

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DIRECCION DE INVESTIGACIONES**

NOMBRE DE LA INVESTIGACION

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

TÍTULO A OBTENER: Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

AUTORES.

Nombres y apellidos del estudiante	Dirección	Teléfono y correo electrónico	Firma
Br. Patricia Isabel Iraheta Hernández, Carné IH10002	Residencial Simón Bolívar Pasaje 3-A Casa #2 San Salvador	7634-3333 patty.iraqueta@gmail.com	
Nombres, apellidos y formación académica del docente director.	Lugar de trabajo	Teléfono y correo electrónico	Firma
Ing. M. Sc. Juan Francisco Alvarado Panameño	Universidad de El Salvador, Fac. C.C. Depto. de Zootecnia.	7096-2893 jfranciscosv@yahoo.com	

Visto bueno:

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento: Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García.	Firma:
Director General de Procesos de Graduación de la Facultad: M.S.C. Ing. Agr. Elmer Edgardo Corea Guillén.	Firma:
Jefe del Departamento: Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos.	Firma:
Sello:	
Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, 21 de febrero 2018. San Salvador, El Salvador.	

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.

Iraheta-Hernández P.I.¹, Alvarado-Panameño J.F.¹

RESUMEN

La investigación se realizó en el embalse Cerrón Grande ubicado en el municipio El Paraíso, Distrito de Riego Atiocoyo encontrado en el municipio de San Pablo Tacachico y el Lago de Ilopango en el municipio de Ilopango, entre octubre 2017 y septiembre 2018 siendo estas dos últimas explotaciones comerciales. Se colectaron 196 tilapias, 168 machos y 28 hembras con pesos promedio de 220.32 gr. en las tres zonas de estudio, en un periodo de cuatro meses durante el verano. Se realizó pesca artesanal utilizando atarrayas, trasmallos y anzuelos. Se examinaron todos los órganos y adyacencias en busca de nematodos del género *Contracaecum*. Para los tejidos musculares se utilizó la técnica de compresión y visualización directa con luz ultravioleta. Se capturaron 50 Cormoranes con rifles de aire comprimido y balines de copa en el embalse Cerrón Grande, divididos en dos muestreos en un periodo de cuatro meses. Las necropsias fueron in situ extrayendo el aparato digestivo y los parásitos presentes, todos los nematodos se procesaron en el laboratorio de ELISA en la Universidad de El Salvador, fijados con formol al 10%, y se aclararon mediante la técnica de Azul- Algodón Lactofenol. La identificación morfológica se realizó utilizando estereoscopio y microscopio compuesto y conservación con Alcohol etílico 70%. Se evaluaron los parámetros morfométricos (peso, talla, sexo) y epidemiológicos (prevalencia y carga parasitaria). En tilapias no se encontró presencia de dichos parásitos, en Cormoranes se identificaron 1,014 nematodos del género *Contracaecum*, con una prevalencia de 78% y carga parasitaria de 26 vermes por individuo, la prueba de Chi cuadrado ($p > 0.05$) mostró independencia entre los sitios con un valor de 2.53, además, no se encontró correlación entre las variables: peso, sexo, talla y sitio. Se concluye que no existe relación biológica de *Contracaecum* sp entre tilapia y los Cormoranes, en el periodo del estudio, por lo cual, los Cormoranes se podrían considerar un riesgo biológico para otros peces de interés comercial.

Palabras Clave: Tilapias, Cormoranes, *Contracaecum*, Prevalencia, Carga parasitaria.

Prevalence of *Contracaecum* sp in tilapia (*Oreochromis* sp) and cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) in the Cerron Grande, district of Irrigation Atiocoyo and Lake Ilopango.

Iraheta-Hernández P.I.¹, Alvarado-Panameño J.F.¹

ABSTRACT

The investigation was carried out in the Cerrón Grande reservoir located in the municipality of El Paraíso, District of Riego Atiocoyo found in the municipality of San Pablo Tacachico and Lake Ilopango in the municipality of Ilopango, between October 2017 and September 2018, these last two farms commercial. We collected 196 tilapias, 168 males and 28 females with average weights of 220.32 gr. in the three study areas, in a period of four months during the summer. Artisanal fishing was done using cast nets, trammel nets and hooks. All organs and adjacencies were examined in search of nematodes of the genus *Contracaecum*. The compression and direct visualization technique with ultraviolet light was used for muscle tissues. 50 Cormorants were captured with compressed air rifles and cup pellets in the Cerrón Grande reservoir, divided into two samplings in a period of four months. The necropsies were in situ, extracting the digestive system and the parasites present, all the nematodes were processed in the ELISA laboratory at the University of El Salvador, fixe, and clarified using the Blue-Cotton Lactophenol technique. The morphological identification was made using

