

UNIVERSIDAD DE ELSALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Prevalencia de *Contracaecum* sp en tilapia (*Oreochromis* sp) y  
Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) en el embalse Cerrón  
Grande, Distrito de Riego Atiocoyo y Lago de Ilopango

**POR:**

**BR. PATRICIA ISABEL IRAHETA HERNANDEZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2019.**



UNIVERSIDAD DE ELSALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Prevalencia de *Contracaecum* sp en tilapia (*Oreochromis* sp) y  
Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) en el embalse Cerrón  
Grande, Distrito de Riego Atiocoyo y Lago de Ilopango

**POR:**

**BR. PATRICIA ISABEL IRAHETA HERNANDEZ**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2019.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



Prevalencia de *Contracaecum* sp en tilapia (*Oreochromis* sp) y Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) en el embalse Cerrón Grande, Distrito de Riego Atiocoyo y Lago de Ilopango

**POR:**

**BR. PATRICIA ISABEL IRAHETA HERNÁNDEZ**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2019.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

**LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL**

**LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO**

**ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO**

**ING. AGR. M. Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

---

**ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS**

**DOCENTE DIRECTOR**

---

**M. Sc. JUAN FRANCISCO ALVARADO PANAMEÑO**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION**

---

**ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCIA**

## RESUMEN

La investigación se realizó en el embalse Cerrón Grande, Distrito de Riego Atiocoyo y Lago de Ilopango, entre octubre 2017 y septiembre 2018. Se examinaron 196 tilapias y 50 Cormoranes realizando las colectas cada 30 días. Las tilapias se pescaron con atarrayas, anzuelos y trasmallos, se examinaron minuciosamente todos los órganos y adyacencias, para los tejidos musculares se utilizó la técnica de compresión y visualización directa con luz ultravioleta. Los Cormoranes se capturaron con rifle de aire comprimido, las necropsias fueron in situ extrayendo el aparato digestivo; los parásitos se fijaron con formol al 10%, aclaración con Azul- Algodón Lactofenol y conservación con Alcohol etílico 70%; se identificaron los parásitos al microscopio y estereoscopio.

En tilapias no se reportó presencia de parásitos a nivel visceral ni muscular, pero en los Cormoranes se identificaron 1,014 nematodos del género *Contracaecum* en su mayoría a nivel estomacal; se mostró una prevalencia del 78% y una carga parasitaria del 26, la prueba de Chi cuadrado  $P > 0.05$  no encontró relación entre los sitios en estudio con un valor de 2.53, así mismo, no existe correlación  $r = 0.28$  entre las variables en la Isla la leona 2, de igual forma en la Isla Trinidad con un coeficiente de correlación  $r = 0.33$ .

Se concluye que no existe relación biológica de *Contracaecum* sp entre tilapia y los Cormoranes en el periodo de este estudio, sin embargo, los Cormoranes siguen siendo un riesgo biológico para otros peces de interés comercial o al ser consumidos directamente por el humano.

**PALABRAS CLAVE:** *Contracaecum* sp, Cormorán, tilapias, Azul- Algodón Lactofenol, prevalencia, carga parasitaria, riesgo biológico.

## SUMMARY

The investigation was conducted in Cerrón Grande Reservoir, Atiocoyo Irrigation District and Lake Ilopango, between October 2017 and September 2018. 196 tilapia and 50 cormorants were examined, collecting every 30 days. The tilapias are fished with cast nets, hooks and gillnets, examining thoroughly all the organs and adjacencies, for the muscular tissues the compression technique is used, and they are seen directly with ultraviolet light. The cormorants were captured with a compressed air rifle, the necropsy was in situ, extracting the digestive system; the parasites were fixed with 10% formaldehyde, clarification with Blue-Cotton Lactophenol and conservation with ethyl alcohol 70%; The parasites were identified by microscope and stereoscope.

In tilapia, parasites were not reported viscerally or muscularly, but in Cormorants 1,014 nematodes of the *Contracaecum* genus were identified mostly in the stomach; showed a prevalence of 78% and a parasitic load of 26, the Chi square test with  $P > 0.05$  found no relationship between the islands under study with a value of 2.53, likewise, there is no correlation  $r = 0.28$  between the variables in the Island the lioness 2, in the same way in the Island Trinidad with a correlation coefficient  $r = 0.33$ .

It is concluded that there is no biological relationship of *Contracaecum* sp between tilapia and Cormorants. The consumption of tilapia from the study areas does not affect public health, however, Cormorants remain a biological risk to other fish of commercial interest or be consumed directly by the human.

**KEYWORDS:** *Contracaecum* sp, Cormorant, tilapia, Blue- Cotton Lactophenol, prevalence, parasitic charge, biological risk.



## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de El Salvador y sus docentes por su enseñanza excepcional y compartir sus conocimientos y experiencias hacia las nuevas generaciones.

A mi asesor de tesis por ser mi guía y apoyarme en este proceso.

Al Departamento de Zootecnia por el préstamo del laboratorio de ELISA y de su instrumental.

A CENDEPESCA: Lic. Jazmín Cárdenas y Lic. Numa Hernández por apoyar el proyecto y brindarme transporte y la donación de algunas muestras de forma incondicional.

A ISCOS: Lic. Luis Henríquez por su tiempo y facilitar el proceso para la captura de los Cormoranes.

A MARN: Lic. Luis Pineda por permitir acceder al control del pato Chancho para extraer las muestras y por el apoyo brindado.

**¡GRACIAS!**

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso por amarme y haberme permitido emprender este camino lleno de desafíos y logros y culminándolo con gran emoción.

A mis padres Patricia Ivonne Hernández de Iraheta, Mario Antonio Iraheta Pérez, y hermanos Ana, Mario y Andrea, gracias por darme el regalo de la vida y apoyarme en todo el transcurso de mi formación académica.

A mi abuela Rosa Consuelo Pérez y mi tía Rosa María y familia por apoyarme y estar pendiente de mí siempre.

A Elmer Morán quien me apoyo de manera extraordinaria en mis momentos difíciles.

A Daniel Rivera que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, y a mis amigos en general que aportaron un granito de arena en este mar de sueños.

A Walter Rivera por su cariño incondicional y enseñarme a superar mis mayores obstáculos de una manera increíble y ser mi apoyo en el final de este gran reto.

A todas las personas que apoyaron mi negocio para que yo pudiera terminar mis estudios.

**Patricia Isabel Iraheta Hernández**

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	2
<b>2.1 Tilapias</b> .....	2
2.1.1 Generalidades .....	2
2.1.2 Hábitos alimenticios.....	3
2.1.3 Anatomía .....	3
2.1.4 Sistemas de producción .....	3
2.1.5 Sanidad .....	4
2.1.6 Infestación de nematodos en peces .....	4
<b>2.2 Cormorán Neotropical (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>)</b> .....	4
2.2.1 Generalidades .....	4
2.2.2 Hábitos alimenticios.....	5
2.2.3 Anatomía .....	5
2.2.4 Infestación de nematodos en aves .....	6
2.2.5 Riesgo potencial para la explotación acuícola .....	6
<b>2.3 <i>Contracaecum</i> sp</b> .....	6
2.3.1 Generalidades .....	6
2.3.2 Características morfológicas.....	8
2.3.3 Ciclo biológico .....	8
2.3.4 Comportamiento epidemiológico.....	9
2.3.5 Patología .....	9
2.3.6 Signos clínicos y lesiones en el hospedador.....	9
2.3.7 Detección de nematodos .....	10
2.3.8 Tratamiento .....	10
2.3.9 Importancia en la salud publica .....	11
2.3.10 Contaminación del agua .....	12
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....	12
<b>3.1 Descripción del estudio</b> .....	12
<b>3.2 Metodología de campo</b> .....	13
3.2.1 Muestreo de Tilapias .....	13
3.2.2 Muestreo de los Cormoranes.....	14

<b>3.3</b>	<b>Metodología de laboratorio</b> .....	<b>15</b>
3.3.1	Diagnóstico parasitológico de nematodos en tilapias.....	15
3.3.2	Diagnóstico parasitológico de nematodos en Cormoranes .....	15
<b>3.4</b>	<b>Metodología estadística</b> .....	<b>16</b>
3.4.1	Parámetros morfométricos.....	16
3.4.2	Parámetros epidemiológicos.....	16
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Contracaecum</i> sp en tilapias</b> .....	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Comportamiento en Cormoranes</b> .....	<b>19</b>
4.2.1	Parámetros morfométricos.....	19
<b>4.3</b>	<b>Parasitismo por <i>Contracaecum</i> sp.</b> .....	<b>21</b>
<b>4.4</b>	<b>Parámetros epidemiológicos</b> .....	<b>22</b>
4.4.1	Prevalencia y carga parasitaria media de los Cormoranes .....	22
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>25</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>26</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>33</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

Tabla 1. Registros morfométricos de tilapias del Cerrón Grande .....	18
Tabla 2. Registro morfométrico de tilapias del Lago de Ilopango. ....	18
Tabla 3. Registro morfométrico de las tilapias del Distrito de Riego Atiocoyo Sur.....	18
Tabla 4. Carga Parasitaria de Cormoranes de las islas Leona 2 y Trinidad. ....	22
Tabla 5. Prevalencia y Carga parasitaria media del embalse Cerrón Grande .....	23
Cuadro 1. Descripción taxonómica de la tilapia.....	2
Cuadro 2. Criterios para la tasa de infestación parasitaria. ....	36
Cuadro 3. Análisis de correlación entre el lugar y la cantidad de parásitos adultos.....	36
Cuadro 4. Análisis de correlación entre el peso y estadio larvario.....	36
Cuadro 5. Análisis de correlación entre la talla y parásitos adultos por lugar. ....	36
Cuadro 6. Análisis de correlación entre talla y estadios larvarios .....	36
Cuadro 7. Análisis de correlación entre el peso, el lugar y parásitos adultos. ....	36
Cuadro 8. Análisis de correlación entre peso y estado larvario. ....	37
Cuadro 9. Análisis de correlación entre talla y parásitos adultos.....	37
Cuadro 10. Análisis de correlación entre la talla y el estado larvario.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico <i>Contracaecum</i> .....	8
Figura 2. Búsqueda de parásitos al estereoscopio.....	15
Figura 3. Estómago de Cormorán con parásitos en su interior.....	15
Figura 4. Descripción morfométrica de los Cormoranes de isla Leona 2.....	19
Figura 5. Descripción morfométrica de los Cormorán de la isla Trinidad.....	20
Figura 6. Larva de <i>Contracaecum</i> sp en el microscopio estereoscopio.....	21
Figura 7. Tamaño máximo encontrado de <i>Contracaecum</i> sp. ....	21
Figura 8. Estadio adulto de <i>Contracaecum</i> sp.....	21
Figura 9. Parte inferior de <i>Contracaecum</i> sp del macho. ....	21
Figura 10. Prevalencia de <i>Contracaecum</i> sp .....	23
Figura 11. Carga parasitaria <i>Contracaecum</i> sp.....	24

Figura A 1. Ninfa acuática en el Cerrón Grande.....	33
Figura A 2. Mapa de ubicación de Lago de Ilopango, Cerrón Grande, D. R. Atiocoyo Sur ....	33
Figura A 3. Humedal Embalse Cerrón Grande.....	33
Figura A 4. Granja CENDEPESCA Atiocoyo Sur. ....	33
Figura A 5. Jaulas flotantes en Lago de Ilopango. ....	34
Figura A 6. Recepción de muestras de tilapia. ....	34
Figura A 7. Captura de Cormorán en Cerrón Grande.....	34
Figura A 8. Proceso de extracción de muestra de Cormoranes. ....	34
Figura A 9. Procesamiento de muestras de tilapia en laboratorio. ....	35
Figura A 10. Conteo de nematodos de Cormoranes. ....	35
Figura A 11. Observación de <i>Contracaecum</i> sp al microscopio. ....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Prueba Chi Cuadrado .....	37
Anexo 2. Hoja de registro de fase de campo .....	38
Anexo 3. Protocolo de necropsia en aves .....	39
Anexo 4. Protocolo de necropsia en peces .....	40
Anexo 5. Tabla de necropsia para Cormoranes .....	41
Anexo 6. Tablas de necropsia para tilapias.....	42
Anexo 7. Claves taxonómicas para nematodos en estado larvario Vidal et al. 2001 .....	45
Anexo 8. Permiso de recolecta científico otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).....	46

## 1. INTRODUCCIÓN

El Cormorán en el país, ha incrementado sus poblaciones principalmente en embalse Cerrón Grande, sitio RAMSAR y mayor cuerpo de agua dulce en el país, situado en el tramo medio del río Lempa, los hábitos alimenticios de esta especie afectan de manera significativa la pesca al competir con los pescadores por este recurso (ADEL-FIAES, 2013).

El Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) en 2006, menciona que la pesca artesanal en el embalse Cerrón Grande genera una producción anual superando 1.5 millones de kilogramos, convirtiéndola en el rubro económico más importante de la zona, aún mayor que la agricultura, generando empleo a más de ocho mil pescadores, quienes consideran al Cormorán una amenaza en la pesca local, ya que el consumo de peces es tan alto que provoca serias pérdidas económicas en el sector.

Según cita el Fondo de la Iniciativa para las Américas (ADEL-FIAES, 2014) estudios en el Cerrón Grande con respecto al consumo del Cormorán, entrevistaron a la población ribereña que realizan la pesca, afirman que el mayor impedimento al consumir esta especie, es la presencia de parásitos vermiformes en las vísceras, y el mal olor en el proceso de cocción; así mismo Álvarez y Ríos (1999) cita que este ejemplar forma parte del ciclo de vida como hospedador definitivo del parásito *Contracaecum* sp, nematodo de la familia *Anisakidae*.

Cada año se diagnostican en el mundo más de 2,000 casos de infestación humana, lamentablemente la mayoría de las reacciones alérgicas no son diagnosticadas. En numerosas especies de peces, cefalópodos y crustáceos comercialmente importantes, se ha encontrado una prevalencia muy elevada de larvas de anisakidos (OIE, 2013), razón por la cual, el hombre se infesta accidentalmente cuando ingieren mariscos crudos o poco cocidos (sushi, sashimi, ceviche), así como ahumados, semiconservas, salazón, pescado seco o en vinagre que contienen larvas del parásito (Cordero *et al.* 2002).

