* sp.
  - *G. microdon*: huevos de nematodo y metacercarias de digeneo.
5. Las parasitosis severas de las metacercarias de *Clinostomum* sp. no provocan una reacción inflamatoria ni otra reacción inmunológica detectable con cortes histológicos de tejido parasitado. Aparentemente solo ocupan un espacio en el órgano parasitado, causando daño mecánico.
6. Los huevos de nematodo provocan inflamación y atrofia en lamelas primarias y secundarias en los tejidos severamente infestados. Las infestaciones severas de metacercarias en corazón de *G. maculatus* provocan engrosamiento de las paredes del corazón.

## **8. Recomendaciones**

- A las autoridades del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), dar a conocer los parásitos zoonóticos que se describen en esta investigación y trasladar la información a las personas que comercializan y consumen las especies de peces estudiadas.
- El MAGA y el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (CEMA), capacitar en temas de procesamiento y manejo de productos pesqueros a las personas involucradas en la comercialización de las especies estudiadas.
- A las autoridades de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), CEMA y MAGA promover y apoyar la investigación enfocada a temas de salud acuícola.

## 9. Bibliografía

1. Alzola, R. (2001). *Curso de histología, embriología y teratología: Técnicas de histología*. Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
2. Arguedas, D., Dolz, G., Romero, J., Jiménez, A., y León, D. (2010). *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*, (58),1453-1465.
3. Balbuena, E. (2011). *Manual básico de sanidad piscícola*. Paraguay: Food and Agriculture Organization [FAO].
4. Cajas, L. (1998). *Identificación de endo y ecto parásitos en Oreochromis niloticus, cultivadas en jaulas en el lago de Amatitlán*. Seminario Técnico en Acuicultura. Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
5. Carballo, M. (2008). *Ecología de las poblaciones y comunidades parasitarias de Odontesthes smitti y o. Nigricans* [en línea]. Recuperado noviembre 22, 2017, de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4292/2\\_\\_Ecolog%C3%ADa\\_de\\_las\\_poblaciones\\_y\\_comunidades\\_parasitarias\\_de\\_Odontesthes\\_smitti\\_y\\_O.\\_nigricans.pdf?sequence=9](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/4292/2__Ecolog%C3%ADa_de_las_poblaciones_y_comunidades_parasitarias_de_Odontesthes_smitti_y_O._nigricans.pdf?sequence=9)
6. Castro, R. (2009). La situación de la zoonosis más frecuente en el mundo. *Gaceta Médica de México*, 146, 423-429.
7. Chinedu, P., Effiong, J., y Chukwuemenam, F. (2009). Co-parasitism and morphometrics of three clinostomatids (digenea: clinostomatidae) in *Sarotherodon melanotheron* from a tropical freshwater lake. *Animal Research International*, (2), 982-986.
8. Ebrahimzadeh, H., Behtash, F., Rostami, M., Saeed, S., Shayan, P., y Rahmati, H. (2011). Study of *Argulus* spp. infestation rate in Goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) in Iran. *Human and Veterinary Medicine*, 3 (3), 198 - 204.
9. Food and Agriculture Organization [FAO]. (1995). *Guía para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro Oriental: Vol. 2*. Roma: Autor.
10. FAO. (2016a). *Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016*. Roma: Autor.