stereoscope and compound microscope and conservation with ethyl alcohol 70%. The morphometric parameters (weight, height, sex) and epidemiological parameters (prevalence and parasitic load) were evaluated. In tilapia no presence of these parasites was found, in Cormoranes 1,014 nematodes of the genus *Contraecaecum* were identified, with a prevalence of 78% and parasitic load of 26 worms per individual, the Chi square test ($p > 0.05$) showed independence between the sites with a value of 2.53, in addition, no correlation was found between the variables: weight, sex, height and site. It is concluded that there is no biological relationship of *Contraecaecum* sp between tilapia and Cormorants, in the period of the study, therefore, Cormorants could be considered a biological risk for other fish of commercial interest.

Keywords: Tilapia, Cormorants, *Contraecaecum*, Prevalence, Parasitic load.

1. INTRODUCCION

La tilapia es una de las especies de agua dulce más consumidas en todo el mundo, con una producción anual de 3.95 millones de toneladas en sistemas de producción artificial, en El Salvador en el 2003 la producción acuícola fue de 1,130 toneladas según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2014).

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2011) los Cormoranes se han reproducido de manera descontrolada en el embalse del Cerrón Grande, con una población estimada de 30.000 en 2011, pero en abril de 2018, se calculó un promedio de 60.000 aves, cada adulto consume alrededor de 325 gramos de pescado al día, por esto se consideran grandes depredadores. El mayor incremento de poblaciones esta principalmente en embalse Cerrón Grande, sitio RAMSAR y mayor cuerpo de agua dulce del país, situado en el tramo medio del río Lempa (ADEL-FIAES, 2013).

Según encuestas realizadas por ADEL-FIAES (2014) a la población ribereña, el mayor impedimento de consumir esta especie es la presencia de parásitos vermiformes en las vísceras, según Álvarez y Ríos (1999) este ejemplar forma parte del ciclo de vida como hospedador definitivo del parásito *Contraecaecum* sp, nematodo de la familia *Anisakidae*. En El Salvador, Pacheco *et al.* (2015) encontró 642 nematodos en 41 Cormoranes en el Río Titihuapa, el nematodo fue identificado como *Contraecaecum rudolphii* parásito que más comúnmente infecta a las aves acuáticas. Alvarado (2016) encontró solo 1 nematodo en el hígado de 1 tilapia en el embalse Cerrón Grande, en un estudio de monitoreo de parásitos en varias especies de peces cultivadas en esa zona.

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). El objetivo de esta investigación se enfocó en encontrar la relación entre del nematodo *Contraecaecum* sp, las tilapias y Cormoranes, además, la estimación de la prevalencia y los niveles de infestación del parásito en estudio.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación

El estudio se realizó en tres zonas geográficas relacionados a la pesca artesanal y explotación artificial de tilapias en El Salvador, con presencia de Cormoranes: *Embalse Cerrón Grande* ubicado sobre el Río Lempa, entre los departamentos de Cuscatlán, Chalatenango, Cabañas y San Salvador; con una superficie de 135 km², y una altitud media de 240 m.s.n.m. (Grupo Cel, 2015). *Distrito de riego Atiocoyo Sur* ubicado en San Pablo Tacachico, La Libertad (13°59'00" N 89°20'00" O), a 306 m.s.n.m. (MAG, 2016). *Lago de Ilopango*, ubicado entre los Departamentos de San Salvador, Cuscatlán y La Paz (13°40'00"N 89°03'00"O), con una superficie de 72 km² y una profundidad de 230 m. (EcuRed, 2017).

2.2 Metodología de campo

2.2.1 Muestreo de Tilapias

Se recolectaron 196 tilapias en tres zonas en estudio, con un total de muestras de n=76 tilapias para el embalse Cerrón Grande debido a su gran 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 el embalse Cerrón Grande se realizó pesca artesanal, se usaron atarrayas, trasmallos y anzuelos en los cuatro sitios de muestreo: Isla Los Cabros (N14°03'46.0" E089°06'03.6"), Isla Chacalingo (N14°02'41.8" E089°05'36.6"), Plan de Colima (N14°03'07.4" E 089°06'16.6") y en el Cantón Santa Barbara en el municipio El Paraíso, departamento de Chalatenango (N 14°4'0.12" E89°6'0), haciendo un total de 8 muestreos de 19 especímenes cada 15 días por cuatro meses, recolectando 76 tilapias con tallas 15 cm a 30 cm de largo.