La finalidad de esta investigación tuvo como objetivo principal estimar la prevalencia y los niveles de infestación del nematodo *Contracaecum* sp en las tilapias y en los Cormoranes en estudio.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Tilapias

#### 2.1.1 Generalidades

Actualmente se cultivan diez especies de tilapia en el mundo, las principales son *O. aureus*, *O. niloticus*, y *O. mossambicus*, poseen características favorables como fácil adaptación en altas densidades poblacionales expuestos a diferentes factores físicos y químicos, resistencia a enfermedades, alcanzan buenos niveles de reproducción, pesos de 1 a 1.5 libras en un periodo de 6 a 9 meses en sistemas de producción comercial y puede vivir más de 10 años llegando a pesar alrededor de 10 libras (MAG, 2001).

En El Salvador en el año 1970, se introdujo la tilapia *Oreochromis niloticus* y el guapote *Parachromis managuensis* con el objeto de mejorar la producción pesquera y desarrollar la acuicultura continental, y luego en el año 1980, se introdujeron la carpa china *Cyprinus carpio*, *Aristyctys nobilis* y *Hipophthalmichthys molitrix*. CENDEPESCA y los gobiernos municipales de la ribera del embalse Cerrón Grande, realizan siembras periódicas de alevines de guapote y tilapia para mejorar la producción pesquera del humedal (JICA, 2002).

Según la descripción de Mohammed *et al.* (2015) las tilapias se clasifican taxonómicamente en:

**Cuadro 1. Descripción taxonómica de la tilapia**

<b>Reino</b>	<i>Animalia</i>
<b>Phyllum</b>	<i>Chordata</i>
<b>Subphylum</b>	<i>Craneata</i>
<b>Superclase</b>	<i>Gnathostomata</i>
<b>Serie</b>	<i>Pisces</i>
<b>Clase</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Orden</b>	<i>Perciformes</i>
<b>Suborden</b>	<i>Percoidei</i>
<b>Familia</b>	<i>Cichlidae</i>
<b>Género</b>	<i>Oreochromis</i>
<b>Especie</b>	a) <i>aureus</i> b) <i>niloticus</i> c) <i>mossambicus</i> d) <i>urolepis hornorum</i>



### **2.1.2 Hábitos alimenticios**

Se clasifican como omnívoras por presentar mayor diversidad en los alimentos que ingiere, variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton. Son peces provistos de branquiespinas que filtran el agua para obtener su alimentación consistiendo en algas y otros organismos acuáticos microscópicos (MAG, 2001).

También pueden utilizarse alimentos suplementarios, como raciones de concentrados comerciales, salvado de arroz, desechos de cocina (no procesados), tortas de semillas oleaginosas, y otros productos y desechos agrícolas, sin embargo, el alimento suplementario no es nutricionalmente completo y no permite un buen crecimiento si el alimento natural está totalmente ausente, estos son utilizados en sistemas de cultivo intensivo (FAO, 2018).

### **2.1.3 Anatomía**

Poseen un cuerpo moderadamente aplanado y afilado en la zona de la cola, se caracteriza por tener líneas verticales en los lados, aletas pares e impares, las pares corresponden a las patas de los animales terrestres siendo cuatro, dos pectorales situadas detrás de los opérculos y dos pelvianas encontradas después de las pectorales, mientras que las aletas impares son la aleta dorsal, y anal, el sistema digestivo está compuesto por boca, faringe la cual esta perforada lateralmente por arcos branquiales, estómago, hígado y páncreas, el sistema reproductor está formado por sacos cuya parte interior nacen los huevos o esperma, generalmente las tilapias presentan una madurez sexual temprana de 8 a 10 semanas con tamaños que rondan los 12 cm, las hembras desovan realizando de 4 a 5 veces en un año alrededor de 200 a 2000 huevos por postura (CENDEPESCA, 2001).

### **2.1.4 Sistemas de producción**

La tilapia se produce en países tropicales y subtropicales, por tener temperaturas favorables para su crecimiento (31° y 36° C), pues prefieren vivir en aguas superficiales, con gran adaptabilidad en aguas dulces y salobres, ya sea estanques de tierra artificiales, cuerpos de agua naturales y en jaulas flotantes (FAO, 2017).

Los sistemas de cultivo más utilizados son el extensivo, semi-intensivo, intensivo y súper intensivo. El sistema extensivo se caracteriza por el poco control del medio acuático, además de la baja calidad del agua y alimento suministrado. En el semi-intensivo se utiliza alimento no completo, por ejemplo, en los estanques de tierra. El sistema intensivo posee un control

total de todos los recursos, alimento completo, aireación artificial, y la ventaja de este es que se puede utilizar en estanques de tierra, de concreto o en jaulas flotantes. En el súper-intensivo los estanques generalmente son de concreto, densidades de siembra más altas que el intensivo, aireadores mecánicos y recambios diarios de agua, se suministra alimento completo con un porcentaje alto de proteína (Saavedra, 2006).

### **2.1.5 Sanidad**

Saavedra (2006) menciona que, al mantener a los peces en un sistema de cultivo artificial, pueden generarse alteraciones en el sistema inmunológico de los mismos, apareciendo enfermedades por malas condiciones ambientales si las hubiere en la especie en cultivo además de posibles agentes que pudieran atacarlos, aunque la tilapia es una especie muy resistente a enfermedades es probable que puedan presentarse problemas de orden sanitario.

### **2.1.6 Infestación de nematodos en peces**

El parasitismo en peces de interés comercial y acuícola es un fenómeno muy común según Rello (2004) hoy en día se conocen muchas parasitosis que comprometen la salud de los peces, alteran su condición corporal, reduciendo la fecundidad y el crecimiento de estos, haciéndolos más susceptibles a la depredación con un aumento de la mortalidad, para diagnosticarlo, se realizan técnicas para la detección de nematodos en peces mediante una necropsia que consiste en la apertura de la cavidad visceral y la exposición de los órganos, haciendo una incisión ventral comenzando en la región del ano prolongándola hasta la región anterior, luego se revierten las paredes laterales de la cavidad visceral, posteriormente se exponen los órganos internos observando si hay presencia de parásitos adheridos a la superficie y en su interior, finalizando con el retiro de los órganos de interés, para luego extraer los nematodos si los hubiere conservándolos en formol al 5% o Alcohol etílico al 70% (Tomas *et al.* 2011).

## **2.2 Cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*)**

### **2.2.1 Generalidades**

Ave acuática con un peso corporal entre 1.8 a 2.0 kg, mide de 58 a 73 cm de largo, y la envergadura promedio es de 95 cm, posee una cola larga, piel amarillenta, oscura alrededor del pico, plumaje negro brillante y en la base del pico un color café amarillo que cubre la bolsa gular, con una terminación angulosa (semi-puntiaguda) detrás de las comisuras del pico (Cifuentes y Ruiz, 2009)

Los individuos de más de un año tienen en la corona y partes superiores una mezcla variable de café oscuro y negro poco brillante con pecho de color café oscuro, plumas blanquecinas del cuello reducidas e iris verde. Los individuos de más de dos años tienen corona, partes superiores y pecho uniformemente negro con brillo purpúreo, plumas de manto, plumas ornamentales blanquecinas del cuello relativamente extensas (Pyle *et al.* 1987). Según Peña y Quirama (2014) tanto la hembra como el macho comparten la tarea de empollar los huevos y los pichones nacen cuando comienza el verano.

Es una especie ampliamente distribuida en la región neotropical, a lo largo de los trópicos y subtropicos americanos, desde las costas californianas de los Estados Unidos al sur a través de México, Centroamérica y en América del Sur; también se ha encontrado en las Bahamas, Cuba y Trinidad. El hábitat de estas aves son lugares de agua dulce y salada, templadas y frías, en costas, ríos, lagos y zonas pantanosas (Herrera, 2015).

Está ubicada taxonómicamente en el Reino *Animalia*, Filo *Chordata*, Clase *Aves* Orden *Pelecaniformes*, Familia *Phalacrocoracidae*, Género *Phalacrocorax*, Especie *brasilianus*. (Peña y Quirama, 2014).

### **2.2.2 Hábitos alimenticios**

Se encuentran en una amplia variedad de cuerpos de agua dulce, en humedales costeros, en ambientes salobres y marinos, donde se alimenta buceando y persiguiendo a los peces, los que constituyen su presa principal, no obstante, también depreda sobre pequeños crustáceos, insectos y anfibios, puede vivir en grupos familiares o formando comunidades de varios centenares, inconfundible su vuelo en forma de V y tomar el sol con las alas extendidas (Álvarez y Ríos, 1999).

### **2.2.3 Anatomía**

Presenta una particularidad anatómica en el aparato digestivo, es la ausencia de buche (diferente a las aves domésticas), presentan solo un pequeño proventrículo o estomago verdadero, un intestino delgado común, el intestino grueso es muy corto, y el ciego está poco desarrollado por lo que el tránsito digestivo es rápido, la actividad de la flora intestinal reducida, el macho tiene dos testículos endórganos (internos), vasos deferentes que se conectan a la cloaca y un órgano copulador bastante diferenciado que consta de un falo (pene) bien desarrollado, el aparato reproductor de la hembra está constituido por ovarios, el oviducto formado por el infundíbulo, magno, istmo, útero y vagina (Avilés y Camiruga, 2006).

#### **2.2.4 Infestación de nematodos en aves**

Es común que las aves silvestres estén parasitadas, por ello se deben realizar técnicas de necropsias para evidenciar su condición, realizándose así, de acuerdo a la técnica de necropsia propuesta por Work (2000), que consiste en retirar las plumas para incidir en la línea central, inspeccionar y extraer los órganos de interés, determinando anomalías si las hubiese. Para la extracción de los parásitos debe buscarse la unión del estómago glandular y el esófago realizando un corte transversal, de igual forma a la cloaca mediante el uso de una pinza, luego se realiza un corte longitudinal disponiendo el intestino en forma de “U invertida” para la visualización de la mucosa intestinal y determinar presencia o ausencia de parásitos, los helmintos encontrados se conservan en frascos con formol al 5% (Tarazona, 1971).

#### **2.2.5 Riesgo potencial para la explotación acuícola**

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2011) los Cormoranes se han reproducido de manera descontrolada, con una población estimada de 30.000, estimaciones recientes en abril de 2018, se calculó un promedio de 60.000, convirtiéndose en una amenaza potencial por el hábito de alimentación de estas aves, estimando que cada adulto consume 325 gramos de pescado al día, por esto se consideran grandes depredadores, pero según Vega (2009) afirma que el consumo de pescado por cada individuo es de 48.32 gr.

### **2.3 *Contracaecum* sp.**

#### **2.3.1 Generalidades**

El género *Contracaecum* fue descubierto por Railliet y Henry en 1912 citado por Yamaguti (1961), representado por 64 especies distribuidas en todo el mundo, las cuales 17 han sido registradas en América; las larvas del nematodo se encuentran en peces teleósteos y en cefalópodos en todo el mundo, y la infestación en humanos se puede presentar por el consumo de pescado crudo o poco cocinado. El primer caso de parasitismo fue en Holanda afinales del siglo XIX y a mitad del siglo XX, en el año 1960 según Pereira (1992) desde entonces se han registrado cientos casos en el mundo.

Amato *et al.* (2006) encontró el parásito *Contracaecum rudolphi* en el sur de Brasil, en el proventrículo en estados larvarios de L3 y L4 con una prevalencia del 100% en 47 Cormoranes en el lago de Guaíba formando granulomas eosinofílicos, siendo el primer

registro en este país. Por otra parte, Consuegra (2009), expresa que, en Colombia, obtuvo una prevalencia de anisakidos en peces y aves piscívoras del 79.62% y 96% respectivamente basados en la morfología los nematodos aislados fueron del género *Contracaecum* sp correspondientes a L3 en peces, L3, L4 y adultos en *Phalacrocorax* sp y en la Garza blanca, con mayor intensidad parasitaria en la primera especie.

Según estudios de Torres *et al.* (2010) en 40 Cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*), se encontraron 144 nematodos del género *Contracaecum*, detallando que un 49.3% de las hembras adultas se encontraron grávidas en el verano. Hamann (1999) en Chile, demostró que el ambiente estacional no refleja una variabilidad en cuanto a la infestación de parásitos en los peces, pero observó un decrecimiento en la intensidad de infestación en el verano; manifestando la importancia de su aparición como bioindicadores potenciales. Por otro lado, Garbín *et al.* (2014) hicieron estudios en *Phalacrocorax* parasitados con nematodos del género *Contracaecum*, el sitio anatómico de infestación fue el estómago, con una prevalencia del 100%, e intensidad media de 18 adultos y 88 especímenes en estadio larvario.

En El Salvador, Pacheco *et al.* (2015) encontró 642 nematodos en 41 Cormoranes en el Rio Titihuapa, el nematodo fue identificado como *Contracaecum rudolphii* que es el que más comúnmente parasita a las aves acuáticas. Alvarado (2016) encontró solo 1 nematodo en el hígado de 1 tilapia en el embalse Cerrón Grande un el estudio de monitoreo de parásitos en varias especies de peces cultivadas y cosechadas en esa zona.

Se clasifica taxonómicamente dentro del Reino *Animalia*, Filo *Nemata* Clase *Secernetea* Orden *Ascaridida*, del Phylum *Nemathelminthes*, Familia *Anisakidae*, Género *Contracaecum* (Cordero *et al.* 2002). Entre las especies de *Contracaecum* descritas por Olivero y Baldiris (2008) están: *Contracaecum eudyptulae*, *Contracaecum margolisi*, *Contracaecum microcephalum*, *Contracaecum micropapillatum*, *Contracaecum miroungae*, *Contracaecum multipapillatum*, *Contracaecum ogmorhini*, *Contracaecum osculatum*, *Contracaecum osculatum baicalensis*, *Contracaecum radiatum*, *Contracaecum rudolphii*, *Contracaecum septentrionale*, *Contracaecum spiculigerum*, *Contracaecum cf. Spiculigerum*, *Contracaecum* sp. CoA1, *Contracaecum* sp.

