



# **Ictiofauna y parasitismo** en la Subcuenca del Río Titihuapa, departamentos de Cabañas y San Vicente.

**El Salvador 2015.**



**Ictiofauna y parasitismo**  
en la Subcuenca del Río Titihuapa,  
departamentos de Cabañas  
y San Vicente, El Salvador.

El Salvador, 2015



### **Colaboradores**

#### ***Asociación de Desarrollo Económico Social Santa Marta, ADES***

Sr. Antonio Pacheco

*Director Ejecutivo*

Ing. Agr. Alirio Napoleón Hernández

Lic. Miguel Ángel Rivera Moreno

Lic. Josué Emmanuel Orellana Varela

Ing. Agr. Irving David Cáceres Cruz

M.Sc. Manuel Rodríguez Varela

#### ***Universidad de El Salvador***

M.Sc. Miguel Ángel Minero Lacayo

M.Sc. Rafael Oswaldo Ángel Beloso

*Facultad de Medicina, Departamento de Microbiología, Sección de Parasitología*

M.Sc. Vianney de Abrego

*Unidad de Microscopía Electrónica, CENSALUD*

### **Agradecimientos**

A las autoridades de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador, por el apoyo técnico y administrativo.

A las Iglesia Unida de Canadá, por el apoyo financiero en el desarrollo de la fase técnica.

A la Fundación Ralph E. Ogden Inc. y su directora Beatrice Stern, por el apoyo financiero para publicación y difusión.

A las Alcaldías Municipales de San Ildefonso, San Esteban, Santa Clara y San Lorenzo en el departamento de San Vicente por el acompañamiento logístico.

Al Sr. Orlando Xocco López, por su apoyo en la recolección de las muestras.

### **Diseño e impresión**

Imprenta Universitaria - Universidad de El Salvador

Final Avenida "Mártires Estudiantes del 30 de julio"

Teléfono: 2511-2039

1a Edición 2015.

ISBN

Derechos Reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de este documento, por cualquier medio, sin la autorización escrita de los autores.

# Ictiofauna y parasitismo en la Subcuenca del Río Titihuapa, departamentos de Cabañas y San Vicente, El Salvador.

El Salvador, 2015



Asociación de Desarrollo Económico Social Santa Marta, ADES.  
Universidad de El Salvador, UES.  
Iglesia Unida de Canadá.



# Índice

Antecedentes .....	6
Objetivos	
• General.....	10
• Específicos .....	10
Metodología	
1. Universo y muestra .....	11
2. Tipo de muestreo .....	11
3. Puntos y recolección de muestra .....	11
4. Procesamiento .....	12
Resultados	
1. Valores de Prevalencia y Densidad Parasitaria .....	15
2. Caracterización morfológica de helmintos en peces .....	17
3. Caracterización morfológica de helmintos en aves .....	20
Discusión.....	22
Referencias.....	25





En el territorio se encuentran además, otros importantes recursos naturales y un largo historial de defensa comunitaria de los mismos.

Según testimonios orales de habitantes de la comunidad San Francisco, municipio de San Isidro, entre los años de 1944 – 1952 hubo explotación de oro y plata en la zona, produciéndose una gran destrucción de los recursos naturales pero de lo anterior, no se encuentran estudios ni registros que documenten el impacto medioambiental.

Sin embargo, quienes conocieron la experiencia atestiguan que la empresa minera adquirió una porción de terreno en el lugar donde construyó las instalaciones de la mina y que al cerrar sus operaciones debido a exigencias sindicales que no estaba dispuesta cumplir, lo vendió en forma de acciones a otras empresas mineras que se lo han venido traspasando en la misma forma. De esta manera, la propiedad ha llegado a manos de la empresa Pacific Rim - Oceana Gold, quien ha generado controversia a nivel nacional e internacional por la ejecución del proyecto “El Dorado”.

Entre los años 2004 – 2005, las comunidades amenazadas por dicho proyecto iniciaron un proceso de organización en defensa de los recursos, al tiempo que lucharon contra la construcción de un “relleno sanitario” en la comunidad Izcatal, impulsado por la municipalidad de San Isidro, aproximadamente a 200 metros del río Titihuapa. Este proyecto fue detenido por la resistencia comunitaria dando un margen de esperanza y continuidad a la estabilidad del río.

En el año 2007, la resistencia comunitaria contra los proyectos de minería y el relleno sanitario amplió su espectro de lucha ahora contra la contaminación producida por las granjas porcícolas de la zona, desde donde se vertieron desechos y aguas residuales directamente a la quebrada El Zapotal y río El Molino, afluentes del río Titihuapa, provocando la muerte general de la ictiofauna a una distancia aproximada de 4 a 5 kilómetros río abajo (Figura 2). Las demandas interpuestas por las comunidades ante la Unidad de Medioambiente de la Fiscalía en la ciudad de San Vicente no prosperaron pero la vertida de desechos al río se detuvo. A la fecha, este proceso comunitario continúa.

A raíz de este conglomerado de problemáticas que amenazaban la vida, recursos y medioambiente de la zona, en el año 2009 surge la idea de realizar estudios técnico – científicos enfocados a crear una línea base de calidad y cantidad de agua en 92 comunidades que habitan la subcuenca norte del río Titihuapa. El proyecto fue ejecutado por



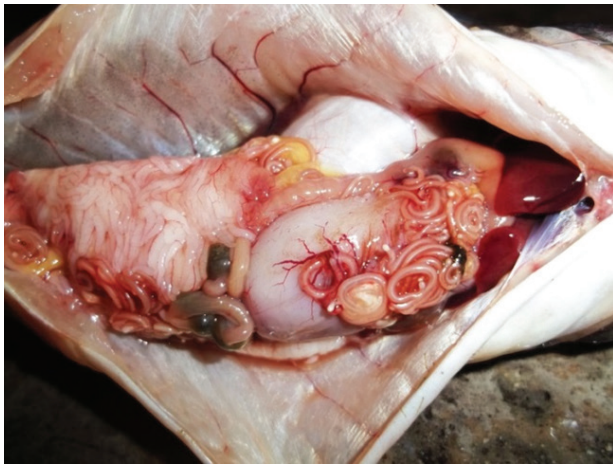
**Figura 2.**

Peces muertos a causa de las descargas realizadas por las granjas porcícolas al río Titihuapa- Marzo de 2007.

Fotografía por equipo técnico de ADES.

la Asociación de Desarrollo Económico Social Santa Marta (ADES) en colaboración con Ingeniería sin Fronteras Catalunya (ISF) y las comunidades.

Entre los logros de dicho proyecto se cuenta con la elaboración del Índice de Calidad de agua del río Titihuapa (ICA) y 59 perfiles de proyectos comunitarios de abastecimiento de agua, de los cuales a la fecha hay dos sistemas construidos y uno en proceso de construcción, financiados por la embajada de Japón en El Salvador y El Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), así como la ejecución de un proyecto de conservación de micro cuencas financiado por el Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales (MARN) para proteger la parte alta de la Subcuenca del Titihuapa. Estos logros han consolidado el acercamiento de ADES y los habitantes de la zona.



### Figura 3.

*Nematodos parásitos en vísceras de Rhamdia guatemalensis ("julín").*

Espécimen con 126 nematodos, capturado en la desembocadura del Río San Isidro.

Fotografía por equipo técnico de ADES.

Todo lo anterior ha permitido un mayor involucramiento de la Asociación en otros y muy variados aspectos de la cotidianidad comunitaria. Ejemplo de ello ha sido el acompañamiento en la preocupación de los pescadores artesanales de la zona por el hallazgo cada vez más frecuente y en mayor abundancia de "gusanos" en las vísceras de los peces capturados (Figura 3).

Aunque el parasitismo en vertebrados silvestres y particularmente en peces de agua dulce es un fenómeno universal que ocurre de manera natural y está muy bien documentado en la literatura científica (Vidal, 2002; Salgado, 2004; Barros, 2007; Nmor, 2004) muchos factores del medio ambiente y otros, producto de la actividad humana pueden alterar el equilibrio de dicho fenómeno e influir por ejemplo en la distribución de especies parásitas en un territorio, el porcentaje de

individuos de una población animal que se infectan con un parásito determinado (prevalencia) o el número de formas infectantes que se encuentran en un solo individuo vertebrado u hospedador (densidad o carga parasitaria). Lo anterior toma particular importancia si se considera que algunas especies parásitas propias de animales pueden transmitirse al humano y causarle enfermedad, produciendo lo que se conoce como una zoonosis (Vidal, 2002).