11. FAO. (2016b). *Guatemala impulsará una estrategia nacional para aumentar consumo de pescado* [en línea]. Recuperado abril 14, 2017, de [www.fao.org/guatemala/noticias/detail-events/es/c/423042/](http://www.fao.org/guatemala/noticias/detail-events/es/c/423042/)
12. Flores, J., y Flores, R. (2003). Monogeneos, parásitos de peces en México: Estudio recapitulativo. *Técnica Pecuaria México*, (41), 175-192.
13. Franco, I. (2008). *Calidad del agua del Canal de Chiquimulilla dentro del complejo de humedales marino-costeros Iztapa, Escuintla- La Candelaria, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala*. Tesis Maestría en Ciencia y Tecnología de Medio Ambiente. Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC].
14. García, J. (2014). *Principales enfermedades infecciosas en peces*. Guatemala: Centro de Estudios del Mar y Acuicultura [CEMA] Universidad de San Carlos de Guatemala, [USAC].
15. García, L., León, V., Lamothe, R., Osorio, D., y García, P. (2014). Respuesta inflamatoria ocasionada por larvas y adultos de *Gnathostoma* (Nematoda: Gnathostomatidae) en vertebrados de México, incluyendo al hombre. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 429-435.
16. García, L., Mendoza, B., y Pérez, G. (2014). Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 164-170.
17. Greenberg, E. (1996). *Tipificación y descripción de parásitos en peces cíclidos del Canal de Chiquimulilla, Monterrico, Santa Rosa*. Tesis Médico Veterinario, Guatemala: USAC.
18. Guzman Tello, M.F. (2015). *Propuesta arquitectónica para la estación biológica y jardín temático del tortugario de CECON en Monterrico; Taxisco, Santa Rosa*. Tesis Licenciada en Arquitectura. Guatemala: Universidad del Istmo [UNIS].
19. Guzmán, J. (2010). *Estación experimental del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura CEMA, Monterrico, Taxisco, Santa Rosa: Informe de extensión*. Guatemala: CEMA, y USAC.
20. Hoffman, G. (1999). *Parasites of North American freshwater fisher*. (2a. ed.). Estados Unidos: Cornell University Press.

21. Jara, C., y, Diaz, E. (1995). *Frecuencia e intensidad de infestación por copépodos en peces de la zona norte del mar peruano*. Perú: Universidad Nacional de Trujillo, y Laboratorio de microbiología y parasitología.
22. Jimenez, F., Galviz, L., Segovia, F., Garza, G., y Wesche, P. (1986). *Parásitos y enfermedades del bagre*. (2a. ed.). México: Universidad Autónoma de Nuevo León [UANL].
23. Jiménez Garza, H., Segovia, F., Galviz, L., Truegas, F., Adame, M., y Salinas, N. (1988). *Parásitos y enfermedades de la tilapia*. (2ª. ed.). México:UANL.
24. Jiménez, F., Galviz, L., y Segovia, F. (1992). *Parásitos y enfermedades de la trucha*. México: Facultad de Ciencias Biológicas, y UANL.
25. Johnstone, C. (s.f.). *Parásitos y enfermedades parasitarias de los animales domésticos* [en línea] Recuperado noviembre 18, 2017, de [http://cal.vet.upenn.edu/projects/merialsp/nems\\_msp/nm\\_5sp.htm](http://cal.vet.upenn.edu/projects/merialsp/nems_msp/nm_5sp.htm)
26. Lemus, E., Mejía, A., y Rodríguez, M. (2016). *Prevalencia de parásitos helmintos en peces de agua dulce del embalse cerrón grande de el Salvador* [en línea]. Tesis Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de El Salvador. Recuperado noviembre 18, 2017 de <http://ri.ues.edu.sv/9463/1/13101602.pdf>.
27. López, A. (2015). *Pesca de subsistencia en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala*. Tesis Licenciado en Acuicultura. Guatemala: USAC.
28. López, et. al. (2006). *Atlas de parasitología*. Colombia: Universidad Nacional de Columbia.
29. Mancini, N., Larriestra, A., Salinas, V, y Bucco, C. (2005). Patrones de riesgo e implicancias de la presencia de *Contracaecum sp.* (Nematoda, Anisakidae) en pejerrey *Odontesthes bonariensis* (pisces, Atherinopsidae). *Biología Acuática*, (22), 197-202.
30. Mehlhorn, H. (2001). *Encyclopedic reference of parasitology*. (2nd. ed.). Alemania: UniversitätsstraÙe.
31. Monks, S., Pulido, G., Bautista, C., Alemán, B., Falcón, J., y Gaytán, J. C. (2013). *El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua:*

- Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztlán, Hidalgo, México*. Nebraska: Harold W. Manter Laboratory of at DigitalCommonsUniversity.
32. Montaya, J., Osorio, D., Chaves, R., y Franco, J. (2004). Helmintos del pez *Dormitator maculatus* (Osteichthyes: Eleotridae) de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 52 (2), 393-396.
  33. Morales, N., Martínez, J., Medina, R., y Fajer, E. (2016). Los calígidos ¿Patógenos potenciales para el cultivo de peces marinos en México? *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44 (3), 433-441.
  34. Moreno, A., Fuentes, J., Mago, Y., y Chinchilla, O. (2008). Descripción, taxonomía e índices ecológicos de parásitos en peces de la laguna de los Mártires, isla de Margarita, Venezuela. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 20 (1), 3-11.
  35. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2017). Parasitosis por tremátodos en humanos [en línea]. Recuperado noviembre 17, 2017, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs368/es/>
  36. Ortiz, J.(2016). *Pesca artesanal en el canal de Chiquimulilla Iztapa-Monterrico*. Guatemala: USAC.
  37. Park, C., Kim, J., Soo, H, y Kim, J. (2009). A human case of *Clinostomum complanatum* infection in Korea. *Journal Parasitology*, (47), 401-404.
  38. Quiroz, H. (2005). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. México: Limusa.
  39. Rodríguez, M., Garcia,L, Mendoza, B., y Gonzales Grano, M. (2016). Parasites of two coexisting invasive sailfin catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in a tropical region of Mexico.*Neotropical Ichthyology*, 14 (3).
  40. Rojas, A., Lamothe, M., y García, L. (2014). Parasitosis transmitidas por el consumo de peces en México. *Ciencia*, (abril - junio 2014), 83-87.
  41. Ruano, S. (2007). *Comercialización eficiente de los productos de pesca artesanal, república de Guatemala*. Guatemala: Federación Nacional de Pescadores Artesanales de Guatemala [FENAPESCA].
  42. Rush, R. (2010). *Peces dulceacuícolas de México*. Guadalajara, Jalisco, México: Ediciones de la Noche.

43. Salgado, G. (1978). Acantocéfalos de peces iv.: Descripción de dos especies nuevas de *neoechinorhynchus hamann*, 1892 (acanthocephala: neoechinorhynchidae) y algunas consideraciones sobre este género. *Ser Zoología (1)*, 34-48.
44. Salgado, G., y Rubio, M. (2014). Helmintos parásitos de peces de agua dulce introducidos. En R. Mendoza y P. Koleff (Coords.), *Especies acuáticas invasoras en México* (pp 269-285). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
45. Scholz, T., Aguirre Macedo, L. (2000). *Metacercariae of trematodes parasiting fresh water fish in México: A reappraisal and methods of study*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, e Instituto de Biología.
46. Soler, L. (2016). *Enfermedades parasitarias en peces*. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional [Cinvestav].
47. Sutili, F., Tourem, L., y Vilani, L. (2014). *Clinostomum complanatum* (Trematoda, Digenea): A parasite of birds and fishes with zoonotic potential in southern Brazil / A review. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, (8), 99 – 114.
48. Vidal, M., Aguirre, M., Scholz, T., Gonzales, D., y Mendoza, E. (2001). *Atlas of the helminth parasites of cihlid fish of Mexico*. México: Instituto Politécnico Nacional.
49. Vidal, V. (2006). Índices de infección. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional [Cinvestav].
50. Violante, J., Aguirre, L., y Rojas, 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.