### 2.3.2 Características morfológicas

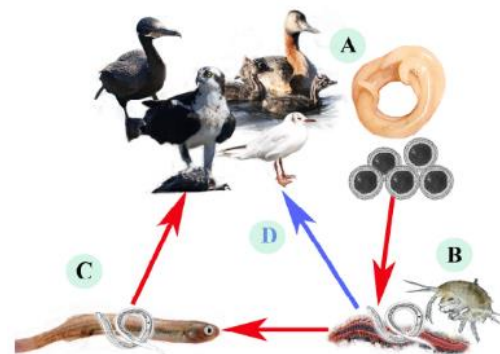
El cuerpo es cilíndrico, alargado, sin segmentación y puntiagudo en los extremos, también poseen cutícula gruesa marcada por estriaciones finas transversales, un sistema nervioso rudimentario, destacándose un anillo nervioso situado en el tercio anterior del parásito, es visible al realizar técnicas de aclaración, por lo general la larva de *Contraecaecum* es de color blanquecino y miden entre 4 y 16 mm según Cordero *et al.* (2002).

Olivero y Baldiris (2008) expresa que este nematodo puede llegar a medir de 20 a 32 mm, en el extremo anterior poseen un diente cuticular cónico y ligeramente romo, posterior a este se abre el poro excretor, posee tres labios que rodean la boca en forma de ranura transversal, el tubo digestivo es completo compuesto por boca, esófago, intestino y ano. Tiene un ventrículo pequeño y esférico, un apéndice ventricular aproximadamente de la misma longitud que el esófago, y un ciego intestinal de menor tamaño (la mitad del apéndice ventricular), con una cola cónica que termina en punta roma y sin mucrón. Los huevos son elipsoidales, tiene cascara gruesa, miden aproximadamente 46-58 x 41-53 micrómetros y no están embrionados cuando son eliminados al agua con las heces del hospedador definitivo.

### 2.3.3 Ciclo biológico

El ciclo de vida es indirecto, cuyos hospedadores definitivos son aves piscívoras, en estas la hembra inicia su ovoposición, los huevos son eliminados hacia el medio acuático junto con las materias fecales de las aves, evolucionan en cinco estadios y cuatro mudas para desarrollar y formar una larva de primer estadio (L1) y segundo estadio (L2). Después de la eclosión, la larva es ingerida por pequeños crustáceos principalmente eufáusidos planctónicos, copépodos o peces (hospedadores intermediarios) para transformarse en larva de tercer estadio (L3).

El estadio adulto se desarrolla en el hospedador definitivo cuando las aves piscívoras consumen peces conteniendo el estadio infectivo (Valles, 2011). Las aves pueden albergar L3, L4 y adultos inmaduros y sexualmente maduros en el estómago después de la ingestión con especímenes infectados (Cordero *et al.* 2002). El incremento del número de estadios



**Figura 1. Ciclo biológico *Contraecaecum***

A) Liberación de huevos C. Adulto. B) Ingestión por copépodos. C) Ingestión por peces. D) Ingestión por Cormoranes. Fuente: Oyarzún *et al.* (2016)

infectantes es importante en las enfermedades parasitarias de aparición estacional, y aunque tiene mayor interés en zonas de grandes variaciones climáticas, también, se pueden observar en zonas con menores oscilaciones en climas tales como los trópicos húmedos. Bajo condiciones adversas para el desarrollo y supervivencia de las fases de vida libre, las larvas de éstos nematodo pueden interrumpir su desarrollo mediante el mecanismo de hipobiosis generando así mayor éxito reproductivo (Urquhart *et al.* 2001).

#### **2.3.4 Comportamiento epidemiológico**

La abundancia de las larvas en los peces puede variar en una misma zona y en la misma especie hospedadora a lo largo del tiempo, probablemente a diferencias en la distribución geográfica de los hospedadores y a cambios en las poblaciones de una o más especies de hospedadores intermediarios (Cordero *et al.* 2002). En el pacífico, las larvas de estos nematodos son frecuentes en numerosas especies de peces capturados tanto en costas asiáticas como americanas. Las larvas halladas en peces de estanques, lagos y ríos seguramente han sido introducidas con cebos o restos de peces marinos y transferidos de unos peces a otros por depredación (Herrera, 2015).

#### **2.3.5 Patología**

La migración de las larvas de *Contracaecum* puede causar alteraciones tisulares en casi todos los órganos (piel, músculos, viseras o cavidad peritoneal), siendo un grave problema en la salud pública cuando el pez parasitado es ingerido crudo o mal cocinado por el hombre, ocasionando *larvas migrans*. La mayoría de los problemas zoonóticos se deben a infestaciones de peces de vida libre, y raramente por peces cultivados (Cordero *et al.* 2002).

#### **2.3.6 Signos clínicos y lesiones en el hospedador**

Jiménez (1988) presenta la infestación por *Contracaecum* sp como la única enfermedad causada por anisakidos en la tilapia, encontrándose enquistada en el mesenterio, hígado, bazo, musculatura e intestino, cuyos signos clínicos que pueden observarse son la pérdida del apetito, disminución de peso y crecimiento. Asimismo, Cordero *et al.* (2002) explica que las larvas permanecen en los tejidos de los peces dando un aspecto esponjoso en el musculo provocando repugnancia al consumidor; también Urquhart *et al.* (2001), menciona que los nematodos suelen encontrarse en el interior adoptando una forma enrollada. Oyarzún *et al.* (2016), manifiesta que el Cormorán es el principal hospedador de este nematodo, presentando daños patológicos en el sistema digestivo.

### **2.3.7 Detección de nematodos**

En los Cormoranes se puede realizar el diagnóstico parasitario mediante coprología para identificar los huevos de los parásitos en el tracto digestivo; post mortem, pueden identificarse ejemplares adultos y larvas mediante preparaciones en fresco o en cortes histológicos. Los principales criterios empleados para ello son: dimensiones, estructura externa e interna de las extremidades cefálica y caudal, posición del poro excretor y estructura de la zona de transición entre el esófago y el intestino (Cordero *et al.*, 2002). Actualmente, la ultramicroscopía y los métodos inmunológicos, así como las técnicas de biología molecular son también esenciales (Galeano, 2017)

Es importante considerar las diferencias entre géneros más comunes de anisákidos, estos presentan algunas diferencias morfológicas como lo señala Pereira (1997), expresa que el *Anisakis* sp presenta un ventrículo oblongo o cilíndrico y no hay apéndice ventricular ni ciego intestinal. Las especies de *Pseudoterranova* presentan un ventrículo y ciego intestinal, dirigido hacia el extremo anterior del cuerpo y un ciego intestinal anterior del cuerpo. En el tubo digestivo las de *Contraecaecum* sp están presentes un ventrículo, un apéndice ventricular dirigido hacia el extremo posterior del cuerpo y un ciego intestinal anterior. La diferenciación específica de las L3 presentes en los peces es más complicada, ya que solo unos pocos caracteres utilizados en adultos están presentes en ellas. La diferencia principal entre los estadios larvarios y los adultos está determinada por el desarrollo del sistema reproductor, claramente visible en estos últimos (Berland, 1989).

### **2.3.8 Tratamiento**

Cordero *et al.* (2002) señala que los antihelmínticos utilizados en los últimos años para el control de nematodos enquistados, fue el clorhidrato de Levamisol, en baño prolongado 10 mg/L, en el pienso (2.5-10 mg/Kg de peso vivo al día, durante 7 días). Para los nematodos no enquistados del tracto digestivo se aconseja Febendazol en baño prolongado (2mg/L, una vez a la semana, durante 3 semanas consecutivas) o en el pienso (25 mg/Kg de peso vivo, una vez por semana, durante 2 semanas) y también el sulfato de Piperizina, en el pienso (10 mg/Kg de peso vivo al día durante 3 días). En Cormoranes se ha utilizado Febendazol, Levamisol, y sales de Piperazina para el control de nematodos adultos.



### 2.3.9 Importancia en la salud pública

La anisakidosis es considerada una enfermedad zoonótica de interés mundial con un aumento en la prevalencia en las últimas dos décadas. El primer caso de esta enfermedad fue reportado en los países bajos en 1960. En la actualidad, 33,747 casos similares han sido reportados en 27 países, que incluyen Alemania, Francia, España, Estados Unidos, Canadá, Chile, Nueva Zelandia y algunos países de Asia (Rello *et al.* 2004). Lamentablemente no hay estudios registrados en humanos de esta enfermedad en El Salvador. La enfermedad se divide en gástrica e intestinal, caracterizándose por la aparición de dolor abdominal agudo, náuseas, vómitos, fiebre y diarrea, síntomas inespecíficos que hacen que se pueda confundir con otros procesos, el potencial alergénico de algunas proteínas de los podría producir además de los síntomas gástricos, episodios de hipersensibilidad de gravedad variable en personas susceptibles tras la ingestión de peces parasitados (Puccio *et al.* 2008).

Según la guía mejor control para alimentos más seguros, BTSF (Gramm, 2014) la inspección en los puestos fronterizos y aeropuertos por parte de la Comisión Europea manifiesta que el parásito más encontrado en las tilapias es el *Contracaecum* sp, también llamado "gusano de la tilapia". De igual manera Michel (1989), autor de Pathology of tilapias, menciona que el género *Contracaecum* es el miembro de la familia *Anisakidae* más común que parasitan a estos cíclidos, y que tiene importancia zoonótica al ser ingerido por los humanos.

Las medidas de prevención de este parásito en peces de aguas afluentes, se vuelven difíciles ya que existen factores ecológicos que escapan del control humano, tales como la amplia extensión de los cuerpos de agua y la presencia de aves ictiófagas como hospedadores definitivos. Caso contrario, se aborda en explotaciones comerciales de tilapia, por ser áreas más reducidas de cuerpos de agua pueden utilizarse redes adecuadas para impedir el acceso de las aves ictiófagas, disminuyendo el riesgo de transmisión del parásito (Valles, 2011).

Con relación a la salud pública, el mejor método de prevención de la anisakidosis es evitar el consumo de pescado crudo o insuficientemente cocido; en el caso de aquellos países donde se consume pescado crudo, o ligeramente salado o ahumado, de forma habitual, una alternativa es la congelación a temperaturas de -18°C y -20°C en 2-3 horas respectivamente. Respecto a los países donde se consume el pescado cocido o frito se menciona que esta parasitosis prácticamente no existe, dado que las larvas en el tejido muscular mueren rápidamente (5-10 minutos) a temperatura superior a 60° C (Leyva, 2006).

### 2.3.10 Contaminación del agua

El embalse Cerrón Grande, suministrado por el río Lempa, desarrolla la ninfa acuática (*Eichornia crassipes*) en el verano disminuyendo los niveles de oxígeno disuelto (Figura A1), provocando un crecimiento acelerado por la contaminación del agua, comprometiendo los requerimientos de oxígeno de los peces. El lago de Ilopango es abastecido por el río Chaguíte, en el cual no está excepto de contaminación, ni de contaminantes tóxicos y de metales pesados, probablemente como lo menciona Blanaar *et al.* (2009) en un estudio sobre la contaminación y parasitismo en animales acuáticos, utilizaron pesticidas, hidrocarburos, aguas residuales, metales pesados, etc. para evaluar la resistencia de los parásitos en medios contaminados, en las interacciones parásito/contaminante comprobó que entre mayor contaminación el parasitismo decrece.

Por otra parte, el Distrito de Riego Atiocoyo Sur, es abastecido por el Río Sucio, según estudios realizados por MARN, la subcuenca en San Pablo Tacachico, tiene una superficie de contaminación del 88%, producida por las descargas de aguas negras, agroindustriales e industriales (SNET, 2002). Según la revista Aquahoy (2007) los productores de tilapia manifiestan que los peces están muriendo debido al agua contaminada, además de la presencia del Cormorán, ya que en los estanques de tierra es más fácil la depredación.

## 3. MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Descripción del estudio

El estudio se realizó en tres zonas geográficas relacionados a la pesca artesanal y explotación de tilapias en El Salvador, con presencia del Cormorán, tal como se describe a continuación:

- a. *Embalse Cerrón Grande*, ubicado sobre el Río Lempa, entre los departamentos de Cuscatlán, Chalatenango, Cabañas y San Salvador; con una superficie de 135 km<sup>2</sup>, y una altitud media de 240 m.s.n.m., con rangos de temperaturas promedio de 21° C - 24.2° C (Grupo Cel, 2015).
- b. *Distrito de riego Atiocoyo Sur*, ubicado en San Pablo Tacachico, La Libertad, a 306 m.s.n.m., con las siguientes coordenadas 13°59'00" N 89°20'00" O (MAG, 2016).
- c. *Lago de Ilopango*, ubicado entre los Departamentos de San Salvador, Cuscatlán y La Paz, con una superficie de 72 km<sup>2</sup> y una profundidad de 230 m. Se sitúa a una altitud de 440 m.s.n.m., con las siguientes coordenadas geográficas 13°40'00"N 89°03'00"O (EcuRed, 2017) (Figura A2).

## 3.2 Metodología de campo

### 3.2.1 Muestreo de Tilapias

Se recolectaron 196 tilapias, divididas en las tres zonas en estudio, con un total de muestras de  $n=76$  tilapias para el embalse Cerrón Grande debido a su dimensión en cuerpo de agua, en Distrito de Riego Atiocoyo sur con  $n=60$  especímenes, y de igual forma el lago de Ilopango con un total de  $n=60$  muestras. La fase de campo tuvo una duración de cuatro meses desde febrero hasta mayo de 2018.