En relación al parasitismo en peces en ríos del país, no se cuenta con información detallada, ignorándose la identidad de estos organismos, sus indicadores de distribución biológica y geográfica, su potencial para causar enfermedad humana y menos aún, si en las comunidades locales haya casos clínicos originados por esa causa.

Ante esta situación, la inquietud del efecto que el consumo del producto infectado pudiera tener sobre la salud humana y el deseo de ADES de acompañar a las comunidades en la solución a sus problemas se formuló un proyecto de investigación en colaboración con la Sección de Parasitología del Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador y con el financiamiento de Iglesia Unida de Canadá, para ayudar a determinar la mayor cantidad posible de aspectos relacionados a la infección de peces con helmintos parásitos en la zona y su potencial zoonótico. Ante la falta de información local relacionada al problema, el proyecto pretende además actualizar los registros de la ictiofauna que habita la Subcuenca y crear bases de datos para trabajar con los Sistemas de Información Geográficos (SIG) con vistas a mejorar su alcance en diferentes ámbitos.

Por lo tanto, el presente estudio no se origina en una forma aislada de hacer trabajo investigativo, sino que forma parte de un plan estratégico intersectorial muy ambicioso que pretende generar conocimiento científico al servicio de la defensa de la calidad del agua y otros recursos naturales de la Subcuenca del Titihuapa, en coordinación directa con los actores principales: sus habitantes.

# Objetivos

## General.

Crear una base de datos georeferenciada de la ictiofauna en los afluentes de la Subcuenca del río Titihuapa y sus respectivos helmintos parásitos.

## Específicos.

1. Crear un registro georeferenciado de las diferentes especies que constituyen la ictiofauna del río Titihuapa y sus afluentes.
2. Crear un registro georeferenciado de las diferentes especies de helmintos parásitos que infectan a peces de la Subcuenca del río Titihuapa, con especial énfasis en aquellas de importancia zoonótica.
3. Identificar y caracterizar morfológicamente los helmintos parásitos de la ictiofauna del río Titihuapa y sus afluentes.
4. Determinar el origen de la infección parasitaria en peces de la Subcuenca.
5. Determinar la prevalencia y carga parasitaria (densidad) de las especies de helmintos que infectan a peces de la Subcuenca del río Titihuapa.
6. Determinar el potencial zoonótico de la fauna parasitaria de los peces de la Subcuenca del río Titihuapa.

# Metodología

## 1. Universo y muestra.

El universo lo constituyen todas las especies de peces que habitan en el río Titihuapa y los afluentes de la Subcuenca. El tamaño de la muestra se definió en forma aleatoria y fue dependiente del producto obtenido en cada pesca en los sitios definidos para el caso.

## 2. Tipo de muestreo.

Para determinar los puntos de colecta se utilizó el tipo de muestreo dirigido o intencional, el cual selecciona las unidades elementales de la población en base al juicio de los investigadores. Se estima que dichas unidades tienen la representatividad necesaria para los objetivos del estudio. En el muestreo dirigido, la probabilidad de que una unidad elemental sea elegida es desconocida; en consecuencia, no se pueden construir intervalos de confianza para estimar el valor poblacional, sino que solo se pueden hacer estimaciones puntuales.

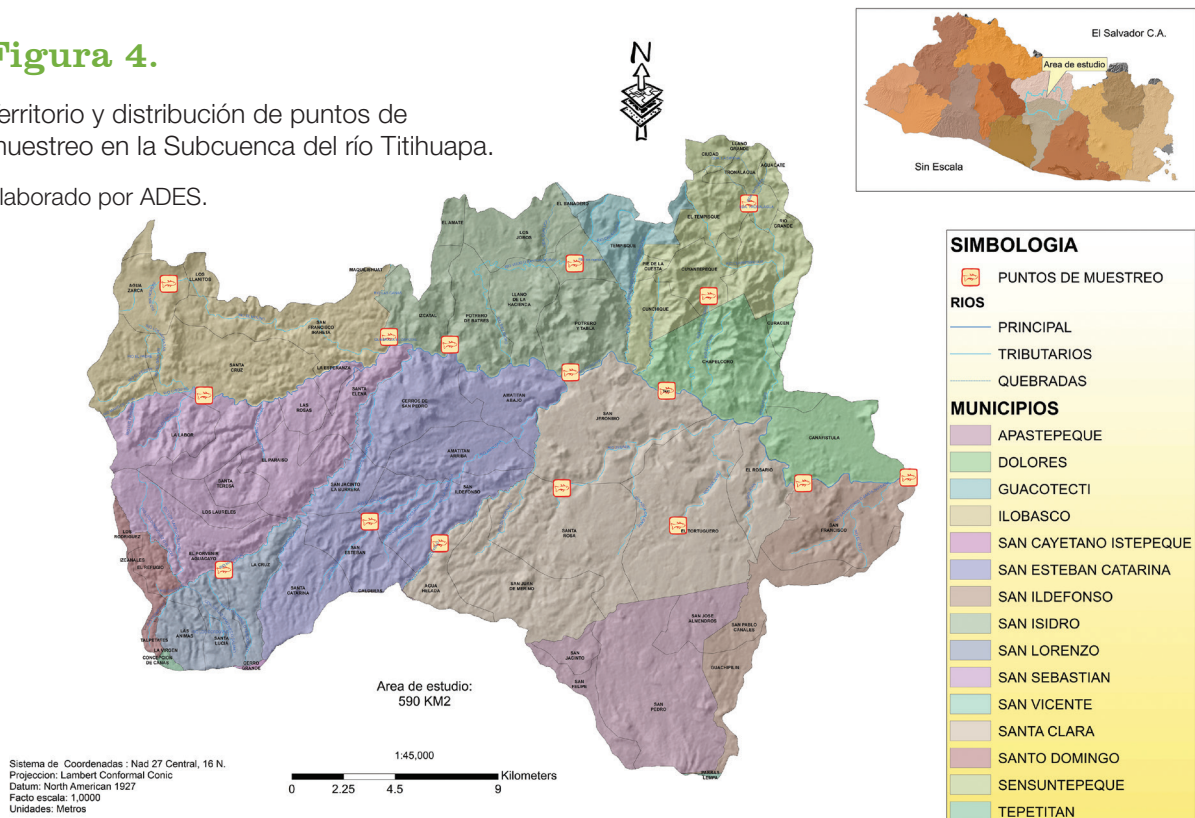
## 3. Puntos y recolección de muestra.

Se determinaron 16 puntos de muestreo distribuidos en toda el área geográfica de la Subcuenca (Figura 4)