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°0'14.285" O89°17'36.826") la suministra el canal 1. Se realizaron 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.

En el lago de Ilopango se incluyeron explotaciones de tilapia en jaulas flotantes, se designaron tres sitios de muestreo: Cantón San Agustín (N13°42'05.21" O89°00'515"), Cantón Santa Cruz La Vega (N13°38'13.8" O89°04'40.5") y el Cantón Dolores Apulo (N4°31'1", O74°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, 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.

2.2.2 Muestreo de los Cormoranes

En el embalse del Cerrón Grande, los Cormoranes fueron capturados con rifles de aire comprimido y balines de copa. Se colectaron 50 ejemplares, 20 especímenes de la Isla Leona 2 (N13.9939 O-89.0297) y 30 en Isla Trinidad (N013°56'22" O088°54'5") divididos en dos muestreos en un periodo de cuatro meses. Las capturas se ejecutaron mediante el apoyo del Programa nacional de manejo y control del pato Chancho (*Phalacrocorax brasilianus*) en los humedales de El Salvador del MARN en coordinación con el Instituto Sindical de Cooperación para el Desarrollo (ISCOS) de Italia, amparado por el marco legal de la Ley de conservación de vida silvestre y un permiso especial para la recolecta científica. No se realizaron capturas en Lago de Ilopango ni en Distrito de Riego Aticooyo Sur, debido a que se encontraban en periodo de reproducción y migraron hacia mejores condiciones ecológicas (vegetación y disponibilidad de alimento). Las aves colectadas 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.

2.3 Metodología de laboratorio

2.3.1 Diagnóstico parasitológico de nematodos en tilapias

Se analizaron las muestras descongeladas dos horas antes de su inspección 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 tijera de punta recta. 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 en búsqueda de nematodos del género *Contracaecum* (Figura1). 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.



Figura 1. Órganos internos de la tilapia.

(a. Gónadas, b. hígado, c. estómago y d. bazo).

2.3.2 Diagnóstico parasitológico de nematodos en Cormoranes

Mediante la necropsia in situ, se hizo un corte longitudinal para retirar los órganos desde el esófago hasta la cloaca, se observó la mucosa estomacal en busca de nematodos del género *Contraecum* (Figura 2). Cada espécimen fue aislado, contado, etiquetado y almacenado en tubos separados por cada Cormorán con Alcohol etílico 70%. Se realizó la identificación morfológica mediante las claves taxonómicas de Vidal *et al.* (2001), fotografiados y filmados con el microscopio compuesto. La fijación fue con formol al 10% en laminillas (portaobjetos y cubreobjetos) y 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.

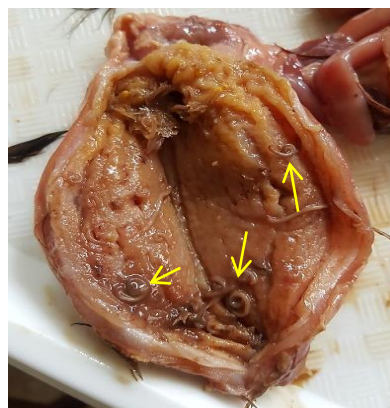


Figura 2. Estómago de Cormorán con parásitos

2.4 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 evaluando la relación entre la Isla Trinidad y la Isla Leona 2, mediante la correlación lineal con el programa estadístico INFOSTAT® con la finalidad de demostrar el grado nivel de asociación entre las variables: peso, talla, sexo.

2.4.1 Parámetros morfométricos

El estudio llevó un registro de los pesos (gr), sexo y talla (cm) para las tilapias y un registro de pesos (lb), 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.

2.4.2 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.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 *Contraecum* sp en tilapias

En tilapias no se encontró evidencia determinante de parasitosis causada por *Contraecum* 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).

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 mencionan Blañar *et al.* (2009) sugieren 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. Según Urquhart *et al.* (2001) estos especímenes pueden entrar en estado de hipobiosis de forma estacional, 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.

El muestreo se ejecutó en época seca, por ende, la contaminación del agua aumenta considerablemente. Según Hamann (1999) la infestación parasitaria decrece en época seca, por lo cual es importante su participación como bioindicadores de la contaminación y la alteración del medio ambiente en general. SNET (2002) menciona que el agua del Rio Lempa y el Rio Sucio (abastecen las zonas en estudio) 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.