En embalse Cerrón Grande, se llevó a cabo pesca artesanal, realizando un muestreo preliminar en el sector de Suchitoto cercano a la Isla Trinidad ( $N013^{\circ}56'22''$   $O088^{\circ}54'5''$ ) con ayuda de un pescador para descartar la probabilidad de que las heces de los Cormoranes muestreados contaminaran parasitológicamente el sitio, se utilizaron atarrayas, trasmallos y anzuelos en los cuatro sitios de muestreo: Isla Los Cabros ( $N14^{\circ}03'46.0''$   $E089^{\circ}06'03.6''$ ), Isla Chacalingo ( $N14^{\circ}02'41.8''$   $E089^{\circ}05'36.6''$ ), Plan de Colima ( $N14^{\circ}03'07.4''$   $E089^{\circ}06'16.6''$ ) y en el Cantón Santa Barbara municipio El Paraíso en el departamento de Chalatenango ( $N14^{\circ}4'0.12''$   $E89^{\circ}6'0''$ ), se hicieron un total de 8 muestreos de 19 especímenes cada 15 días por cuatro meses, recolectándose 76 tilapias con tallas 15 cm a 30 cm de largo (Figura A3).

En Distrito de Riego Atiocoyo Sur, se cuenta con una red de canales que distribuye agua hacia cultivos, ganaderías, y estanques de tierra para explotación comercial de tilapias; en esta zona se designaron tres sitios de muestreo, Granja 1 ubicada en el canal 4, Granja 2 en el canal 5 Caserío Las Pavas, y en CENDEPESCA Atiocoyo Sur ( $N14^{\circ}0'14.285''$   $O89^{\circ}17'36.826''$ ) la suministra el canal 1. Se obtuvieron 8 muestreos de 7 a 8 tilapias aproximadamente, de diferentes tamaños desde 18 cm hasta 25 cm con un total de 60 tilapias, se realizaron los muestreos cada 15 días por cuatro meses (Figura A4).

En el lago de Ilopango (Figura A5) se encontraron explotaciones de tilapia en jaulas flotantes, se designaron tres sitios de muestreo: Cantón San Agustín ( $N13^{\circ}42'05.21''$   $O89^{\circ}00'515''$ ), Cantón Santa Cruz La Vega ( $N13^{\circ}38'13.8''$   $O89^{\circ}04'40.5''$ ) y el Cantón Dolores Apulo ( $N4^{\circ}31'1''$ ,  $O74^{\circ}36'0''$ ) muestreándose cada 30 días, utilizando lancha para llegar a cada sitio con la cooperación de CENDEPESCA y la Policía de Turismo (POLITUR), realizando 4 muestreos de 7 a 8 tilapias aproximadamente, por cuatro meses, recolectando un total de 60 especímenes de 17 a 24 cm.

De forma individual, las muestras fueron tomadas con pesos y sexos indefinidos ya que el objetivo del muestreo no es experimental sino el hallazgo de parásitos en cualquier tamaño y sexo del espécimen en cuestión, se depositaron en bolsas plásticas (Figura A6), etiquetadas y almacenadas en hieleras (5°C), se trasladaron hacia el laboratorio de ELISA de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, donde fueron congeladas a -18°C para su posterior análisis parasitológico.

### **3.2.2 Muestreo de los Cormoranes**

En embalse Cerrón Grande, se colectó una muestra total de 50 ejemplares, 20 especímenes en Isla La Leona 2 (N13.9939 O-89.0297) y 30 de estos en Isla Trinidad (N013°56'22" O088°54'5") divididos en dos muestreos con un periodo de cuatro meses, realizados mediante el apoyo del Programa nacional de manejo y control del pato Chanco (*Phalacrocorax brasilianus*) en los humedales de El Salvador del MARN, amparado por el marco legal de la ley de conservación de vida silvestre; en coordinación con el Instituto Sindical de Cooperación para el Desarrollo (ISCOS) de Italia, obteniendo un permiso especial para recolecta científica (Anexo 8).

Las capturas se hicieron en sitios de anidación utilizando rifles de aire comprimido con balines de copa (Figura A7). Los muestreos no se realizaron en base al lugar de descanso de los Cormoranes, debido a su comportamiento de ambular ya sea solos o en bandadas zambulléndose en busca de alimento en el cuerpo de agua más cercano. No se realizaron capturas de Cormoranes en el Lago de Ilopango y en Distrito de Riego Atiocoyo Sur, debido a en el periodo de colecta, estas aves estaban en época de anidación migrando hacia mejores condiciones ecológicas (vegetación y disponibilidad de alimento), su mayor concentración poblacional estaba establecida en el embalse Cerrón Grande.

Las aves recolectadas fueron pesadas (lb) y talladas (cm) que incluyó medir longitud y envergadura. Las muestras (aparato digestivo) se etiquetaron y transportaron en hieleras (5°C) hacia el laboratorio de ELISA de la Facultad de Ciencias Agronómicas, donde fueron congeladas a -18°C para su posterior diagnóstico parasitológico (Figura A8).

### 3.3 Metodología de laboratorio

#### 3.3.1 Diagnóstico parasitológico de nematodos en tilapias

Se analizaron 196 muestras de tilapia junto a las muestras extraídas del muestreo preliminar. Las muestras se descongelaron dos horas antes en un recipiente con agua a temperatura ambiente, luego se pesaron (gr) y se tallaron (cm) utilizando una báscula semi analítica. Se colocó el espécimen lateralmente y se incidió iniciando desde el orificio anal hasta la intersección branquial. El segundo corte fue desde el ano hacia la comisura lateral superior del opérculo, exponiendo los órganos internos, retirando completamente el aparato digestivo utilizando

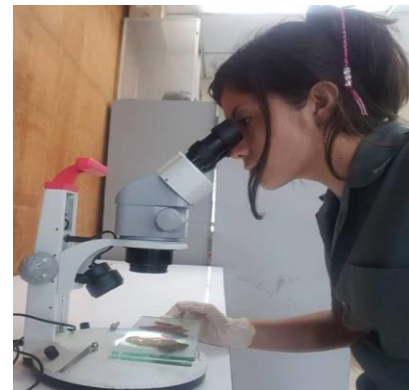


Figura 2. Búsqueda de parásitos al estereoscopio

tijera de punta recta (Figura A9). se examinó minuciosamente cada órgano con el estereoscopio y la técnica de compresión entre dos láminas de vidrio para observar la parte interna de cada órgano (Figura 2). Se realizaron cortes de musculo de 5 mm de grosor y se observó utilizando la técnica de compresión con lámpara de luz ultravioleta en una caja oscura. El análisis laboratorial se realizó inmediatamente después del traslado de las muestras, otras se congelaron y descongelaron poco a poco en secuencia a los días de los muestreos en un periodo de cuatro meses consecutivos.

#### 3.3.2 Diagnóstico parasitológico de nematodos en Cormoranes

Mediante la necropsia in situ, se hizo una corte transversal para retirar los órganos desde el esófago hasta la cloaca, luego con un corte longitudinal se observó la mucosa para la extracción de los parásitos donde hubiere (Figura 3). Cada espécimen fue aislado, contado, etiquetado y almacenado en tubos separados por cada Cormorán con Alcohol etílico 70% (Figura A10). Para la identificación se utilizaron las claves taxonómicas de Vidal et al. (2001) identificados, fotografiados y filmados con el microscopio compuesto. Fueron fijados con formol al 10% en laminillas

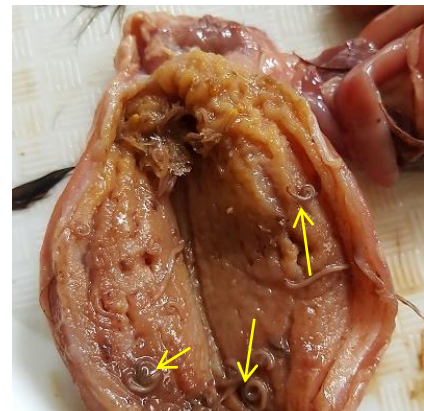


Figura 3. Estómago de Cormorán con parásitos en su

(portaobjetos y cubreobjetos), con una gota del reactivo Azul- algodón lactofenol para aclarar la cutícula externa y teñir las estructuras internas del nematodo dejando que la preparación aclare durante 24 horas antes de su observación (Figura A11).

### 3.4 Metodología estadística

Para establecer la independencia de variables en Cormoranes, únicos especímenes que resultaron con parasitosis en el estudio, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado y Correlación lineal para evaluar el nivel de asociación entre variables, además se utilizó el programa estadístico INFOSTAT® con la finalidad de demostrar el grado de relación entre variables.

#### 3.4.1 Parámetros morfométricos

El estudio llevó un registro de los pesos (lb), sexo y talla (cm) para las tilapias y un registro de pesos (gr), sexo, talla (longitud y envergadura en cm) para los Cormoranes, también se determinaron las regiones anatómicas donde los parásitos fueron encontrados. Con la información recolectada se elaboró una base de datos en Excel, mediante estadística descriptiva expresando los resultados en cuadros, tablas y gráficos de barra.

#### 3.4.2 Parámetros epidemiológicos

Se realizaron análisis de parámetros epidemiológicos como la prevalencia que mide la proporción de individuos parasitados entre el total de la población por cien, y la carga parasitaria media que estudia la cantidad de parásitos encontrada sobre el total de individuos parasitados.

$$\text{Prevalencia: } \frac{\text{Número de peces/patos parasitados por } \textit{Contracaecum} \textit{ sp}}{\text{Total de peces/patos examinados}}$$

$$\text{Carga parasitaria media: } \frac{\text{Número de peces/patos parasitados por } \textit{Contracaecum} \textit{ sp}}{\text{Total de peces infestados con el parásito}}$$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron un total de 196 tilapias y 50 Cormoranes. En tilapias no se encontró evidencia determinante de parasitosis causada por *Contracaecum* sp, a pesar de provenir de diferentes entornos ecológicos, en función de las diferentes zonas de muestreo (Cerrón Grande, Lago de Ilopango y Distrito de Riego Atiocoyo Sur). En los Cormoranes, se encontró una infestación de 1,014 nematodos del género *Contracaecum* sp. Las regiones anatómicas involucradas fueron el esófago con un 3.75% y el estómago un 96.25% causando lesiones en la mucosa gástrica por la penetración de los parásitos, tal como lo expresa Oyarzún *et al.* (2016), el Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) es el hospedador de este nematodo principalmente, presentando daños patológicos en el sistema digestivo.

#### 4.1 *Contraeaecum* sp en tilapias

Los resultados obtenidos en las tres áreas de muestreo, mostraron ausencia del parásito en estudio, probablemente por múltiples factores (bióticos y abióticos) en el ambiente, como lo menciona Blana *et al.* (2009) sugiere que la contaminación del agua está relacionada al parasitismo en animales acuáticos, según estudio realizados por el mismo autor revelan que las larvas de vida libre no sobreviven a medios altamente contaminados, por lo cual estos especímenes pueden entrar en estado de hipobiosis de forma estacional según Urquhart *et al.* (2001), este factor es uno de los determinantes para que el huevo y la larva de vida libre pueda desarrollarse en el medio, y no cause infestaciones masivas en los peces de la zona.

Debido a que el muestreo se ejecutó en época seca, la contaminación del agua aumenta considerablemente, según SNET (2002), el agua del Rio Lempa y el Rio Sucio, están contaminadas por desechos industriales y aguas residuales, por lo cual se asume que está afectando de gran manera los hábitos alimenticios y de conducta de la tilapia, evitando ingerir alimento que contenga larvas que se encuentran en el cuerpo de agua.

La inmunidad de las tilapias va un paso adelante debido a que posee una genética deseable, según Audicana y Kennedy (2008) es más resistente a muchas enfermedades, porque el sistema inmune genera hipersensibilidad inmunitaria al estar en exposición con las larvas. Basándose en estudios realizados por Pacheco *et al.* (2015) quien encontró 1 tilapia infestada con 25 parásitos del género *Contraeaecum*, de igual manera Alvarado (2016) encontró solo 1 nematodo en el hígado de 1 tilapia en el embalse Cerrón Grande, se puede asumir que estos ciclidos son menos vulnerables a la infestación por dicho parásito que otros peces en el país.

Hamann (1999) argumenta que la infestación parasitaria decrece en época seca, por cual es importante su participación como bioindicadores potenciales de la contaminación y la alteración del medio ambiente en general.

La tabla 1 muestra los registros de las tilapias dentro del embalse Cerrón Grande, obteniendo 19 especímenes por cada sitio, con un total de 76 muestras, las cuales 54 fueron machos y 22 hembras con un promedio de peso en los machos de 227.55 gr. ( $\pm 89.01$ ) y de las hembras de 159.74 gr. ( $\pm 74.12$ ), longitudes de 22.67 cm ( $\pm 3.1$ ) y 19 cm ( $\pm 3.08$ ) respectivamente.



**Tabla 1. Registros morfométricos de tilapias del Cerrón Grande**

Sitio	Peso (gr.)	Longitud (cm)	Sexo
<b>Chacalingo</b>	229.08	22.94	4H/15M
<b>Los Cabros</b>	242.62	22.18	5H/14M
<b>Colima</b>	166.15	19.97	7H/12M
<b>Sta Barbara</b>	193.84	21.36	5H/14M
<b>Promedio</b>	207.92	21.61	22H/54M

La tabla 2 muestra los registros del Lago de Ilopango con tres sitios de muestre establecidos, Cantón San Agustín, Cantón Santa Cruz La Vega y el Cantón Apulo, con una muestra total de 60 tilapias, se pudo determinar que 57 eran machos y 3 fueron hembras, obteniendo un promedio de pesos para los machos de 189.50 gr. ( $\pm 46.32$ ) y una longitud de 21.14 cm ( $\pm 2.45$ ), y las hembras 123.93 gr. de peso ( $\pm 28.28$ ) y 13 ( $\pm 1$ ) cm de longitud.

**Tabla 2. Registro morfométrico de tilapias del Lago de Ilopango.**

Sitio	Peso	Longitud	Sexo
<b>Sn. Agustín</b>	183.16	21.2	0H/20M
<b>Sta. Cruz</b>	188.62	20.2	2H/18M
<b>Apulo</b>	196.99	22.0	1H/19M
<b>Promedio</b>	189.59	21.13	3H/57M

La tabla 3 muestra los 60 individuos recolectados en los sitios de muestreo, un total de 4 hembras y 56 machos, el peso promedio fue de 273.99 gr. ( $\pm 165.24$ ) y longitud de 22.69 cm ( $\pm 4$ ) en machos, y, en hembras 116.05 gr. ( $\pm 64.66$ ) de peso y de longitud un promedio de 18.25 cm ( $\pm 3$ ). El comportamiento en estas granjas puede deberse a la técnica que se utiliza en los lugares de muestreo para obtener la mayoría de los alevines machos (hibridación, super macho o reversión sexual), ya que el porcentaje de machos muestreados fue del 93.33%.