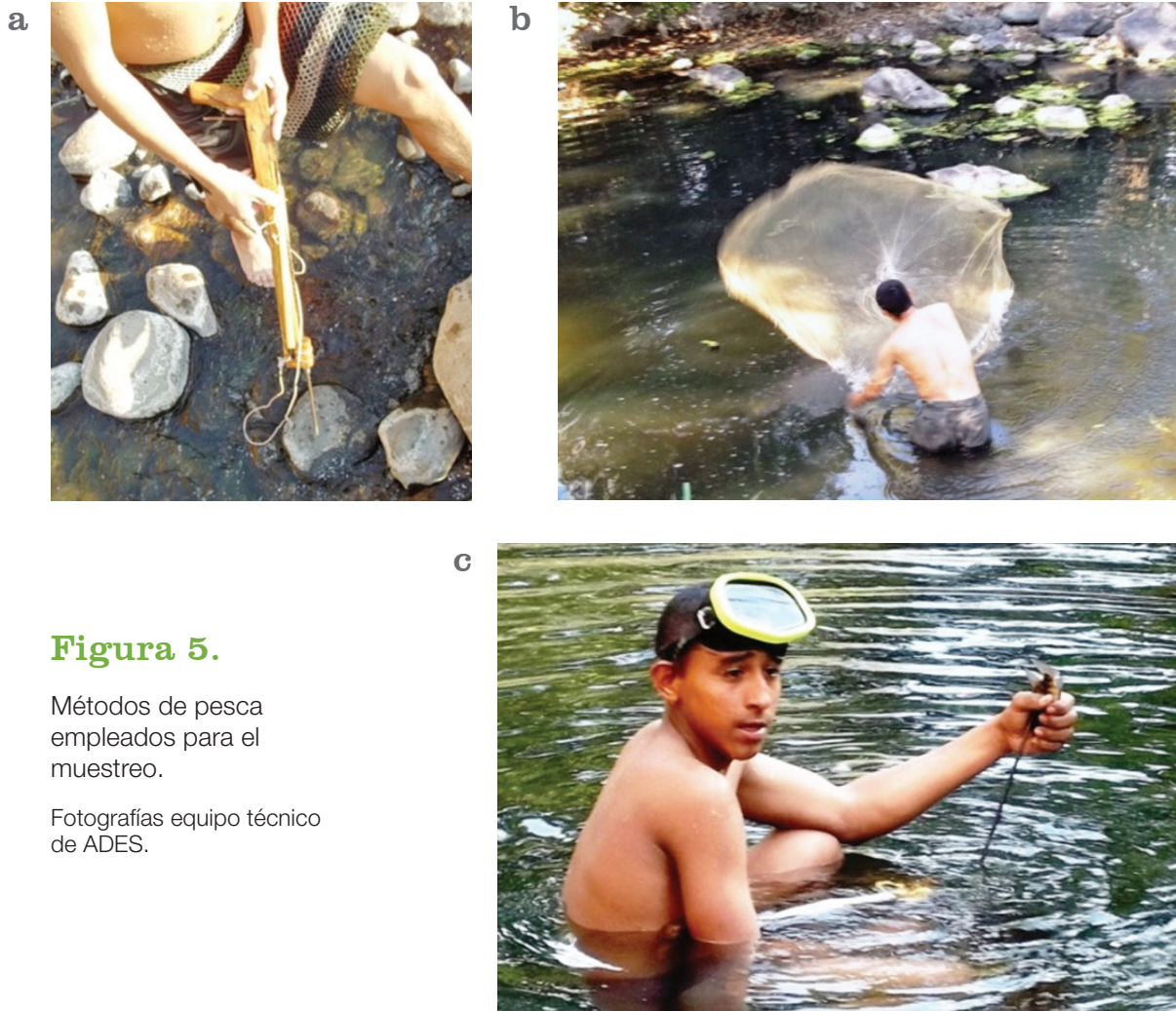
**Figura 4.**

Territorio y distribución de puntos de muestreo en la Subcuenca del río Titihuapa.

Elaborado por ADES.



La recolección se realizó durante los meses de enero y febrero de 2014 y se contó con el apoyo de pescadores locales utilizándose solo instrumentos artesanales tales como: arpones de madera, hierro de 3/8 y tiras de hule (Fig.5a) y redes de Nylon o *Atarrayas* (Fig 5b). Únicamente las caretas fueron de fabricación industrial. (Fig.5c)



### Figura 5.

Métodos de pesca empleados para el muestreo.

Fotografías equipo técnico de ADES.

## 4. Procesamiento.

Las muestras fueron trasladadas desde el lugar de captura y en cadena de frío para su estudio a la Sección de Parasitología del Departamento de Microbiología, Facultad de Medicina, Universidad de El Salvador en un lapso no mayor a las cuatro horas posterior a la colecta. El análisis se basó en reportes de la literatura científica (Pardo, 2007; Pardo, 2008; Vidal, 2002) e incluyó los siguientes aspectos:

### 4.1 Revisión macroscópica.

Cada uno de los ejemplares de peces fue clasificado según especie, tallado con calibrador electrónico Vernier (“pié de rey”) y pesado en balanza granataria. Luego se realizó una inspección

macroscópica bajo lupa revisándose ojos, aletas, branquias y toda la parte externa del pez (Figura 6a); también bajo lupa fueron eviscerados e inspeccionando el mesenterio, intestino e hígado. Todos los hallazgos se revisaron metódicamente para tratar de determinar pertenencia a alguna clase taxonómica.

#### 4.2 Relajación.

Los estadios de nematodos encontrados se colocaron en cajas de Petri con agua destilada a temperaturas entre 5 - 8 °C, por periodos de 24 - 48 horas para promover la relajación. (Figura 6b). Una vez relajados fueron medidos para determinar valores promedio de largo y ancho; unos especímenes se fijaron en formalina al 10% para histopatología y aclaramiento y otros, en fijador de Karnovsky para microscopía electrónica de barrido. Cada vial fue etiquetado con el nombre técnico del pez hospedero, fecha y lugar de recolección y el número total de helmintos encontrados por individuo. (Figura 6c).



**Figura 6.**

Proceso de revisión externa y recuperación de nematodos.

Fotografías equipo técnico de ADES y Sección de Parasitología FM-UES.

#### 4.3 Determinación de Indicadores Parasitarios

Los valores de Prevalencia o Porcentajes de Infección (PI) corresponden a la proporción de peces infectados con helmintos en relación a un valor “n” de individuos. Para su cálculo se utilizaron las siguientes fórmulas:

1. 
$$\text{PI relativo} = \frac{\text{No de peces infectados por especie}}{\text{"n" de peces colectados de la especie}} \times 100$$
2. 
$$\text{PI absoluto} = \frac{\text{No de peces infectados por especie}}{\text{"n" total de peces infectados}} \times 100$$
3. 
$$\text{PI total} = \frac{\text{No total de peces infectados}}{\text{"n" total de peces colectados}} \times 100$$

Los valores de Densidad Parasitaria (DP) hacen referencia a cantidad de formas parásitas por individuo infectado o por población total. Para su cálculo se utilizaron las siguientes fórmulas:

1. DP por especie =  $\frac{\text{No de estadíos del helminto}}{\text{"n" de la especie}} \times 100$
2. DP total =  $\frac{\text{No total de peces infectados}}{\text{"n"}} \times 100$

#### **4.4 Aclaramiento.**

De algunos especímenes se hicieron montajes al fresco entre lámina y laminilla con una mezcla 50:50 de ácido láctico más fenol (lactofenol) por unos minutos, hasta lograr la visualización de estructuras internas. Todas las preparaciones fueron observadas con microscopio de luz Leica DM1000 y de los hallazgos se tomaron imágenes con cámara y software Leica DFC495.

#### **4.5 Histopatología.**

Se contrataron los servicios de un laboratorio de histopatología para realizar cortes histológicos teñidos con Hematoxilina Eosina (HE). Las láminas se observaron con microscopio de luz Leica DM1000 y de los hallazgos se tomaron imágenes con cámara y software Leica DFC495.

#### **4.6 Microscopía electrónica.**

Los especímenes de nematodos fueron fijados en solución de Karnovsky. Posteriormente, fueron lavados en solución amortiguadora de fosfatos pH:7,4 dos veces; y deshidratados en soluciones de grado ascendente de Etanol. Después de la deshidratación fueron aclarados en acetona pura dos veces; y llevados a secar en secador por punto crítico. Una vez secos, los especímenes fueron recubiertos con oro en un cobertor iónico y observados al microscopio electrónico de barrido marca JEOL.

#### **4.7 Revisión de aves.**

Ante la posibilidad de que aves acuáticas estuvieran relacionadas en la transmisión de helmintos parásitos a los peces de la Subcuenca y con el fin de tener insumos para establecer un posible origen de los hallazgos, se capturaron cinco especímenes juveniles de *Phalacrocorax brasilianus* ("cormorán", "pato chancho") en la desembocadura del río Marcos. De todos los individuos se extrajeron los ventrículos en búsqueda de helmintos, los cuales se procesaron de la forma descrita en los apartados 4.2 al 4.6

#### **4.8 Georeferenciación.**

Para construir una base de datos que se pueda manipular con los sistemas de información geográfica, (SIG), fue necesario iniciar tomando las coordenadas con GPS Garmin en los puntos donde se realizó la captura de los peces que conformaron la muestra y luego se agregaron a esta base todos los resultados obtenidos en la fase de laboratorio. Estos datos fueron utilizados para realizar el análisis de dispersión y generar mapas para representar los resultados.