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 *Contracaecum*, de igual manera Alvarado (2016) encontró 1 nematodo en el hígado de 1 tilapia en el embalse Cerrón Grande, se puede asumir que las tilapias son menos vulnerables a la infestación por dicho parásito que otros peces en el país.

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. (± 89.01) y de las hembras de 159.74 gr. (± 74.12), longitudes de 22.67 cm (± 3.1) y 19 cm (± 3.08) respectivamente.

Tabla 1. Registros morfométricos de tilapias del Cerrón Grande

Sitio	Peso (gr)	Long (cm)	Sexo
Chacalingo	229.08	22.94	4H/15M
Los Cabros	242.62	22.18	5H/14M
Colima	166.15	19.97	7H/12M
Sta Barbara	193.84	21.36	5H/14M
Promedio	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. (± 46.32) y una longitud de 21.14 cm (± 2.45), y las hembras 123.93 gr. de peso (± 28.28) y 13 (± 1) cm de longitud.

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

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

La tabla 3 muestra los 60 individuos recolectados en los puntos de muestro en Atiocoyo sur, con un total de 4 hembras y 56 machos, el peso promedio fue de 273.99 gr. (± 165.24) y longitud de 22.69 cm (± 4) en machos, y, en hembras 116.05 gr. (± 64.66) de peso y de longitud un promedio de 18.25 cm (± 3). El sexo de las tilapias en estudio puede deberse a las

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

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

técnicas implementadas para obtener alevines machos como la técnica de hibridación, super macho o reversión sexual ya que el porcentaje de machos muestreados fue del 93.33%.

3.2 Comportamiento en Cormoranes

3.2.1 Parámetros morfométricos

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, según Oyarzún *et al.* (2016), el Cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) es el hospedador de este nematodo principalmente, presentando daños patológicos en el sistema digestivo. 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 (± 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 (± 4.37) y una envergadura que se encontró en el rango de 98 a 106 cm (± 5.02). De igual forma el análisis de correlación para pesos y parásitos adultos resultó 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 independencia 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 3, el comportamiento de los pesos y tallas es heterogéneo, mientras que la envergadura se muestra homogénea entre individuos.

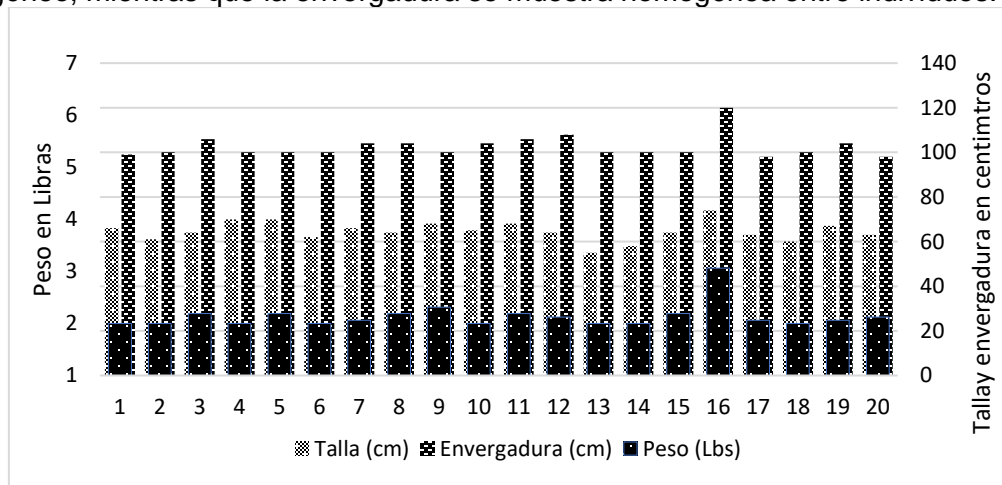


Figura 3. Descripción morfométrica de los Cormoranes de isla Leona 2

En la Isla Trinidad, de los 30 Cormoranes, 3 fueron machos y 27 hembras, con una oscilación de peso entre 1 a 3 libras (± 0.54), una talla en el rango de 55 a 75 cm (± 5.26) y una envergadura de 88 a 107 cm (± 4.70) (Figura 4), 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, no se encontró 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 mostró una significancia estadística ($p>0.05$) con el valor $r=-0.37$, lo que 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 $r=0.25$ se pudo determinar que no existe relación entre estas variables; la talla y la carga parasitaria en estado larvario con $r=0.10$, pudiéndose determinar que no existe diferencia entre las variables, es decir que son independientes una de la otra.