**Tabla 3. Registro morfométrico de las tilapias del Distrito de Riego Atiocoyo Sur.**

Sitio	Peso	Longitud	Sexo
<b>Granja 1</b>	377.92	24.85	0H/20M
<b>Granja 2</b>	180.22	20.05	1H/19M
<b>Granja 3</b>	232.23	22.3	3H/18M
<b>Promedio</b>	263.45	22.4	4H/56M



## 4.2 Comportamiento en Cormoranes

### 4.2.1 Parámetros morfométricos

Se analizaron los pesos (lb), talla (cm) y envergadura (cm) de los Cormoranes de las Islas Leona 2 e Isla Trinidad, 20 y 30 respectivamente, ambos sitios dentro del mismo humedal.

En la isla Leona 2, todos los Cormoranes muestreados fueron hembras, con rangos de peso 2 a 3.1 lb ( $\pm 0.26$ ), similar a lo encontrado por Cifuentes y Ruiz (2009) donde el peso corporal fue de 1.8 – 2.0 kg (3.96-4.4 lb), la talla de 58 - 73 cm, y la envergadura de 95 cm aproximadamente; evidenciando así que el peso máximo de los Cormoranes en estudio fue de 3.1 libras, la longitud de estas aves se encontraron dentro del rango de los tamaño reportados, con una talla que oscila entre 61 a 74 cm ( $\pm 4.37$ ) y una envergadura que se encontró en el rango de 98 a 106 cm ( $\pm 5.02$ ). De igual forma el análisis de correlación para pesos y parásitos adultos resulto con  $r= 0.28$ , lo que indica que no existe relación entre las variables, también se observó que no hay relación ente la carga parasitaria en estado larvario y el peso de los Cormoranes con  $r=0.23$ , para relacionar la talla y la carga parasitaria adulta, el análisis mostro independendencia entre variables con valor de  $r=0.004$ , asimismo, la talla y la carga parasitaria en estadio larvario están relacionadas con un valor de  $r=0.01$ . Se deduce que debido a que las aves estaban en periodo de anidación, mostraron bajos pesos comparados con los del autor tal como muestra la figura 4, el comportamiento de los pesos y tallas es heterogéneo, mientras que la envergadura se muestra homogénea entre individuos.

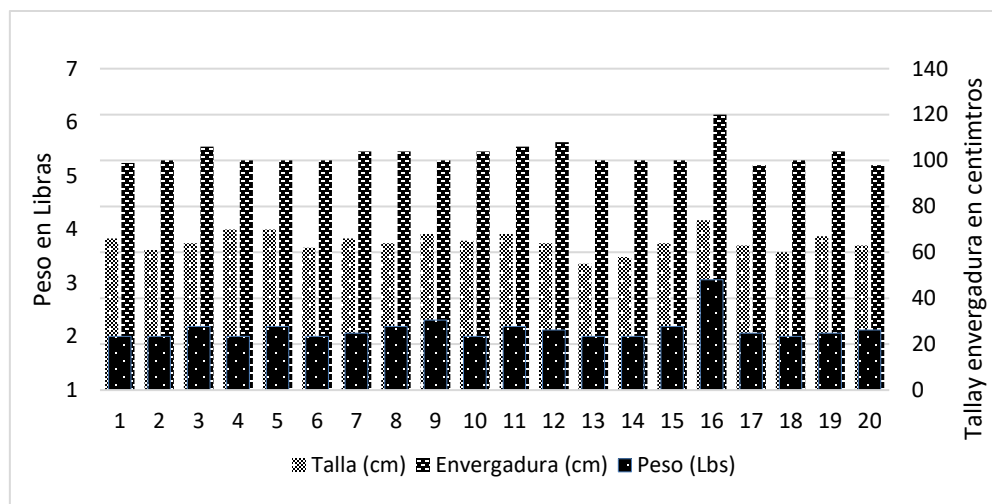
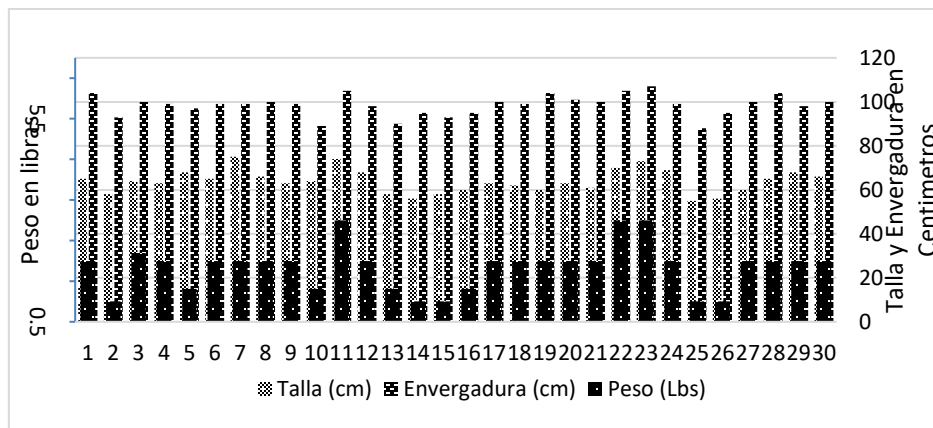


Figura 4. Descripción morfométrica de los Cormoranes de isla Leona 2

En la Isla Trinidad, de los 30 Cormoranes, 3 fueron machos y 27 hembras, con una oscilación de peso entre 1 a 3 libras ( $\pm 0.54$ ), una talla en el rango de 55 a 75 cm ( $\pm 5.26$ ) y una envergadura de 88 a 107 cm ( $\pm 4.70$ ) (Figura 5), observándose un comportamiento similar al encontrado en la isla Leona 2, donde los individuos se encontraban en anidación, a pesar de que Peña y Quirama (2014) expresa que tanto la hembra como el macho comparten la tarea de empollar los huevos, la proporción de machos y hembras al momento del muestreo fue totalmente asimétrico, pero se considera que la teoría es correcta al haber ambos sexos empollando los huevos en los nidos en esta isla.

Al evaluar la prueba de correlación para peso y carga parasitaria adulta se observa que no existe relación entre ambas variables ( $r=0.33$ ), es decir que la carga parasitaria es independiente a peso de los Cormoranes. Por otra parte, el peso y la carga parasitaria en estado larvario muestra una significancia estadística ( $p>0.05$ ) con el valor  $r=-0.37$  indica que las variables son inversamente proporcionales, al disminuir el peso aumenta la carga parasitaria en estado larvario. Con relación a la talla y la carga parasitaria adulta, el valor de  $r=0.25$  demuestra que no existe relación en cuanto a las variables, la talla y la carga parasitaria en estado larvario con  $r=0.10$ , se puede determinar que no existe diferencia entre las variables, es decir que son independientes una de la otra.



**Figura 5. Descripción morfométrica de los Cormorán de la isla Trinidad.**

La prueba de Chi Cuadrado para los datos de poblaciones de Cormoranes de las islas estudiadas, con un nivel de significancia del  $P > 0.05$ , determino que los Cormoranes poseen similares cantidades de cargas parasitarias de las Islas Leona 2 y Trinidad, con un valor  $X^2 = 2.53$  (anexo 1). Según la figura 5 el peso y la talla se comportan de manera heterogénea, mientras que la envergadura presenta una oscilación más homogenizada por secciones, es decir que el comportamiento de esta variable es más constante.

#### 4.3 Parasitismo por *Contraecum* sp.

Del total de los Cormoranes examinados, se obtuvo una población parasitaria de 1,014 nematodos, los cuales fueron identificados mediante las claves taxonómicas de Vidal *et al.* (2001), los tamaños de los parásitos nematodos fueron entre 4-15 mm en estadios larvarios (Figura 5) y 16 mm a 32 mm en adultos (Figura 7).

Según Olivero (2008) están dentro del rango establecido, también se observó todo el sistema digestivo completo y el anillo nervioso.

La mayoría de los parásitos se encontraron en la cavidad estomacal y en pocas cantidades a nivel de esófago. Poseen estrías transversales y cutícula gruesa color blanquecino según detalla Cordero *et al.* (2002).

El extremo medial contiene básicamente en los intestinos del espécimen. En el extremo distal, se observa una cola cónica que termina en punta roma sin mucrón, en el estadio larvario aún no se encuentran desarrollados los órganos reproductores comparando con el autor Vidal *et al.* (2001) en el adulto se observan mucho más el desarrollado los órganos que en la larva.

Además, presenta ciego intestinal en la porción anterior del nematodo, característica exclusiva de ese espécimen como se observa en la figura 8, la presencia de apéndice esofágico en la porción media del parásito es determinante para la identificación, el extremo posterior es cónico, la cola post-anal es larga y no presenta espina terminal, presenta espículas que forman parte del aparato reproductor del macho (Figura 9).

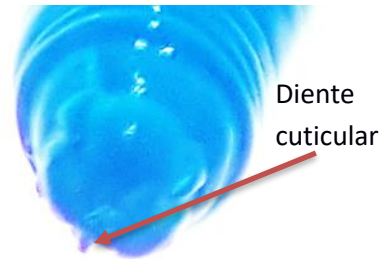


Figura 6. Larva de *Contraecum* sp en el microscopio estereoscópico



Figura 7. Tamaño máximo encontrado de *Contraecum* sp.

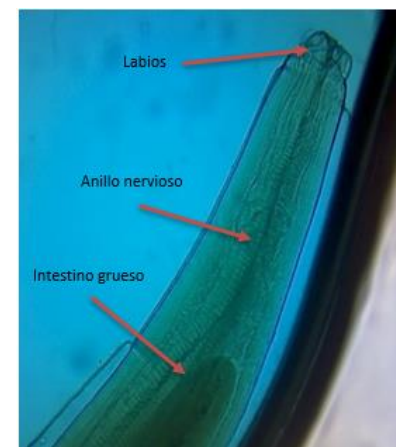


Figura 8. Estadio adulto de *Contraecum* sp.

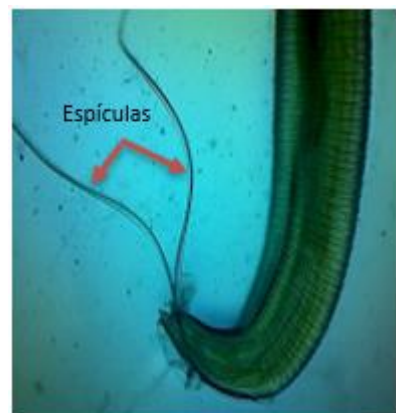


Figura 9. Parte inferior de *Contraecum* sp del macho.

#### 4.4 Paramentos epidemiológicos

##### 4.4.1 Prevalencia y carga parasitaria media de los Cormoranes

Los resultados de la tabla 5 expresan las cargas parasitarias en el estómago de los Cormoranes de la isla Leona 2, encontrando un total de 223 parásitos, 69 en estado adulto y 154 en estado larvario, observando que 6 especímenes muestran una carga parasitaria de 0, mientras que 4 muestran una carga parasitaria menor o igual a 5; y, 10 con una carga parasitaria entre 11 a 25. Según la información anterior y usando el criterio propuesto por Pardo *et al.* (2008), mediante la tabla de “Criterio para la tasa de infestación parasitaria”, se puede asumir que las aves muestreadas en la isla La Leona 2, se consideran con una carga parasitaria leve, ya que se encuentran dentro del rango de 0 a 100 parásitos por espécimen (Cuadro 2).

La isla Trinidad mostró un total de 791 parásitos de los cuales 38 adultos se encuentran en el esófago, 598 adultos en el estómago y 155 en estado larvario en el estómago, observando que 5 de los individuos muestreados con una carga parasitaria de 0, 3 individuos se encontraron en un rango menor o igual a 10 y el resto se encuentra con una oscilación entre 11 a 80 parásitos por individuo. Retomando el criterio de Pardo *et al.* (2008), se puede asumir que los especímenes muestreados en la isla Trinidad, poseen una carga parasitaria leve, ya que se encuentran dentro del rango de 0 a 100 parásitos por espécimen.

Al analizar la información de la tabla 4 y comparar la carga parasitaria, se afirma que en ambos lugares existe similar carga de parásitos en estado larvario, y que en estado adulto existe una alta diferencia, ya que, la isla Trinidad posee 21.74% más parásitos que la isla Leona 2. Según Torres *et al.* (2010) en el verano, de un total de 40 Cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*), se encontraron 144 nematodos del género *Contracaecum*, y un 49.3% de las hembras adultas se encontraron grávidas en verano, por lo cual se puede afirmar que las poblaciones parasitarias de las aves en estudio llegan a almacenar cantidades elevadas de parásitos en el aparato digestivo.

**Tabla 4. Carga Parasitaria de Cormoranes de las islas Leona 2 y Trinidad.**

Órgano afectado	Isla Leona 2		Isla Trinidad		Total
	E. Larvario	E. Adulto	E. Larvario	E. Adulto	
<b>Esófago</b>	0	0	0	38	38
<b>Estomago</b>	1	222	155	598	976
<b>Total</b>	1	222	155	636	1014

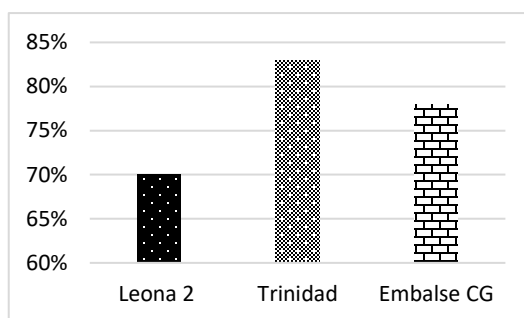
**Tabla 5. Prevalencia y Carga parasitaria media del embalse Cerrón Grande**

Lugar	Prevalencia	CP media
Leona 2	70%	16
Trinidad	83%	32
Cerrón G.	78%	26

Según el autor Consuegra (2009), la prevalencia en aves piscívoras muestreadas en el estudio fue del 96% siendo del 100% en la época de lluvia y del 83.33% en la seca (verano), manifestando su disminución en la época seca, puede deberse a la falta de aparición en las tilapias por bajas densidades

de nematodos en los Cormoranes. Garbín *et al.* (2014) manifiesta que la prevalencia en su estudio fue del 100% en época seca y una intensidad media en adultos de 18 y en larvas de un 88.67 todos a nivel estomacal, en este estudio se puede asumir que los factores climáticos y ecológicos poseen relevancia por abundancia parasitaria en el sitio de muestreo.