# Resultados

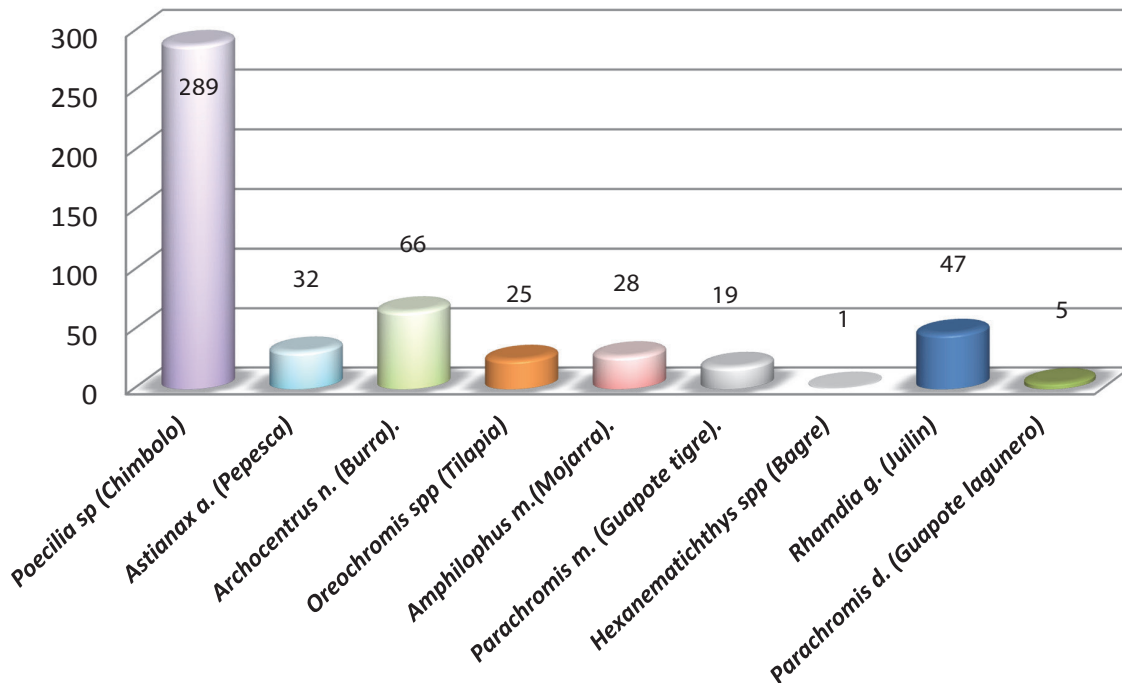
## 1. Valores de prevalencia y densidad parasitaria

En toda la fase de campo se colectaron un total de 512 individuos, de nueve especies ícticas diferentes, a saber: *Poecilia spp* “chimbolo”, 289; *Archocentrus nigrofasciatus* “burra”, 66; *Rhamdia guatemalensis* “juilín”, 47; *Astianax aeneus* “pepesca o plateada”, 32; *Amphilophus macracanthus* “mojarra”, 28; *Oreochromis sp.* “tilapia”, 25; *Parachromis managuensis* “guapote tigre”, 19; *Parachromis dovii* “guapote lagunero”, 5 y un espécimen de *Hexanematichthys sp* “bagre”. (Gráfico 1)

También se capturaron especímenes de “cangrejo negro” (*Epilobocera sp*) pero este crustáceo no fue de interés para el estudio porque no es hospedador natural de este tipo de parásitos.

### Gráfico 1.

Total de individuos  
colectados por especie íctica.



En la Tabla 1 se resumen los valores obtenidos por especie íctica. Se presentan además los valores de PI relativos y absolutos y la categoría por evento infeccioso en que se clasifica la DP. La prevalencia de helmintos general fue de 8.00% y todos los individuos infectados presentaron menos de 100 helmintos por individuo, por lo que ambos valores se clasifican como Leves.

**Tabla 1.**

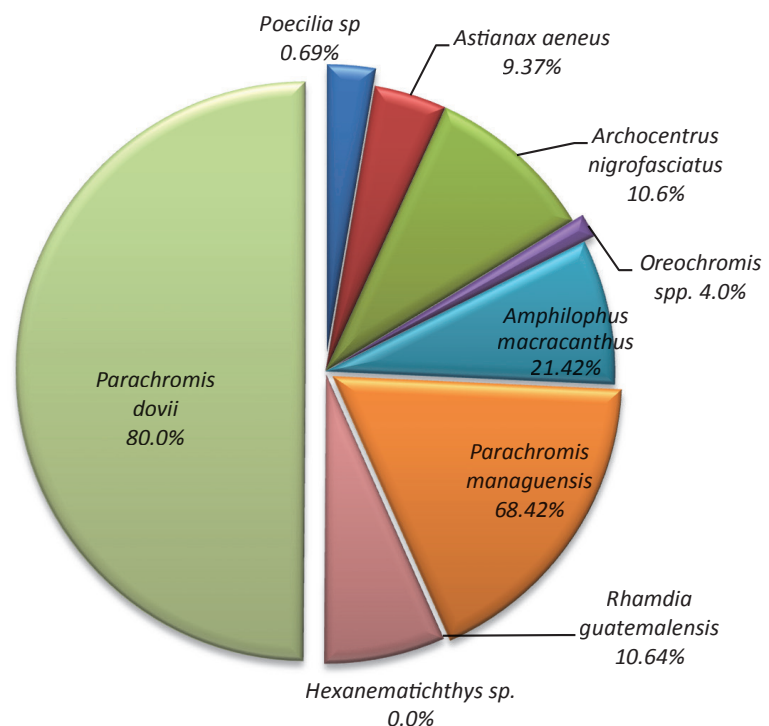
Indicadores parasitarios por especie íctica.

Especie	Colectados	Infectados	PI relativo	PI absoluto	Nematodos encontrados	Densidad parasitaria		
						Leve	Moderada	Severa
<i>Parachromis managuensis</i>	19	13	68.4	31.7	97	13	0	0
<i>Archocentrus nigrofasciatus</i>	66	7	10.6	17.1	15	7	0	0
<i>Amphilophus macracanthus</i>	28	6	21.4	14.6	9	6	0	0
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	47	5	10.6	12.2	52	5	0	0
<i>Parachromis dovii</i>	5	4	80.0	9.8	27	4	0	0
<i>Astianax aeneus</i>	32	3	9.4	7.31	4	3	0	0
<i>Poecilia spp</i>	289	2	0.69	4.9	2	2	0	0
<i>Oreochromis sp.</i>	25	1	4.00	2.4	1	1	0	0
<i>Hexanematchtys guatemalensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>512</b>	<b>41</b>	<b>-</b>	<b>100.0</b>	<b>207</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

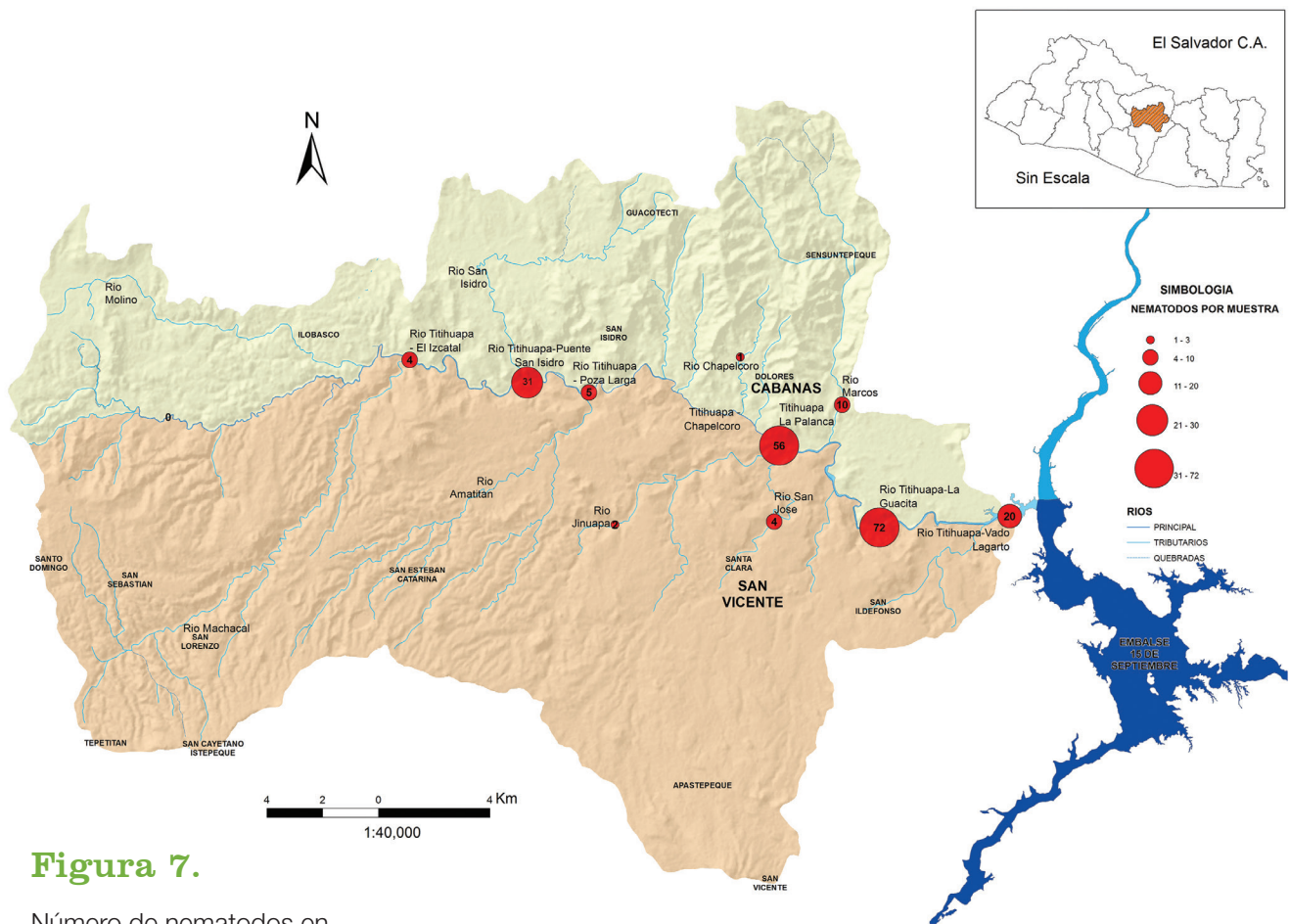
En todas las especies ícticas se encontraron estadios de un solo tipo de helminto, haciendo un total de 207 nematodos encontrados. En el muestreo únicamente se capturó un espécimen de bagre que no mostró infección. En el Gráfico 2 se presentan los valores absolutos de PI.