## **10. Anexo**

Punto de muestreo	Coordenadas	
	N	W
La Estrechura	13° 54'023''	90° 28'649''
El Arenalito	13° 54'151''	90° 28'664''
Los Chavelones	13° 54'232''	90° 28'738''
El Potrero	13° 54'256''	90° 28'836''
Laguna El Potrero	13° 54'086''	90° 28'930''
El Potrero	13° 54'356''	90° 29'198''
El Potrero	13° 54'543''	90° 29'066''
Laguna El Potrero adentro	13° 54'651''	90° 29'059''
Canal, Lance Rico	13° 54'716''	90° 29'043''
Salida de Don Guayo	13° 54'709''	90° 28'814''
Laguna Rama Verde	13° 54'743''	90° 28'703''
Laguna Rama Verde	13° 54'716''	90° 28'629''
Laguna Rama Verde	13° 54'366''	90° 28'382''
Entrada Laguna Rama Verde y Repecho	13° 54'363''	90° 28'305''
El Ahogado	13° 34'281''	90° 28'294''
Santa Elena	13° 54'205''	90° 28'383''
Güiscoyol	13° 54'061''	90° 28'694''

*Anexo I.* Coordenadas puntos de muestreo

0	No presentan signos de infección por el agente patógeno. No presentan lesiones características de la enfermedad.
Trazas	Presencia de parásitos apenas por encima del límite de detección
1	Presencia muy baja del parásito. En aquellos que se tiene un número estándar permitido, éste se encuentra justo arriba del límite normal. Se observan muy pocas lesiones características de la enfermedad.
2	Se observa la presencia baja y moderada del parásito. Se observa lesiones ligeras o moderadas, características de la enfermedad. Incremento en la mortalidad si no se aplica tratamiento(cuando existe tratamiento)
3	Se observa la presencia moderada del patógeno o parásito. se observan lesiones de moderadas a severas, características de la enfermedad. Potencialmente letal si no se aplica tratamiento (cuando existe tratamiento)
4	Se observa gran cantidad del parásito. Se observan severas lesiones características de la enfermedad. muy letal con altas mortalidades.

**Anexo 2.** Guía general para da un valor numérico cualitativo del grado de severidad a la infección o infestación (Lightner, 1996)

---

Deshidratación (1 hora en cada solución)  
Etanol al 50%  
Etanol al 60%  
Etanol al 70%  
Etanol al 80%  
Etanol al 90%  
Etanol al 100%  
Aclaración o diafanación (1 hora en cada solución)  
Solución xilol-etanol(1:1)  
Xilol absoluto (3 cambios, 1 en cada recipiente nuevo).  
Pre-inclusión en parafina 55-60 °C  
Sumergir en parafina 1 hora  
Hacer el bloque  
Corte  
Montaje (Baño de flotación a 40-45 °C)  
Tinción  
4 baños de xilol, diferentes recipientes, 5 minutos  
3 baños en alcohol isopropílico 95%, diferentes recipientes, última inmersión 5 minutos  
Agua corriente 2-3 minutos, agitar suavemente  
Hematoxilina 5 minutos  
Agua corriente 5 minutos  
Alcohol ácido, inmersión rápida  
Agua corriente, 5 minutos  
Eosina 1 o 2 minutos  
Agua corriente 3 minutos  
4 baños de alcohol isopropílico 95% (diez sumergidas cada uno)  
2 baños de xilol puro, 5 minutos  
Cubrir para montaje permanente

---

Metodología tomada y modificada de Alzola (2001).

**Anexo 3.** Procedimiento para preparación de cortes histológicos, para evaluación de patología asociada a parasitosis severa

Boleta para revisión de peces		
Código de la muestra	Fecha	Revisor
Especie	Longitud total (cm)	Peso (g)
<b>Evaluación macroscópica</b>		
Lesiones		
Mucus		
Petequias		
Aletas deshilachadas		
Deformaciones		
Branquias		
Puntos blancos		
Piojos		
Otros		
<b>Evaluación microscópica</b>		
Branquias		
Corazón		
Hígado		
Bazo		
Riñón		
Vejiga natatoria		
Estómago		
Intestino (Ant, 1/2, Post)		
Cerebro		
Ojos		
Músculo		
Aletas		
Notas		
(Muestras histopatología)		

*Anexo 4.* Boleta de registro