Torres *et al.* (2010), encontró una prevalencia del 88.9% en el verano, y una carga parasitaria media de 20.3 con un rango de 1-62 nematodos por individuo, por lo cual se deduce los Cormoranes se infestan de diferentes sitios y que no comparten aguas afluentes en común y algunas de ellas tienen presencia del nematodo en estudio. Según la identificación de los parásitos recolectados dentro de las islas se encontró 25 especímenes parasitados con *Contracaecum*

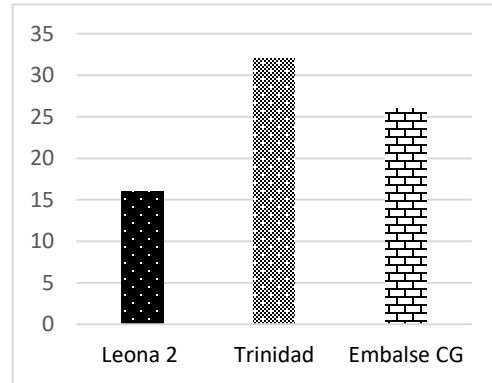


**Figura 10. Prevalencia de *Contracaecum* sp**

recolectados dentro de las islas se encontró 25 especímenes parasitados con *Contracaecum* sp en la isla Trinidad y 14 estaban parasitados en la isla La Leona 2. El análisis de prevalencia de los sitios muestreados está descrito en la tabla 5.

Según la tabla 5 la prevalencia en isla Leona 2 es del 70%, lo que significa que solo el 30% de la población de Cormoranes que habitaban en esta isla no presentaron parásitos, el valor de la carga parasitaria media por cada individuo parasitado se encontraron 16 individuos del nematodo *Contracaecum* sp; mientras que la prevalencia de la isla la Trinidad es de 83%, es decir que solo un 17% de la población de Cormoranes de esta Isla se encuentra con una carga parasitaria de 0, se asume que el valor promedio de parásitos por individuo es de 32 nematodos aproximadamente. En general la prevalencia es del 78% (Figura 10) y la carga parasitaria media de 26 nematodos por Cormorán (Figura 11). Pacheco *et al.* (2015) encontró 642 nematodos identificados como *Contracaecum rudolphii* en 5 Cormoranes en la subcuenca del Río Titihuapa ubicado entre Cabañas y San Vicente, cercano al Cerrón Grande, el autor menciona que es el parásito que más comúnmente parasita estas aves

acuáticas, por lo cual en esta investigación se determinó que el género taxonómico del nematodo de la familia *Anisakidae* encontrado fue *Contraecum* y la especie probablemente debido a la similitud de las características mencionadas por Pacheco *et al.* (2015) y las que se presentaron en los nematodos del estudio, la especie podría ser *rudolphii*, claramente es un supuesto ya que la única forma de determinar la especie es con técnicas moleculares.



**Figura 11. Carga parasitaria *Contraecum* sp**

## **5. CONCLUSIONES**

Para el periodo en que se desarrolló el estudio, no se encontró evidencia que relacione biológicamente los nematodos *Contracaecum* sp y las poblaciones de tilapia a nivel silvestre, ni a nivel de sistemas de producción comercial.

Las poblaciones de Cormoranes incluidas en el estudio mostraron una prevalencia y carga parasitaria general de 78% y 26 respectivamente, que desde el punto de vista biológico se convierte un riesgo para la infestación de otros peces de interés comercial, ya que si el parásito se encuentra en el ave (hospedador definitivo), probablemente una o más especies de peces deben estar comportando como hospedador intermediario.

## **6. RECOMENDACIÓN**

Realizar estudios similares en otra época del año, incluyendo más especies de peces y Cormoranes en los mismos cuerpos de agua (embalse Cerrón Grande y sistemas de producción comercial de tilapias) para determinar si los factores ambientales o las especies de peces son determinantes en el comportamiento biológico del parásito.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ADEL (La Asociación Agencia de Desarrollo Económico Local) Chalatenango. 2014. Disponible en línea: [http://www.adelchalatenango.org.sv/detalle\\_noticia.php?ref=3](http://www.adelchalatenango.org.sv/detalle_noticia.php?ref=3)

ADEL-FIAES, 2014. Investigación de la caracterización del Pato Cormorán Neotropical *Phalacrocorax brasilianus* del humedal Cerrón Grande, para determinar su aprovechamiento como materia prima para la elaboración de productos agroindustriales, industriales o artesanales, Chalatenango, El Salvador, Centro América, 26 p.

ADEL-FIAES. 2013. Términos de referencia consultoría para la investigación de la caracterización del pato cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* del Cerrón Grande, para determinar su aprovechamiento como materia prima para elaborar productos agroindustriales, industriales o artesanales. 16 p.

Alvarado Panameño, JF. 2016. Monitoreo parasitológico de peces en aguas continentales en El Salvador.

Álvarez López, H; Ríos Herrera, R. 1999. Guía de las Aves de la reserva natural Laguna de Sonso. 26 p. (en línea) Disponible en: [https://issuu.com/natucreativa/docs/gu\\_a\\_de\\_las\\_aves\\_de\\_la\\_reserva\\_nat](https://issuu.com/natucreativa/docs/gu_a_de_las_aves_de_la_reserva_nat)

Amato, R; JF; Monteiro, CM; B. Amato, S. 2006. *Contraecum rudolphii* Hartwich (Nematoda, Anisakidae) parasita de biguás (cormorões Neotropicais, *Phalacrocorax brasilianus*(Gmelin) (Aves, *Phalacrocoracidae*) na região Sul do Brasil. Brasil. (Enlínea) Disponible en: [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-81752006000400046](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752006000400046)

AQUAHoy (Portal de información en acuicultura). 2007. El Salvador: Contaminación estaría afectando a piscicultores. El Salvador. (en línea). Disponible en: <https://www.aquahoy.com/156-uncategorised/733-el-salvador-contaminacion-estaria-afectando-a-piscicultores>



- Audicana, TM; Kennedy. MW. 2008. Anisakis simplex: from Obscure Infectious Worm to Inducer of Immune Hypersensitivity. Clinical Microbiology Reviews. Vol. 21. American Society of Microbiology. 361 p.
- Avilés Ruiz, JP; Camiruaga Labatut, MF. 2006. Manual de crianza de patos. 1 ed. Chile. TEMUCO. (En línea) Disponible en: [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07\\_10\\_31\\_manual.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/07_10_31_manual.pdf)
- Baltazar, PM. 2004. La Tilapia en el Perú: acuicultura, mercado y perspectivas. Avances de las ciencias biológicas en el Perú. Perú. 8 p.
- Berland, B. 1989. Identification of larval nematodes from fish. Nematodes problems in North Atlantic fish. 18 p.
- Blanar, CA; Munkittrick, KR; Houlahan, J; Maclatchy, DL; Marcogliese, DJ. 2009. Pollution and parasitism in aquatic animals: a meta-analysis of effect size. Aquat toxicol. (en línea). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19349083>
- CENDEPESCA (Centro de desarrollo pesquero). 2001. Guía técnica para el cultivo de tilapia en estanques. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador. 8 p.
- CENDEPESCA 2006. Departamento de Pesca y Acuicultura. Estadística Pesquera y Acuícola, Vol. 32. La Libertad, El Salvador.
- Cifuentes Sarmiento, F; Ruiz Guerra, C. 2009. Planes de acción para nueve especies de aves acuáticas (Marinas y Playeras) de las costas colombianas. Asociación Calidris. Cali, Colombia.
- Consuegra Solórzano, A. 2009. Parasitos nemátodos-anisákidos en peces y aves piscívoras del complejo cenagoso de caimito en el departamento de sucre Colombia. Magister en Ciencias Ambientales. Cartagena, España. Universidad de Cartagena, España. 4-28 p.
- Cordero Del Campillo, M; Rojo Vásquez; FA; Martínez Fernández, AR; Sánchez Acedo, M; Hernández Rodríguez, S; Navarrete Lopez-Cozar, I; Diez Baños, P; Quiroz Romero, H;

Carvalho Varela, M. 2002. PARASITOLOGIA VETERINARIA.1 ed. Aravaca, Madrid, España. McGRAWHILL. 902-906 p.

EcuRed. 2017. Lago de Ilopango. (En línea) Disponible en: [https://www.ecured.cu/Lago\\_Ilopango](https://www.ecured.cu/Lago_Ilopango)

FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura). 2018. Sistema de Información sobre Alimentos y Recursos Fertilizantes para la Acuicultura. Tilapia del Nilo - Formulación y preparación/producción de alimentos. (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/fishery/affris/perfiles-de-las-especies/nile-tilapia/formulacion-y-preparacion-produccion-de-alimentos/es/>

FAO. 2017. Programa de información de especies acuáticas. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Disponible en línea: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/es#a-tcNa008C](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es#a-tcNa008C)

Galeano, AN. 2017. Evaluacion del potencial zoonotico de *Contracaecum* spp. (Nematoda: Anisakidae) e *Hysterothylacium* spp. (Nematoda: Raphyascarididae) como agentes de anisalidosis humana. Argentina. 128 p. (En línea) Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/4039/1/Noelia%20Galeano%20Tesis%20Doctoral%20%282%29.pdf>

Garbin, L; Capasso S; Diaz, JI; Morgenthaler Annick, Millones, A; Navone G. 2014. Nuevo hospedador y registro geográfico de *Contracaecum australe* (Nematoda, Anisakidae) parasitando a *Phalacrocorax gaimardi* (Aves, Phalacrocoracidae) en costas del Atlántico Sudoccidental. Revista Argentina de Parasitología. Vol II. Argentina. 7 p.

Gramm, U. 2014. BETTER TRAINING FOR SAFER FOOD. PHYSICAL CHECKS ON AIRPORT CONSIGNMENTS. Europe.

Grupo Cel. 2015. CENTRAL HIDROELÉCTRICA CERRÓN GRANDE: Disponible en: <http://www.cel.gob.sv/central-hidroelectrica-cerron-grande/>

- Hamann, MI. 1999. Aspectos ecológicos de la relación parasitaria entre larvas de *Contracaecum* sp. (Nematoda, Anisakidae) y *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Pisces, Characidae) en poblaciones naturales del nordeste argentino. Boletín chileno de Parasitología. Argentina. (en línea). Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-94021999000300007](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-94021999000300007)
- Herrera, N. 2015. Morfometría del Cormorán Neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) en El Salvador. El Salvador, s.e. 97 p.
- JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón). 2002. EL ESTUDIO SOBRE EL DESARROLLO DE LA PESCA ARTESANAL EN EL SALVADOR. 1 p.
- Jiménez Guzmán, F; Garza Fernández, H; Segovia Salinas, F; Galaviz Silva, L; Truegas Buentello, F; Adame, JM; Salinas López, N. 1988. parásitos y enfermedades de la tilapia. 2 ed. México.43-45 p.
- Lemus Gómez, EG; Mejía Meléndez, AG; Rodríguez, MG. 2016. PREVALENCIA DE PARÁSITOS HELMINTOS EN PECES DE AGUA DULCE DEL EMBALSE CERRÓN GRANDE DE EL SALVADOR. Médico Veterinario Zootecnista. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 1-10 p.
- Leyva Castillo, V. 2006. Principales zoonosis parasitarias transmitidas por el consumo de pescado. Cuba. (En línea) Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/303936591\\_Los\\_parasitos\\_en\\_el\\_pescado\\_de\\_importancia\\_en\\_la\\_salud\\_humanaAnasakiosis\\_y\\_Difilobotriasis\\_humana](https://www.researchgate.net/publication/303936591_Los_parasitos_en_el_pescado_de_importancia_en_la_salud_humanaAnasakiosis_y_Difilobotriasis_humana)
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2001. Guía para el cultivo de tilapia en estanques. El Salvador. (en línea). Disponible en: <http://www.tilapiasdelosur.com.ar/downloads/guiatecnicatilapiadeelsalvador.pdf>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2016. AMPLIACIÓN DEL ÁREA BAJO RIEGO EN EL DISTRITO DE RIEGO Y AVENAMIENTO N° 2 ATIOCOYO UNIDAD NORTE. Disponible en línea: <http://www.mag.gob.sv/ampliacion-del-area-bajo-riego-en-el-distrito-de-riego-y-avenamiento-no-2-atiocoyo-unidad-norte/>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2011. Estrategia y plan Operativo. Humedal Embalse Cerrón Grande. 12 p.

Michel, C. 1989. Pathology of tilapias. 122 p.

Mohammed, R; Adugna, M; Redda, YT; Awol, N; Teklu, A. 2015. A Study of Clinostomum (Trematode) and Contraecaecum (Nematode) Parasites Affecting Oreochromis Niloticus in Small Abaya Lake, Silite Zone, Ethiopia. Disponible en línea: <https://www.omicsonline.org/open-access/a-study-of-clinostomum-trematode-and-contraecaecum-nematode-parasites-affecting-oreochromis-niloticus-in-small-abaya-lake-silite-zone-ethiopia2155-9546-6-316.pdf>

OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). Integrating animal health surveillance and food safety: the example of *Anisakis*. 2013. Boletín OIE. Paris, Francia. 487 p.

Olivero Verbel, J; Baldiris Avila, R. 2008. PARASITOS EN PECES COLOMBIANOS: Están enfermando nuestros ecosistemas. Cartagena, España. Universidad de Cartagena. 11-12p.