**Gráfico 2.**

Porcentajes Absolutos de infección por especie íctica.



La distribución geográfica de los peces infectados independiente de la especie y las mayores cantidades de nematodos encontrados por sitio de muestreo se relacionan al cauce principal del río Titiuapa y a la cercanía con el embalse de la presa 15 de Septiembre (Figura 7).



## 2. Caracterización morfológica de helmintos de peces

Al finalizar el periodo de muestreo fueron colectados 207 estadios de helmintos con morfología externa idéntica.

Posterior al proceso de relajación en solución salina 0.85% , se registró el largo y ancho de los especímenes con valores promedio respectivos de 18.08 mm (DSt: 5.14) y de 0.61 mm (DSt: 0.16). La revisión morfológica bajo microscopía de luz no reveló grandes diferencias estructurales entre los especímenes salvo en el aspecto del tamaño, pues el rango entre los valores máximo y mínimo fue muy amplio (Largo: 29.41 mm/5.66 mm y ancho: 0.9 mm / 0.3 mm).

Bajo el objetivo 10X con solución salina fisiológica se observaron en todos los casos nemátodos de cutícula gruesa con abundantes estrías transversales corporales concentradas en los extremos anterior y posterior. El aparato digestivo consta de piezas bucales poco desarrolladas, un esófago largo y cilíndrico al que en dirección anterior y como rasgo notable se asocia un ciego intestinal de extremo romo (Fig. 8a). Hacia el extremo posterior son notorias la cutícula estriada, la apertura anal y una protuberancia distal, pequeña y hialina en forma de mucrón (Fig. 8b).

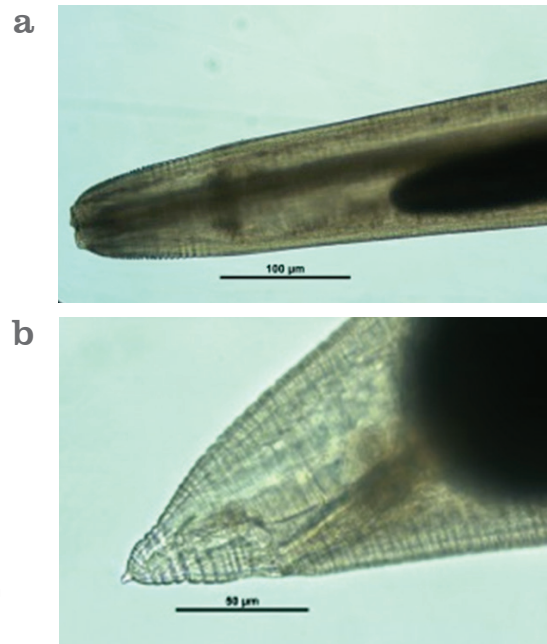
La aclaración con lactofenol reveló un esófago largo, cilíndrico y muscular (Fig. 9a). Hacia el final del tercio anterior se observa un pequeño ventrículo glandular entre el esófago y el inicio del intestino, que da origen a un corto apéndice o ciego esofágico en dirección posterior y desde donde se identifica el ciego intestinal dirigido hacia la porción anterior (Fig. 9b). A lo largo de todo el cuerpo no hay desarrollo ni evidencia de aparato reproductor ni femenino ni masculino y en el extremo posterior solo es evidente la abertura anal (Fig. 9c).

En cortes histopatológicos en la porción anterior teñidos con Hematoxilina Eosina son notables la morfología cilíndrica, cutícula gruesa acelular, hipodermis delgada con cordones laterales dobles prominentes, musculatura celomiaria polimiaria, células musculares fusionadas a cordones

**Figura 8.**

Montaje al fresco de nemátodos en Solución salina 0.85% y microscopía de luz 4X.

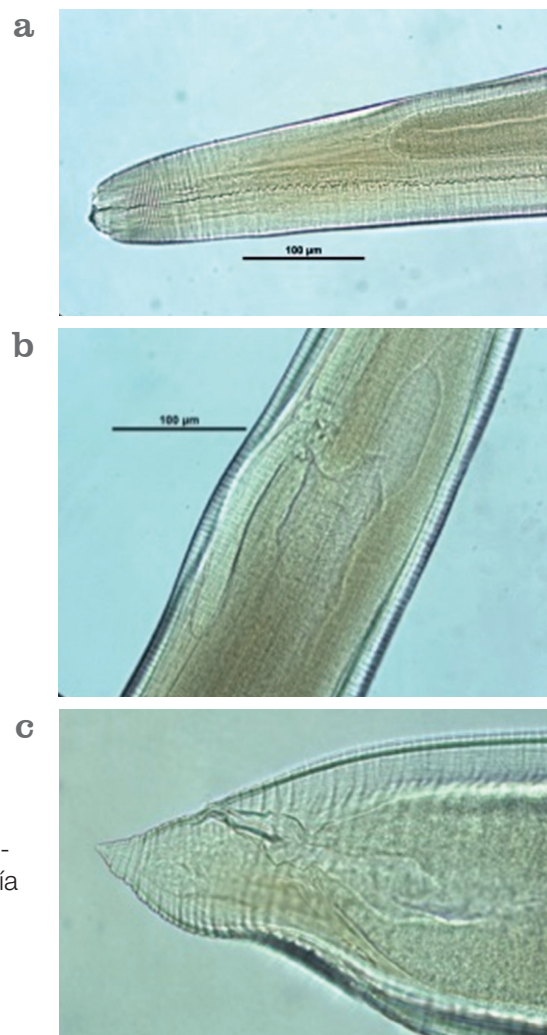
Fotografías Sección de Parasitología FM-UES.



**Figura 9.**

Montaje al fresco de nemátodos en solución de Lactofenol y microscopía de luz 4X.

Fotografías Sección de Parasitología FM-UES.

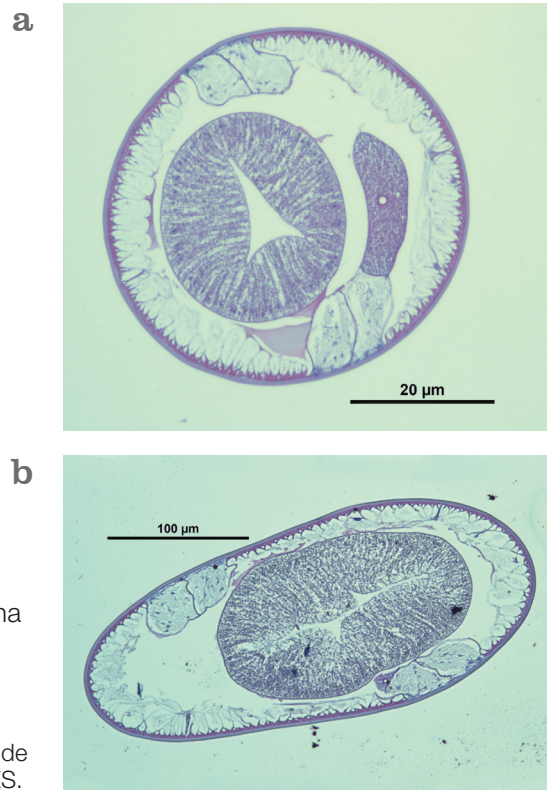


nerviosos (extensiones cuticulares); esófago cilíndrico prominente, muy muscular, con nódulos glandulares y de lumen trirradiado, un radio luminal hacia porción ventral y los otros en dirección laterodorsal; porción de ciego intestinal, con interior glandular hacia la posición ventral, lumen estrecho y circular (Figura 10a). A nivel posterior son notables la morfología cilíndrica, un tanto aplanada por el mayor diámetro de la zona; cutícula gruesa acelular, hipodermis delgada con cordones laterales dobles muy prominentes, musculatura celomaria polimiaria e intestino prominente de aspecto glandular, con células vellosas largas y lumen amplio y tortuoso; no se observa aparato reproductor (Figura 10b).