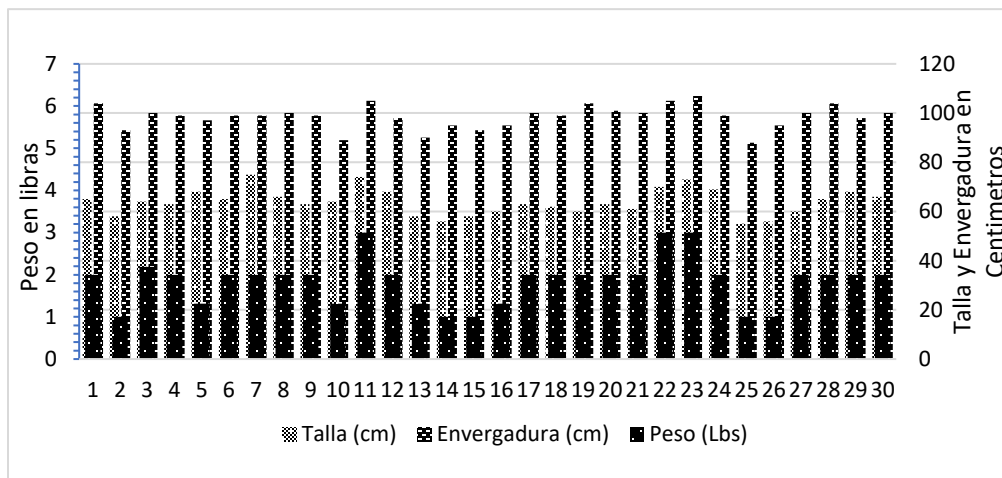


Figura 4. Descripción morfométrica de los Cormorán de la isla Trinidad.

La prueba de Chi Cuadrado permitió establecer la relación entre las poblaciones de Cormoranes con un nivel de significancia del $p>0.05$, determinándose que los Cormoranes poseen similares cantidades de cargas parasitarias de las Islas Leona 2 y Trinidad, con un valor $X^2 = 2.53$. Según la figura 4, 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.

3.3 Parasitismo por *Contracaecum 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 y 16 mm a 32 mm en adultos (Figura 6). Según Olivero (2008) están dentro del rango establecido, también se observó todo el sistema digestivo completo y el anillo nervioso (Figura 7).

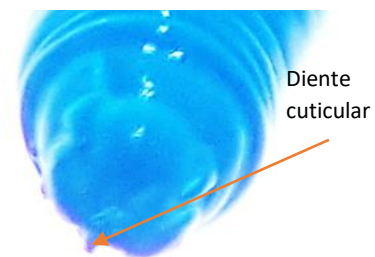


Figura 5. Larva de *Contracaecum sp.*

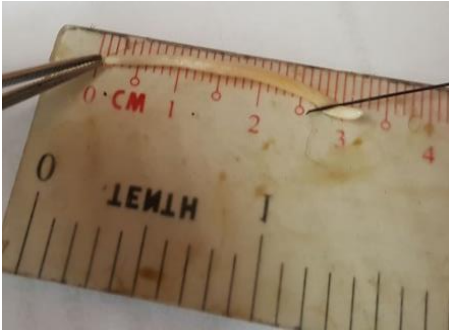


Figura 6. Tamaño máximo encontrado de *Contraeaecum* sp.

La mayoría de los parásitos se encontraron en la cavidad estomacal y en pocas cantidades a nivel de esófago. Poseen un diente cuticular (Figura 5), 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 estaban desarrollados los órganos reproductores, lo que concuerda con Vidal *et al.* (2001) en el adulto se observan mucho más el desarrollado los órganos que en la larva.

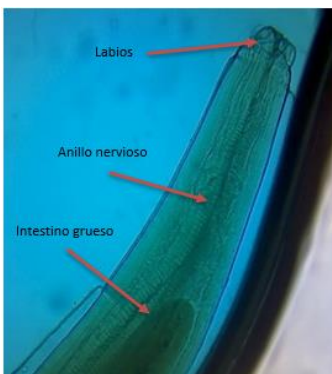


Figura 7. Estadio adulto de *Contraeaecum* sp.

Además, presenta ciego intestinal en la porción anterior del nematodo, característica exclusiva de ese espécimen como se observa en la Figura 7, 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 8).