Oyarzun-Ruiz, P; Basso, E; Medel, Javier; Muñoz-Alvarado, P. 2016. Parásitos. Los organismos relegados de nuestra biodiversidad. La chiri coca. Chile. 10 p. (en línea). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/307559911\\_Parasitos\\_los\\_organismos\\_relegados\\_de\\_nuestra\\_biodiversidad](https://www.researchgate.net/publication/307559911_Parasitos_los_organismos_relegados_de_nuestra_biodiversidad)

Pacheco, A; Hernández, AN; Rivera Moreno, MA; Orellana Varela, JE; Caceres Cruz, ID; Rodríguez Varela, M. 2015. Ictiofauna y parasitismo en la subcuenca del río Titihuapa, departamentos de Cabañas y San Vicente, El Salvador. El Salvador. Universitario. 1 ed. 16, 20-21p.

Pardo C., S; Zumaque M, A; Noble C., H; Suarez M., H. 2008. Contraecaecum sp (ANISAKIDAE) EN EL PEZ Hopliasmalabaricus, CAPTURADO EN LA CIÉNAGA GRANDE DE LORICA, CÓRDOBA. Medellín, Colombia. (En línea) Disponible en: [www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682008000200005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682008000200005)

- Peña R; Quirama, T; 2014. Guía Ilustrada Aves Cañón del río Porce - Antioquia. EPM E.S.P. Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia Medellín, Colombia. 270p.
- Pereira Bueno, JM; Ferre Pérez, I. 1997. PARASITOS DEL PESCADO. España. 24 p.
- Pereira, J.M. 1992. Algunos aspectos de la epidemiología y prevención de la anisakiosis. Junta de Castilla y León.
- Puccio F, Cifarelli D, Blanco F, López E, Sarmiento L, Ordaz R, Figueroa I, Capriles A, Hagel I, Di Prisco MC, Roque ME, Machado L, Ghezzi ME. 2008. Reactividad alérgica a *Anisakis simplex* y su asociación con asma bronquial en niños escolares del estado Nueva Esparta, Venezuela.
- Pyle, P., S. N. G. Howell, R. P. Yunick and D. F. DeSante. 1987. Identification guide to North American passerines. Slate Creek Press, Bolinas, CA, USA. 10 p.
- Rello Yubero, FJ; AdroherAuroux, FJ; Valero López; A. 2004. ANISÁKIDOS PARÁSITOS DE PECES COMERCIALES. RIESGOS ASOCIADOS A LA SALUD PÚBLICA. Andalucía, España. v.7, 176 -181 p.
- Saavedra Martínez, MA. 2006. MANEJO DEL CULTIVO DE LA TILAPIA. Managua, Nicaragua. 1-19 p. (En línea) Disponible en: <http://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales), MARN (Ministerio de Recursos Naturales y medio Ambiente). 2002. "Estrategias de Descontaminación de los ríos Acelhuate, Sucio y Suquiapa". El Salvador. 2 p. (en línea). Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/estudios/uploads/DOCUMENTO.ESTRATEGIAS.pdf>
- Tarazona, JM. 1971. MANUAL DE TECNICAS DE PARASITOLOGIA VETERINARIA. Boletín No 18. Ed. Zaragoza, España. ACRIBIA. 11, 15-16 p.
- Tomas Jerônimo, G; LaterçaMartins, M; Mayumi Ishikawa, M; Sobrinho Ventura, A; Tavares-Dias, M. 2011. Métodos para Coleta de Parasitos de Peixes. Macapá, Brasil. 1-5 p.

- Torres, P; Valdivieso, J; Schlatter, R; Monteffusco, A; Revenga, J; Marín, F; Lamilla, J; Ramallo G. 2010. Infection by *Contracaecum rudolphii* (Nematoda: Anisakidae) in the Neotropic cormorant *Phalacrocorax brasilianus* and fishes from the estuary of the Vadivia river, Chile. 102-104 p.
- Urquhart, GM; Armour, J; Duncan, JL; Dunn AM; Jennings FW. 2001. Parasitología Veterinaria. Sánchez Acedo, C; Del Cacho Malo, E; Quílez Cinca, J; López Bernard F. 2 ed. Zaragoza, España, ACRIBIA. 16 p.
- Valles Vega, GI. 2011. SUPERVIVENCIA DE LARVAS III DE *Contracaecum multipapillatum* sensu lato (NEMATODA: ANISAKIDAE) DE LISAS (PISCES: MUGILIDAE) EN DIFERENTES MEDIOS CULINARIOS Y ASPECTOS SOBRE SU CICLO DE VIDA EN LA PAZ, B.C.S. BIOLOGO MARINO. Baja California Sur, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 9-18 p.
- Vega Duran, IM. 2009. "DIETA ALIMENTICIA DEL "PATO CHANCHO" (*Phalacrocorax brasilianus*) EN EL SITIO RAMSAR EMBALSE CERRÓN GRANDE Y SU IMPACTO EN LA PESCA LOCAL". San Salvador, El Salvador. (en línea). Disponible en: <file:///E:/TESIS%202018/FORMATO/BIBLIOGRAFIA/Tesis%20El%20Salvador/Tesis%20ues/tesis%20ues%20pato%20chancho.pdf>
- Vidal Martínez, V.M., Aguirre Macedo, M.L., Scholz, T., GonzalezSolis, D., y Mendoza Franco, E.F. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of México. México. Conabio. P. 8-164 p.
- Work, TM. 2000. Ubico, SR. MANUAL DE NECROPSIA DE AVES MARINAS PARA BIOLOGOS EN REFUGIOS O AREAS REMOTAS. 9-10 p.
- YAMAGUTI, S. 1961. System helminthum. Vol. III The Nematodes of vertebrates, Part I. Interscience. New York. 679 p.

## 8. ANEXOS



Figura A 1. Ninfa acuática en el Cerrón Grande.

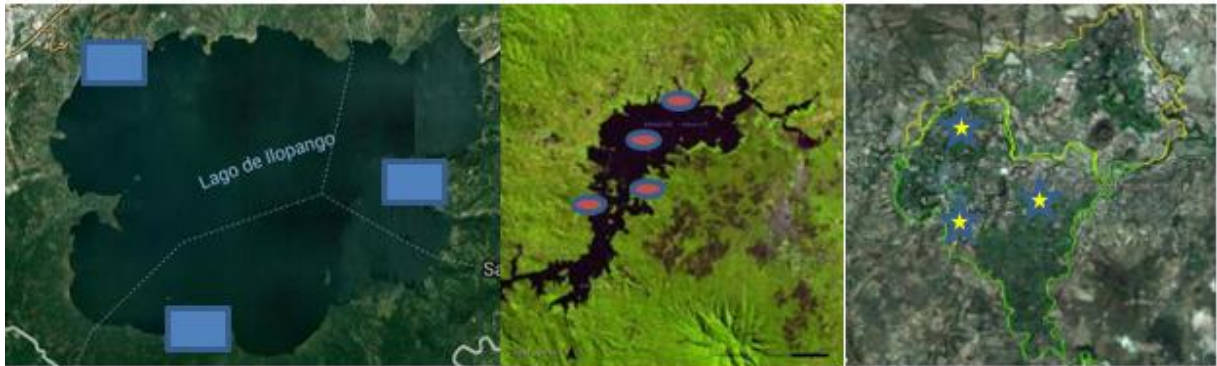


Figura A 2. Mapa de ubicación de Lago de Ilopango, Cerrón Grande, D. R. Atiocoyo Sur



Figura A 3. Humedal Embalse Cerrón Grande.



Figura A 4. Granja CENDEPESCA Atiocoyo Sur.





**Figura A 5. Jaulas flotantes en Lago de Ilopango.**



**Figura A 6. Recepción de muestras de tilapia.**



**Figura A 7. Captura de Cormorán en Cerrón Grande.**



**Figura A 8. Proceso de extracción de muestra de Cormoranes.**



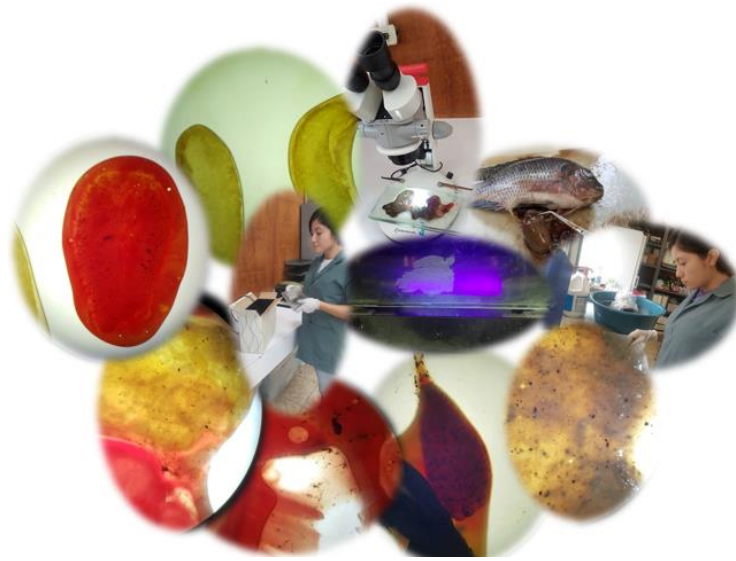


Figura A 9. Procesamiento de muestras de tilapia en laboratorio.



Figura A 10. Conteo de nematodos de Cormoranes.



Figura A 11. Observación de *Contracaecum* sp al microscopio.

**Cuadro 2. Criterios para la tasa de infestación parasitaria.**

Cuantificación	Criterio
0	No infestación
1-100 parásitos	Leve
100-200 parásitos	Moderado
> 200 parásitos	Severo

**Cuadro 3. Análisis de correlación entre el lugar y la cantidad de parásitos adultos.**

Lugar 1 = LA LEONA 2

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Pesos Lugar 1	Parasitos adultos lugar 1
Pesos Lugar 1	1.00	0.24
Parasitos adultos lugar 1	0.28	1.00

**Cuadro 4. Análisis de correlación entre el peso y estadio larvario.**

Lugar 1 = LA LEONA 2

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Pesos Lugar 1	Parasitos estando larvario..
Pesos Lugar 1	1.00	0.34
Parasitos estando larvario..	0.23	1.00

**Cuadro 5. Análisis de correlación entre la talla y parásitos adultos por lugar.**

Lugar 1 = LA LEONA 2

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Talla lugar 1	Parasitos adultos lugar 1
Talla lugar 1	1.00	0.98
Parasitos adultos lugar 1	-4.9E-03	1.00

**Cuadro 6. Análisis de correlación entre talla y estadios larvarios**

Lugar 1 = LA LEONA 2

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Talla lugar 1	Parasitos estando larvario..
Talla lugar 1	1.00	0.96
Parasitos estando larvario..	-0.01	1.00

**Cuadro 7. Análisis de correlación entre el peso, el lugar y parásitos adultos.**

Lugar 2 = LA TRINIDAD

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Peso lugar 2	Parasitos adutos lugar 2
Peso lugar 2	1.00	0.07
Parasitos adutos lugar 2	0.33	1.00

**Cuadro 8. Análisis de correlación entre peso y estado larvario.**

Lugar 2 = LA TRINIDAD

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Peso lugar 2	Parasitos estado Larvario ..
Peso lugar 2	1.00	0.04
Parasitos estado Larvario ..	-0.37	1.00

**Cuadro 9. Análisis de correlación entre talla y parásitos adultos.**

Lugar 2 = LA TRINIDAD

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Talla lugar 2	Parasitos adutos lugar 2
Talla lugar 2	1.00	0.18
Parasitos adutos lugar 2	0.25	1.00

**Cuadro 10. Análisis de correlación entre la talla y el estado larvario.**

Lugar 2 = LA TRINIDAD

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Talla lugar 2	Parasitos estado Larvario ..
Talla lugar 2	1.00	0.59
Parasitos estado Larvario ..	-0.10	1.00

**Anexo 1. Prueba Chi Cuadrado**

Isla Leona 2		Isla Trinidad	
No Parasitados	Parasitados	Frecuencia Esperada	Frecuencia Observada
6	14	9	21
30%	70%	5	25

$$X^2 = \frac{(5-9)^2}{9} + \frac{(25-21)^2}{21}$$

$$= 1.77 + 0.76$$

$$= 2.53 < X^2_{1, 0.95, p-1} \text{ (Se acepta la hipótesis si } 2.53 < 3.84 \text{ } X^2 \text{ tabla)}$$

H<sub>0</sub> = Población LL = Población LT (Presencia de parásitos)

H<sub>1</sub> = Población LL ≠ Población LT (Presencia de parásitos)

## Anexo 2. Hoja de registro de fase de campo

HOJA DE REGISTROS FASE DE CAMPO N° / 3

---

Nombre de Sitio: \_\_\_\_\_

Fechas: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Tipo de espécimen a muestrear: \_\_\_\_\_ Tipo de cultivo: \_\_\_\_\_

Punto 1. Cantidad de muestras obtenidas por semana:

---

---

---

Punto 2. Cantidad de muestras obtenidas por semana:

---

---

---

Punto 3. Cantidad de muestras obtenidas por semana:

---

---

---

Punto 4. Cantidad de muestras obtenidas por semana:

---

---

---

PROCEDIMIENTO:

1. Preparar las hieleras (hielo/refrigerantes)
2. Preparar las bolsas y etiquetarlas individualmente
3. Captura de los especímenes y proceder a las respectivas mediciones.
4. Colocar en bolsas individuales previamente identificadas
5. Trasladar las muestras al laboratorio de ELISA para su análisis.