### Figura 10.

Corte transversal teñido con Hematoxilina Eosina (grosor 0.4 mm) a nivel anterior y posterior 10X.

Fotografías Sección de Parasitología FM-UES.

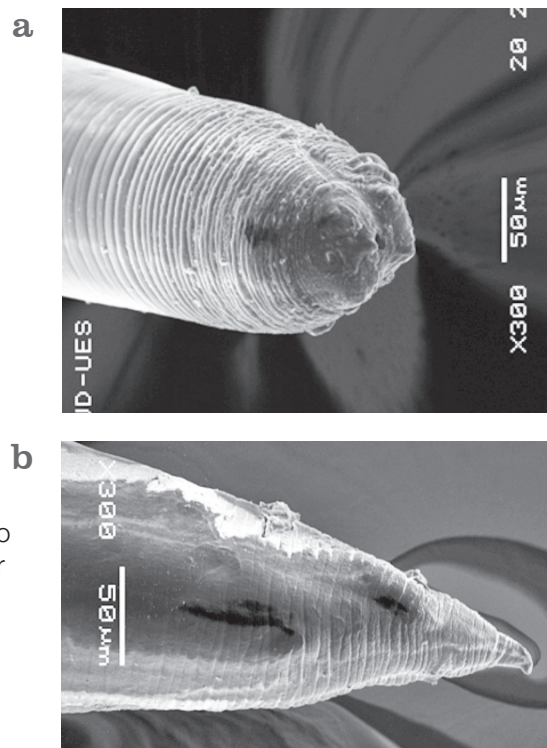


Bajo mayor resolución con microscopía electrónica en la porción anterior se observa cutícula gruesa con fuertes estrías transversales; dos labios quitinosos poco desarrollados con un diente cuticular cónico y romo; esófago sencillo y cilíndrico (Figura 11a). En la sección caudal se observa extremo de forma cónica, con dos glándulas anexas, ano y mucrón visibles; sin espina terminal (Fig.11b).

### Figura 11.

Microfotografía electrónica de Barrido de extremo anterior y posterior 300X.

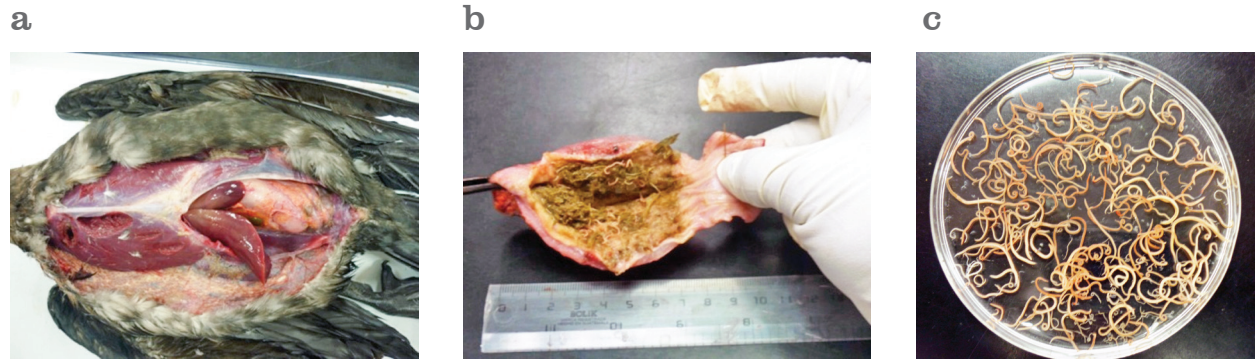
Fotografías Unidad de Microscopía Electrónica CENSALUD.



Según las descripciones reportadas en la literatura (Salgado, 2008; Pardo, 2007; Pardo, 2009; Barson, 2003, Bergman, 2004) los hallazgos del estudio corresponden a larvas de tercer estadio de *Contraecum* sp (Nematoda: Ascaridoidea).

### 3. Caracterización morfológica de helmintos en aves

La revisión de ventrículos de los cormoranes capturados reveló abundante cantidad de helmintos nemátodos que fueron caracterizados con los procedimientos ya descritos en la sección de nemátodos en peces (Figura 12).



**Figura 12.**

Hallazgos parasitarios en ventrículos de *Phalacrocorax brasilianus*.

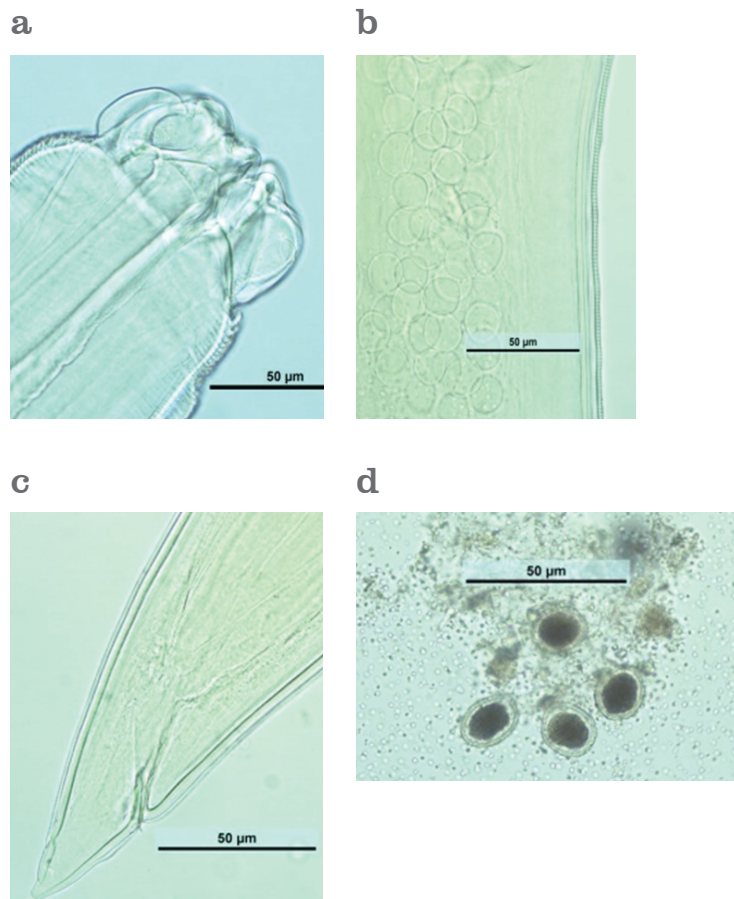
Fotografías Sección de Parasitología FM-UES.

Se encontraron en total 642 nemátodos de dos grupos morfológicos: el primero revelaba en el extremo anterior piezas labiales e interlabiales bien desarrolladas; cutícula estriada esófago cilíndrico (Figura 13a), útero con huevecillos (Figura 13b) y el extremo posterior de forma cónica; apertura anal; sin mucrón ni papilas caudales (Figura 13c). Las estructuras internas más notorias fueron el aparato digestivo y reproductor bien desarrollado; huevecillos de triple capa sin larvar (Figura 13d); ciego intestinal anterior y apéndice ventricular posterior similares a los descritos en Figuras 9a y 9b.

**Figura 13.**

Hembras de *Contraecaecun rudolphii* en montaje con solución de Lactofenol 4X (13a-c) y huevecillos en solución salina 0.85% 40X (13d).