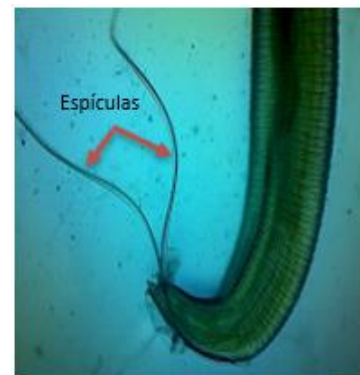


Figura 8. Parte inferior de *Contraeaecum* sp del macho.

3.4 Paramentos epidemiológicos

3.4.1 Prevalencia y carga parasitaria media de los Cormoranes

Los resultados de la tabla 4 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.

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 existía 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 *Contraecaeum*, 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	
Esófago	0	0	0	38	38
Estomago	1	222	155	598	976
Total	1	222	155	636	1014

Según Consuegra (2009), la prevalencia parasitaria en aves piscívoras muestreadas fue del 96% siendo del 100% en la época de lluvia y del 83.33% en la seca, resultados que coinciden con los hallazgos del Cerrón Grande. 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, ecológicos y geográficos poseen relevancia debido a la abundancia parasitaria en el sitio de muestreo.

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

CP= Carga parasitaria

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 encontraron 25 especímenes parasitados con *Contraecaeum* 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.

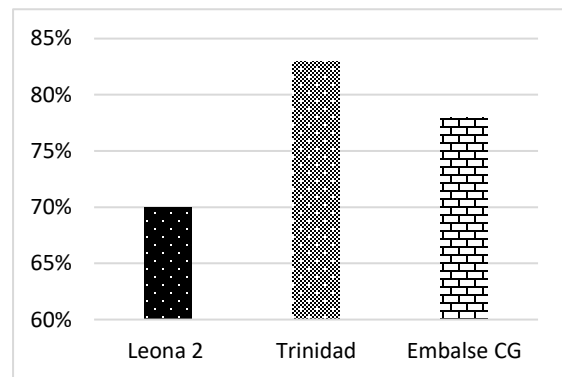


Figura 9. Prevalencia de *Contraecaeum* sp

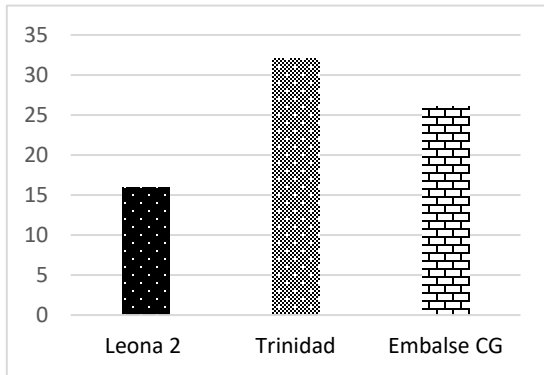


Figura 10. Carga parasitaria *Contracaecum* sp

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 9) y la carga parasitaria media de 26 nematodos por Cormorán (Figura 10). 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 *Contracaecum* 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*, esto claramente es un supuesto ya que la única forma de determinar la especie es con técnicas moleculares.

4. 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 estarse comportando como hospedador intermediario.

5. RECOMENDACIONES

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.

6. BIBLIOGRAFIA

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.

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.

Alvarado Panameño, JF. 2016. Monitoreo parasitológico de peces en aguas continentales en El Salvador. (Artículo no publicado).

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

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.

Blanar, CA; Munkittrick, KR; Houlihan, 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>

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; Díez 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. Disponible en: https://www.ecured.cu/Lago_Ilopango

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma, Italia. 63 p.

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

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 *Contraecum* sp. (Nematoda, Anisakidae) y *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1860 (Pisces, Characidae) en poblaciones naturales del noreste argentino. Boletín chileno de Parasitología. Argentina. (en línea). Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-94021999000300007

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-districto-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.

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

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 *Hoplismalabaricus*, 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

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.

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>

Torres, P; Valdivieso, J; Schlatter, R; Monteffusco, A; Revenga, J; Marín, F; Lamilla, J; Ramallo G. 2010. Infection by *Contraecaecum rudolphii* (Nematoda: Anisakidae) in the Neotropical 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.

Vidal Martínez, V.M., Aguirre Macedo, M.L., Scholz, T., Gonzalez Solis, D., y Mendoza Franco, E.F. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of México. México. Conabio. 8-164 p.