Observaciones:

---

### Anexo 3. Protocolo de necropsia en aves

#### PROTOCOLO DE NECROPSIA EN AVES

Fecha de necropsia \_\_\_\_\_

Fecha y lugar de hallazgo: \_\_\_\_\_

Código de identificación de muestra: \_\_\_\_\_

Sexo:                      Edad:                      Peso:                      Tamaño:

**Estado general:**

\_\_\_\_\_

Largo total (incluido pico):	Largo corporal (sin contar cabeza):
Largo y ancho de cabeza (con pico):	Largo y ancho de pico:
Largo tarso:	Envergadura (con alas estiradas):
Largo del ala:	Otras medidas:

**Cantidad de parásitos encontrados:**

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

**Sitios de hallazgo de parásitos:**

esófago  hígado  corazón  estómago  tráquea  músculo  intestino delgado  
 bronquios  subcutáneo  intestino grueso  pulmones  ectoparásitos

**Otras muestras:**

Alimentación/Parasitología:  contenido de estómago

**MUESTRAS OBTENIDAS**

Tejidos en formol 10%:

piel  ojo  lengua  esófago  tiroides  tráquea  pulmón  corazón  timo  
 estómago muscular  hígado  intestino delgado  
 intestino grueso  ciego  riñón  bazo  ovario  útero  
 testículo  pene  músculo  hueso largo  médula ósea  ganglios  cerebro  
 cerebelo  páncreas  glándulas adrenales

Otros tejidos:

**Otras**

**observaciones** \_\_\_\_\_

## Anexo 4. Protocolo de necropsia en peces

### PROTOCOLO DE NECROPSIA EN PECES

Fecha de necropsia \_\_\_\_\_

Fecha y lugar de hallazgo: \_\_\_\_\_

Código de identificación de muestra: \_\_\_\_\_

Sexo:                      Edad:                      Peso:                      Tamaño:

**Estado general:**

\_\_\_\_\_

**Sitios de hallazgo de parásitos:**

- Esófago  hígado  corazón  
 Estómago  tráquea  músculo  
 Intestino delgado  branquias  subcutáneo  
 Intestino grueso  pulmones  ectoparásitos

**Cantidad de parásitos encontrados:**

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

**Otras muestras:**

**Alimentación/Parasitología:**  contenido de estómago

**MUESTRAS OBTENIDAS**

**Tejidos en formol 10%:**

- Piel  ojo  lengua  esófago  tiroides  tráquea  pulmón  corazón  timo  
 Hígado  intestino delgado  intestino grueso  ciego  riñón  bazo  ovario  
 Útero  testículo  pene  **músculo**  hueso largo  médula ósea  ganglios   
cerebro  cerebelo  páncreas  glándulas adrenales

Otros tejidos:

Otras

observaciones \_\_\_\_\_

### Anexo 5. Tabla de necropsia para Cormoranes

Isla Leona 2		Isla Trinidad		
Parásitos Larvas (Estomago)	Parásitos Adultos (Estomago)	Parásitos larva (Estomago)	Parásitos Adultos (Estomago)	Parásitos Adultos (Esófago)
2	1	0	4	0
0	0	0	24	0
42	24	0	16	0
5	0	0	0	0
4	1	50	9	0
0	4	0	46	0
7	4	0	21	0
4	1	0	20	0
11	5	0	8	0
0	0	3	11	0
0	0	0	64	0
17	2	10	0	0
14	1	0	3	16
0	10	0	0	0
20	4	77	0	3
11	9	15	31	0
17	3	0	29	0
0	0	0	51	16
0	0	0	13	0
0	0	0	31	3
El muestreo que se realizó es proporcional a la cantidad poblacional existente en cada lugar, debido a esto la isla La Leona 2 solo proporciona 20 individuos.		0	31	0
		0	0	0
		0	20	0
		0	64	0
		0	0	0
		0	0	0
		0	46	0
		0	29	0
		0	13	0
		0	14	0

## Anexo 6. Tablas de necropsia para tilapias

### Registros morfométricos de tilapias del Cerrón Grande

El Chacalingo			Los cabros			Colima			Santa Bárbara		
Sexo	Peso (gr)	Long. (cm)	Sexo	Peso (gr)	Long. (cm)	Sexo	Peso (gr)	Long. (cm)	Sexo	Peso (gr)	Long. (cm)
H	150.1	18	H	125.3	15	H	61.5	15	M	167.2	20
M	150.2	19	M	135.6	17	M	83.38	15.5	H	154	18
H	101.4	19	H	154	19	M	116.2	17	H	166.7	20
M	154.3	19	H	131	17.5	H	129	21	M	138.2	22
M	439.9	29	M	432.2	27	H	130.3	18	H	387	25
M	343.5	27	M	325.7	24	M	88.5	21	H	292.4	25
M	306.5	24	M	315.7	25	M	283.7	26	M	185.2	21
H	141.6	19	M	406.1	29	M	207.1	23	M	195.5	22
M	283.4	22	M	165.2	20	M	187	21	M	168.4	19
M	113.2	20	H	224.2	25	H	259.1	23	M	283.4	24
M	351	25	H	169.9	23	M	196.4	20	M	170	22
M	225	26	M	310.4	25	H	181.9	18	M	170	22
M	241	28	M	283.4	22	H	122.8	19	M	226.6	23
M	412.9	30	M	127.5	21	H	83.9	17	M	170	22
H	207.8	23	M	283.4	22	M	92.5	17	M	170	21
M	187.7	23	M	340	24	M	225.1	22	M	226.6	21
M	156	21	M	283.4	22	M	226.7	21	M	141.7	19
M	190.6	23	M	198.4	23	M	255.1	23	H	140.4	21
M	196.5	21	M	198.4	21	M	226.7	22	M	129.8	19



**Registro morfométrico de Tilapias del Lago de Ilopango.**

San Agustín			Santa Cruz La Vega			Apulo		
Peso (gr)	Long (cm)	Sexo	Peso (gr)	Long (cm)	Sexo	Peso (gr)	Long (cm)	Sexo
<b>209</b>	20	M	176.8	20	M	169.1	18	M
<b>318.5</b>	23	M	174.2	21	M	166.4	20	M
<b>242.8</b>	21	M	172.8	20	M	316.2	28	M
<b>210.8</b>	20	M	177.4	19	M	272.6	26	M
<b>181.2</b>	22	M	139.6	19	M	174.2	20	M
<b>129.4</b>	19	M	149.8	19	M	192.5	22	M
<b>152.5</b>	20	M	193	19	M	196.8	23	M
<b>169.1</b>	21	M	140.2	20	M	221.1	27	M
<b>168.2</b>	20	M	313.1	20	M	169.2	24	M
<b>195.3</b>	21	M	203.8	24	M	179.5	24	M
<b>187.5</b>	20	M	211.9	23	M	186.7	20	M
<b>207.6</b>	23	M	230.8	19	M	214.6	20	M
<b>173.6</b>	23	M	181.2	19	M	200.8	19	M
<b>235.2</b>	24	M	170.6	19	H	144.7	21	H
<b>122.2</b>	20	M	231.4	24	M	159.5	22	M
<b>149.7</b>	24	M	197.6	21	M	155.6	20	M
<b>209.2</b>	25	M	195.5	22	M	201.9	24	M
<b>111.4</b>	23	M	201.2	20	H	184.9	20	M
<b>99.5</b>	17	M	189.4	17	M	150.1	18	M
<b>190.5</b>	18	M	122.2	19	M	283.4	24	M

**Registro morfométrico de las tilapias del Distrito de Riego Atiocoyo Sur.**

Granja 1			Granja 2			CENDEPESCA		
Peso (gr)	Longitud (cm)	Sexo	Peso (gr)	Longitud (cm)	Sexo	Peso (gr)	Longitud (cm)	Sexo
337.3	22	M	465	29	M	405.5	26	M
262	22	M	75.3	15	M	435.9	29	M
285	24	M	66.1	15	M	465	29	M
222.8	24	M	95.5	18	M	82.4	16	M
258.1	23	M	70.9	16	M	228.7	24	M
228.9	24	M	91.4	16	M	93.3	17	M
525.1	22	M	99.7	18	M	195.5	22	M
338.3	25	M	118.2	18	M	168.4	19	M
225.9	22	M	151.6	20	M	42.7	14	H
396.8	24	M	80.9	19	H	229.2	25	M
340.1	24	M	328.5	24	M	248.8	26	M
226.7	24	M	163.6	18	M	251.3	23	M
340.1	24	M	164	19	M	283.4	25	M
396.8	26	M	158.1	18	M	226.6	23	M
340.1	26	M	301.6	24	M	453.5	27	M
1020.5	33	M	288.7	23	M	170	21	H
283.4	24	M	318.8	24	M	181.2	22	M
340.1	25	M	170	22	M	170.6	19	H
566.9	29	M	170	22	M	190.5	18	M
623.6	30	M	226.6	23	M	122.2	21	M

## KEY FOR IDENTIFICATION OF LARVAE

1. Large nematodes; oral opening surrounded by 12 papillae arranged in two circlets of six papillae each; two rows of lateral papillae along body; oesophagus simple and very long; posterior end of male larvae forming muscular copulatory bursa ..... *Eustrongylides* sp. (p. 126)
- Small nematodes; oral opening with papillae otherwise; lateral papillae absent; oesophagus divided; posterior end without muscular copulatory bursa ..... 2
2. Oesophagus with posterior ventriculus; excretory pore near or at level of nerve ring or at lips base ..... 3
- Oesophagus without ventriculus; excretory pore posterior to level of nerve ring ..... 7
3. Body with small spines; three flat lips bearing distinct cephalic papillae, larval tooth present; oesophagus short and claviform ..... *Goezia* sp. (p. 129)
- Body without spines; poorly developed lips bearing weakly distinct papillae; larval tooth present; oesophagus cylindrical, relatively long ..... 4
4. Oesophagus with very elongated ventriculus; ventricular appendix absent; intestinal caecum short ..... *Pseudoterranova* sp. (p. 132)
- Oesophagus with very small and spherical ventriculus; ventricular appendix and caecum present ..... 5
5. Intestinal caecum very short in relation to ventricular appendix (length ratio 1 : 12.0-13.7); excretory pore at level of nerve ring ..... *Hysterothylacium* sp. (p. 130)
- Intestinal caecum larger than ventricular appendix; excretory pore at base of lips ..... 6
6. Intestinal caecum slightly larger than ventricular appendix (length ratio 1 : 1.0-1.2) ..... *Contraecum* sp. type 1 (p. 124)
- Intestinal caecum much longer than ventricular appendix (length ratio 1 : 0.3) ..... *Contraecum* sp. type 2 (p. 125)
7. Oesophagus divided into anterior corpus, isthmus and posterior bulb; without sclerotized valves ..... *Falcaustra* sp. (p. 127)
- Oesophagus divided into muscular and glandular portions, with sclerotized valves ..... 8
8. Buccal capsule with striations in two anterior thirds of its globular portion; posterior portion of capsule with thick walls; oesophagus divided into muscular and glandular portions similar in size; three cuticular terminal spikes at tip of tail ..... *Serpinema trispinosum* (p. 133)
- Buccal capsule absent. Oesophagus with weakly marked muscular-glandular division. Three or more terminal spikes at tip of tail or without them ..... 9
9. Pseudolabia large, trilobulate or triangular ..... 10
- Pseudolabia absent or slightly developed ..... 11
10. Pseudolabia large and triangular, entirely covering cephalic surface; stoma (vestibule) elongated and cylindrical ..... *Acuariidae* gen. sp. (p. 123)
- Pseudolabia lateral and triangular, each with two slit-like depressions at its base; stoma weakly developed ..... *Spiroxys* sp. (p. 135)
11. Body with spines; cephalic end with two conical projections; tail with round terminal formation, provided with minute papilla-like outgrowths ..... *Physocephalus sexalatus* (p. 131)
- Body covered with transverse rings armed with spines ..... 12

## Anexo 8. Permiso de recolecta científico otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

### RESOLUCIÓN MARN-DEV-GVS-AIMA-023-2018 AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y RECOLECTA CIENTÍFICA

San Salvador, a los siete días del mes de mayo del año dos mil dieciocho. Vista la solicitud de adenda presentada el día tres de mayo de 2018, por el Ingeniero Agrónomo Juan Francisco Alvarado Panameño, con Documento Único de Identidad número Cero cero cero cero dos nueve tres cero guión cinco, Catedrático de la Universidad de El Salvador, en compañía de su colaboradora: Patricia Isabel Iraheta Hernández, con Documento Único de Identidad número Cero cuatro ocho tres tres cinco nueve cuatro guión cuatro; para que se les autorice la realización de las investigaciones y recolectas científica denominadas: “Prevalencia de *Cottracaecum sp.* en tilapia (*Oreochromis sp.*) y patos Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) en el Embalse Cerrón Grande, Distrito de Riego Atiocoyo y Lago de Ilopango” Para desarrollarse entre los meses de mayo a diciembre de dos mil dieciocho y “Descripción morfológica y molecular de nematodos en cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*) y su prevalencia en peces dulceacuícolas de principales humedales de El Salvador”. Para desarrollarse entre los meses de octubre de dos mil dieciocho a octubre de dos mil veintidós. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

#### CONSIDERANDO:

- I. Que de conformidad al Artículo 117 de la Constitución de la República, es deber del Estado, proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente, para garantizar el desarrollo sostenible; declara de interés social la protección, conservación, aprovechamiento racional, restauración o sustitución de los recursos naturales;
- II. Que mediante Decreto Legislativo No. 844, fecha catorce de abril de 1994, publicado en el Diario Oficial No. 96, Tomo No. 323, del veinticuatro de mayo del mismo año, se promulgó la Ley de Conservación de Vida Silvestre, la cual mediante Decreto Legislativo No. 441, publicado en el Diario Oficial No. 133, Tomo No. 352 de fecha 16 de julio de 2001, fue reformada, estableciendo que es responsabilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la aplicación de la citada ley en lo que respecta a la protección, restauración, conservación y uso sostenible de la vida silvestre;
- III. Que el Artículo 66 de la Ley de Medio Ambiente, establece que El acceso, investigación, manipulación y aprovechamiento de la diversidad biológica, solo podrá hacerse mediante permiso, licencia o concesión otorgados por la autoridad a cargo de administrar el recurso, para asegurar su protección y conservación de conformidad a esta ley, leyes especiales y los convenios internacionales ratificados por el país. Cuando proceda, previo al otorgamiento de permisos, licencias o concesiones, se consultará a las comunidades locales.
- IV. Que el Artículo 67 de la Ley de Medio Ambiente, estable que El Estado, a través de las instituciones responsables de velar por la diversidad biológica, regulará prioritariamente la