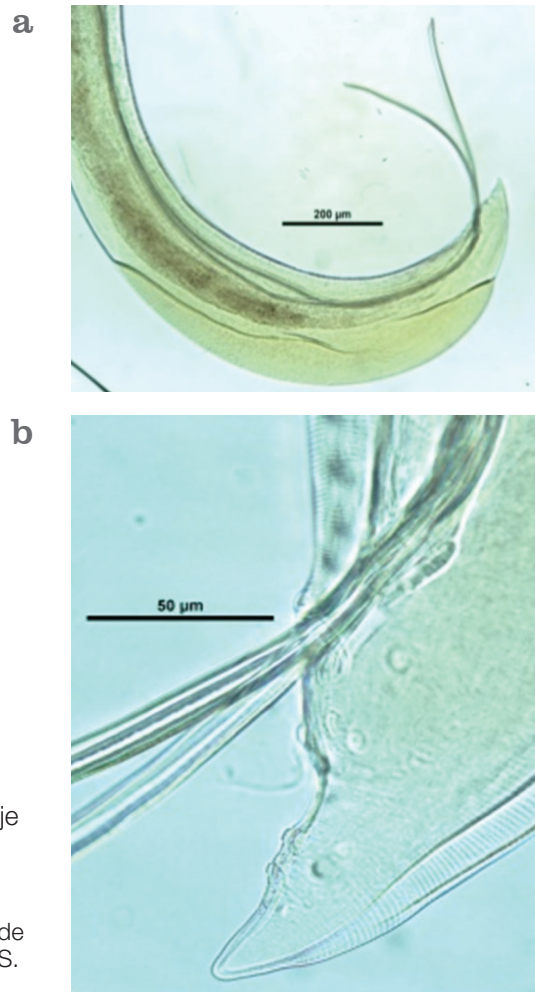
Fotografías Sección de Parasitología FM-UES.



En el extremo anterior del segundo grupo de nematodos se observaron el mismo tipo de piezas labiales e interlabiales del primer grupo, cutícula estriada y esófago cilíndrico (Figura 13a). En el extremo posterior fueron notorias una curvatura ventral; cloaca con dos espículas largas y divergentes (Figura 14a); sin mucrón y patrón específico de papilas caudales (Figura 14b). Entre las estructuras internas se observó aparato digestivo y reproductor bien desarrollado; testículos; ciego intestinal anterior y apéndice ventricular posterior similar al descrito en Figura 9b; intestino muscular y sinuoso.

En la observación de la cavidad bucal de ambos grupos de nematodos a través de microscopía electrónica se constató la presencia de tres labios hexagonales, uno dorsal y dos ventrolaterales, sin bordes dentíferos; un labio dorsal con dos papilas ovales y dos aurículas hacia el extremo distal; labios ventrolaterales cada uno con una papila oval, poro anfídial y dos aurículas y piezas interlabiales bien desarrolladas con extremo distal bifido. (Figura 15)

Con los hallazgos analizados y descritos se concluye que los nematodos en los cormoranes son hembras y machos de *Contracaecum rudolphii*, una de las especies del género más abundantes en aves acuáticas, principalmente en *P. brasiliensis* (Barson, 2004; Amato, 2006; Violante, 2011).



**Figura 14.**

Extremo posterior de machos de *Contracaecum rudolphii* en montaje con solución de Lactofenol 4X.

Fotografías Sección de Parasitología FM-UES.



**Figura 15.**

Microfotografía electrónica de barrido de piezas bucales de adulto de *Contracaecum rudolphii*.

Fotografía Unidad de Microscopía Electrónica GENSAUD.

# Discusión

La Subcuenca del río Titihuapa así como otros cauces y fuentes de agua dulce en el país, constituye una importante fuente de recursos naturales útiles para los pobladores y para la biodiversidad del país, por lo que su conservación es de vital importancia.

En El Salvador, una parte común de la dieta de la población en general y de algunas comunidades rurales en particular, la constituyen los peces de agua dulce, pero la sustentabilidad de este recurso se pone en peligro al no existir normativas específicas que ordenen el territorio con enfoque de cuenca hidrográfica ni legislaciones que permitan hacer una gestión adecuada del agua. A la falta de regulación nacional y a las actividades humanas de tipo industrial que contaminan los ríos del país hay que agregar otras circunstancias que agravan el problema pero que derivan de alteraciones en los ecosistemas en estrecha relación con el cambio climático a nivel global.

Los organismos parásitos en animales silvestres suelen presentar ciclos de vida complejos que involucran a diferentes hospederos y la dinámica de transmisión puede modificarse en función a la cantidad de tales hospederos, a la disponibilidad de alimento, a condiciones meteorológicas, etc, factores relacionados de alguna manera a dicho cambio climático. En este estudio se identificaron larvas de *Contracaecum sp* infectando peces, un parásito común en ellos en otras latitudes y pariente cercano de *Ascaris lumbricoides*, la mayor lombriz intestinal del humano. *Contracaecum spp.* utilizan a los peces como hospedero intermediario para llegar al ventrículo de las aves ictiófagas, su hábitat final. Las aves depositan heces con huevecillos que larvan en las fuentes de agua y desde donde son ingeridos por pequeños crustáceos; en ellos se desarrolla un segundo estadio larval para luego ser consumidos por los peces en quienes se forma una larva de mayor tamaño conocida como L3 o de tercer estadio que es la forma infectante para el ave al momento de alimentarse, completándose el ciclo. El hallazgo de las formas adultas del parásito en *P. brasilianus* nos permite relacionar al ave con la transmisión del parásito en la Subcuenca

Los resultados de este estudio se constituyen en el primer reporte de *Contracaecum sp* en el país y de *P. brasilianus* como uno de sus principales hospedadores definitivos.

Se capturaron 512 peces de nueve especies y entre ellos se pescó un solo ejemplar de *Hexanematichthys guatemalensis* que no exhibió infección con larvas de *Contracaecum* ni de ningún otro helminto pero por capturas previas se sabe que el bagre también es susceptible a la infección por lo que posterior al análisis de los hallazgos se concluye que todas las especies ícticas de la Subcuenca se infectan naturalmente con larvas de *Contracaecum sp*. La carencia de aparato reproductor y otros rasgos morfológicos que permitirían diferenciar entre especies del género impide la identificación definitiva de las larvas en peces. Sin embargo, el abundante hallazgo de adultos de *C. rudolphii* en cormoranes (*P. brasilianus*), nos hace pensar que son estos la fuente de infección en la zona estudiada.

A los testimonios orales de los habitantes de la Subcuenca quienes coinciden en afirmar que la problemática del parasitismo en los peces se observa desde hace unos tres o cuatro años, simultáneo al apareamiento de “aves negras” en el río, deben agregarse los reportes científicos que



documentan que *P. brasilianus* en el país cambió su estado de ave en peligro de extinción (Komar, 1998) a ave invasora (Herrera, 2008) debido entre otras cosas a la degradación de su hábitat costero original, lo que promovió su anidación y sobrecrecimiento cerca de cuerpos de agua dulce interiores donde encontró mejores condiciones y suministro de alimento.

El “Pato chanco” o Cormorán es un ave estacionaria de la familia *Phalacrocoracidae* propia de humedales que se alimenta de peces y al volar de un sitio a otro en búsqueda de alimento puede diseminar diferentes especies de parásito en ecosistemas donde antes no los había, alterando el equilibrio natural (Conde-Tinco, 2013). Según Herrera, 2010 et al, del ave existen estudios en El Salvador desde 1912, pero no fue sino hasta los años de 2010-2012 que se inició el estudio de sus hábitos alimenticios debido a la competencia de caza de peces que representan para los pescadores de los embalses. Según este autor, en los embalses de las presas 15 de Septiembre, Cerrón Grande y 5 de Noviembre habitan grupos formados por más de 5,000 individuos por cada sitio. La abundancia de alimento y la carencia de enemigos naturales favorecen su crecimiento acelerado. Posiblemente los efectos del calentamiento global han obligado a estas aves a buscar nuevos hábitats (Figura 16).



### Figura 16.

*Phalacrocorax brasilianus*  
juvenil captado en la  
desembocadura del río  
San Isidro al Río Titihuapa.  
28 de Julio de 2012.

Fotografía equipo técnico  
ADES.

En este tipo de estudios se calculan los valores de Prevalencia y Densidad Parasitaria para tener valores de referencia contra los que se puedan comparar similares datos en momentos diferentes y poder así monitorear cambios y establecer sus posibles causas. Para esta zona y momento del muestreo se obtuvo una prevalencia del 8% ( $\leq 20\%$ ) y de 41 individuos infectados; en todos hubo un número menor a 100 helmintos por lo que según Amato *et al* (2006) ambos eventos se clasifican como leves pero debe considerarse que si la fuente de infección son las aves y el número de estas va en aumento, en un futuro estos valores podrían aumentar y afectar la vitalidad de los individuos infectados, disminuir la producción pesquera y reducir la calidad del producto capturado además de posibles implicaciones para la salud humana.

El PI relativo nos revela las especies ícticas infectadas en relación al total de individuos colectados. *Parachromis* y *Amphilophus* fueron los géneros con mayor número de individuos infectados y es probable que esto se deba a que suelen encontrarse en las zonas de aguas más profundas en las desembocaduras entre ríos, mismas que coincidieron con los sitios de alimentación de

los cormoranes, además de su mayor voracidad y tamaño corporal. Algo similar puede aplicar a *Poecilia* quien, aunque está distribuido de manera homogénea en toda la zona, su menor tamaño y diferentes hábitos alimenticios podrían determinar menor número de infecciones. El PI absoluto nos revela cómo se distribuyen proporcionalmente los individuos infectados por especie en relación a un 100% de individuos infectados y así se observa que las especies de los géneros *Parachromis*, *Archocentrus* y *Amphilophus* son las más afectadas en comparación a *Poecilia* y *Oreochromis*, quienes manifestaron los menores valores. En los afluentes secundarios de la Subcuenca se capturaron peces de menor tamaño y en menor diversidad de géneros y esto sucede porque los peces buscan las partes altas de la Subcuenca para desovar y desde ahí bajan los alevines para colonizar aguas más profundas. Esta situación estaría relacionada con mayor índice de infección por características de los peces y a la presencia del ave en sitios donde encuentra el alimento.

La infección de peces por larvas de *Contracaecum sp* y otros anisakídeos se considera un problema de salud pública en varios países donde por un patrón cultural se consume carne de pescado cruda (Cruz, 2010; Esteves, 2010; Fontenelle, 2013; Nagasawa, 2012; Salgado, 2008; Lorenzo, 2000) Además de *Anisakis simplex*, algunas especies del género *Contracaecum* tales como *C. multipapillatum* y *C. osculatum* se han relacionado con el apareamiento de cuadros clínicos posterior a su consumo involuntario en peces crudos o mal cocidos, especialmente bajo el tipo de reacciones alérgicas, pues el humano no funciona como hospedero definitivo de este nematodo. Sin embargo, no existen estudios ni reportes que excluyan la posibilidad de que este pueda provocar alergias por el contacto con la larva o con antígenos en el músculo con potencial alérgico por lo que se recomienda seguir con una línea de investigación que aclare esto en poblaciones en riesgo de nuestro país.

# Referencias

- **Amato JFR, Monteiro C & Amato SB.** 2006. *Contracaecum rudolphii* Hartwich (Nematoda, Anisakidae) from the Neotropical Cormorant, *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) (Aves, Phalacrocoracidae) in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23 (4): 1284–1289
- **Barros LA, Moraes Filho J & Oliveira RL.** 2007. Larvas de nematóides de importância zoonótica encontradas em traíras (*Hoplias malabaricus* Bloch, 1794) no município de Santo Antonio do Leverger, MT. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* 59 (2): 533-535.
- **Barson M & Marshall BE.** 2004. First record of *Contracaecum* spp. (Nematoda: Anisakidae) in fish-eating birds from Zimbabwe. *Journal of the South African Veterinary Association*. 75(2): 74–78.
- **Barson M.** 2003. The occurrence of *Contracaecum* sp. larvae (Nematoda: Anisakidae) in the catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell) from Lake Chivero, Zimbabwe. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 71:35–39
- **Bergmann GT & Motta PJ.** 2004. Infection by Anisakid Nematodes *Contracaecum* spp. in the Mayan Cichlid Fish '*Cichlasoma (Nandopsis)*' *urophthalmus* (Gunther 1862). *J Parasitol*. 90(2): 405–407
- **Conde – Tinco MA & Iannaccone J.** 2013. Bioecología de *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin, 1789) (Pelecaniformes:Phalacrocoracidae) en Sudamérica. *The Biologist* (Lima). 11(1): 151-166.
- **Cruz AR, Sousa Souto PC, Bucalen Ferrari et al.** 2010. Endoscopic imaging of the first clinical case of anisakidosis in Brazil. *Sci Parasitol* 11(2):97-100
- **Esteves Dias FJ, Carmona de Sao Clemente S & Knoff M.** 2010. Nematoides anisacuídeos e cestoides Trypanorhyncha de importância em saúde pública em *Aluterus monoceros* (Linnaeus, 1758) no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Parasitol Vet* 19 (2) 94-97.
- **Fontenelle G, Knoff M, Nunes-Felizardo N et al.** 2013. Nematodes of zoonotic importance in *Cynoscion guatucupa* (Pisces) in the state of Rio de Janeiro *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, Jaboticabal, 22 (2): 281-284.
- **Herrera N, Ibarra R & Salinas M.** 2008. Distribución, abundancia y anidación del cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* en El Salvador. *Mesoamericana* 12 (1): 24-31

- **Herrera N.** 2010. Resumen de viajes de campo, informes sobre observaciones biológicas/ecológicas sobresalientes sobre fauna y flora silvestre, historia natural y áreas naturales protegidas de El Salvador. Tomado de [http://nestorherreriadiariodecampo.blogspot.com/2010\\_05\\_01\\_archive.html](http://nestorherreriadiariodecampo.blogspot.com/2010_05_01_archive.html)
- **Komar O.** 1998. Avian diversity in El Salvador. *Wilson Bull.*, 110 (4): 513-533
- **Lorenzo S, Iglesias R, Leiro J et al.** 2000. Usefulness of currently available methods for diagnosis of *Anisakis simplex* allergy. *Allergy*. 55: 627 – 633.
- **Nagasawa K.** 2012. The biology of *Contracaecum osculatum* sensu lato and *C. osculatum* A (Nematoda: Anisakidae) in Japanese waters: a review. *Biosphere Sci.* 51 : 61 - 69.
- **Nmor JC, Egwunyenga AO, Ake JE.** 2004. Observations on the intestinal helminth parasites of cichlids in the upper reaches of River Orogodo, a freshwater body in Delta State, Southern Nigeria. *Tropical Freshwater Biology*. Vol. 12/13: 131-136
- **Pardo S, Mejía K, Navarro Y et al.** 2007. Prevalencia y abundancia de *Contracaecum* sp. en Rubio *Salminus affinis* en el río Sinú y San Jorge: Descripción morfológica. *Rev MVZ Córdoba* 12(1): 887-896.
- **Pardo S, Núñez M, Barrios R et al.** 2009. Índices parasitarios y descripción morfológica de *Contracaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) en Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Pimelodidae) del río Sinú. *Rev.MVZ Córdoba* 14(2):1712-1722.
- **Pardo S, Zumaque A, Noble H et al.** 2008. *Contracaecum* sp (Anisakidae) en el pez *Hoplias malabaricus*, capturado en la ciénaga grande de Lorica, Córdoba. *Rev.MVZ Córdoba* 13(2):1304-1314.
- **Salgado-Maldonado G, Cabañas-Carranza G, Soto-Galera E et al.** 2004. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco River Basin, East Central Mexico. *Comp Parasitol.* 71 (2):190–202
- **Salgado-Maldonado G.** 2008. Helminth parasites of freshwater fish from Central America. *Zootaxa* 1915: 29–53
- **Vidal-Martínez VM, Aguirre-Macedo ML, Scholz T et al.** 2002. Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México. Instituto Politécnico Nacional, Dirección de Publicaciones, México.
- **Violante-González J, Monks S, Gil- Guerrero S et al.** 2011. Parasite communities of the neotropical cormorant *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) (Aves, Phalacrocoracidae) from two coastal lagoons in Guerrero state, Mexico *Parasitol Res* 109:1303–1309

*Este libro  
se terminó de imprimir  
en la Imprenta Universitaria  
de la Universidad de El Salvador,  
en abril de dos mil quince.  
Final Avenida "Mártires Estudiantes  
del 30 de julio". Ciudad Universitaria.  
San Salvador, El Salvador, Centro América.  
Teléfono: (503) 2511-2039.  
Tiraje: 500 ejemplares.*

---







Asociación de Desarrollo Económico Social Santa Marta, ADES.  
Universidad de El Salvador, UES.  
Iglesia Unida de Canadá

