

Sustento del uso justo
de Materiales Protegidos
derechos de autor para
fines educativos



UCI

Universidad para la
Cooperación Internacional

UCI
Sustento del uso justo de materiales protegidos por
derechos de autor para fines educativos

El siguiente material ha sido reproducido, con fines estrictamente didácticos e ilustrativos de los temas en cuestión, se utilizan en el campus virtual de la Universidad para la Cooperación Internacional – UCI – para ser usados exclusivamente para la función docente y el estudio privado de los estudiantes pertenecientes a los programas académicos.

La UCI desea dejar constancia de su estricto respeto a las legislaciones relacionadas con la propiedad intelectual. Todo material digital disponible para un curso y sus estudiantes tiene fines educativos y de investigación. No media en el uso de estos materiales fines de lucro, se entiende como casos especiales para fines educativos a distancia y en lugares donde no atenta contra la normal explotación de la obra y no afecta los intereses legítimos de ningún actor.

La UCI hace un USO JUSTO del material, sustentado en las excepciones a las leyes de derechos de autor establecidas en las siguientes normativas:

- a- Legislación costarricense: Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, No.6683 de 14 de octubre de 1982 - artículo 73, la Ley sobre Procedimientos de Observancia de los Derechos de Propiedad Intelectual, No. 8039 – artículo 58, permiten el copiado parcial de obras para la ilustración educativa.
- b- Legislación Mexicana; Ley Federal de Derechos de Autor; artículo 147.
- c- Legislación de Estados Unidos de América: En referencia al uso justo, menciona: "está consagrado en el artículo 106 de la ley de derecho de autor de los Estados Unidos (U.S.Copyright - Act) y establece un uso libre y gratuito de las obras para fines de crítica, comentarios y noticias, reportajes y docencia (lo que incluye la realización de copias para su uso en clase)."
- d- Legislación Canadiense: Ley de derechos de autor C-11– Referidos a Excepciones para Educación a Distancia.
- e- OMPI: En el marco de la legislación internacional, según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual lo previsto por los tratados internacionales sobre esta materia. El artículo 10(2) del Convenio de Berna, permite a los países miembros establecer limitaciones o excepciones respecto a la posibilidad de utilizar lícitamente las obras literarias o artísticas a título de ilustración de la enseñanza, por medio de publicaciones, emisiones de radio o grabaciones sonoras o visuales.

Además y por indicación de la UCI, los estudiantes del campus virtual tienen el deber de cumplir con lo que establezca la legislación correspondiente en materia de derechos de autor, en su país de residencia.

Finalmente, reiteramos que en UCI no lucramos con las obras de terceros, somos estrictos con respecto al plagio, y no restringimos de ninguna manera el que nuestros estudiantes, académicos e investigadores accedan comercialmente o adquieran los documentos disponibles en el mercado editorial, sea directamente los documentos, o por medio de bases de datos científicas, pagando ellos mismos los costos asociados a dichos accesos.



Revista MINERVA

Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>



Monitoreo de parásitos helmintos en peces del Embalse Cerrón Grande

Monitoring of helminth parasites in fish from the Cerrón Grande Reservoir

Juan Francisco Alvarado-Panameño¹

RESUMEN

El estudio se realizó en el Embalse Cerrón Grande, sobre el Río Lempa, ubicado entre los departamentos de Cuscatlán, Chalatenango, Cabañas y San Salvador, El Salvador, Centro América, de mayo 2013 a noviembre de 2014, con el propósito de analizar la fauna parasitaria en peces de importancia comercial del cuerpo de agua. Se establecieron seis puntos de muestreos, en el perímetro del cuerpo de agua, realizando una colecta de 26 peces una vez por semana, para un total de 156, que incluyó las siguientes especies: Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Mojarra negra (*Amphilophus macracanthus*), Guapote tigre (*Parachromis managuense*), Carpa china (*Ctenopharyngodon idellus*), Istatagua (*Cichlasoma trimaculatum*) y Guapote roncador (*Pomadasys grandis*), con tallas entre 6.5 y 34.5 cm. Los parámetros evaluados fueron: prevalencia, intensidad media, abundancia media; el análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Chi cuadrado para establecer la independencia entre variables. Los parásitos encontrados fueron: *Gyrodactylus* sp. *Dactylogyrus* sp. *Diplostomum compactum*, *Clinostomum complanatum*, *Crassicutis cichlasomae*, *Valipora mutabilis*, *Contracaecum* sp. y *Neoechinorhynchus* sp. Los resultados mostraron que las comunidades de peces tenían una Prevalencia General (PG) de 65%, y por especie de pez fueron los siguientes: Mojarra negra (*Amphilophus macracanthus*) 91%; Tilapia (*Oreochromis niloticus*) 68%; Istatagua (*Cichlasoma trimaculatum*) 67%; Guapote tigre (*Parachromis managuense*) 41% y Guapote roncador (*Pomadasys grandis*) 22%. La Intensidad media (IM) y Abundancia media (AM), los Trematodos monogeneos presentaron mayor nivel en Istatagua con (IM) 16.8 y (AM) 11.2, seguido de la Mojarra con (IM) 9.5 y (AM) 5.9, Tilapia (IM) 8.8. y (AM) 5.9, mientras que los parásitos digeneos se encontraron en la Mojarra con (IM) 7.5 y (AM) 6.0. Se concluyó que la prevalencia parasitaria de los peces muestreados es alta (65%), y aunque no se estimó el efecto sobre los mismos, se sabe que en este tipo de relación siempre existen daños que pueden ser sintomáticos o asintomáticos.

Palabras Clave: parásitos, helmintos, peces, prevalencia, monogeneos, digeneos, nematodos, céstodos.

ABSTRACT

The study was carried out in the Cerrón Grande Reservoir, on the Lempa River, located between the departments of Cuscatlán, Chalatenango, Cabañas and San Salvador, from May 2013 to November 2014, with the purpose

¹ Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

of analyzing the parasitic fauna in commercially important fish of the body of water. Six sampling points were established, on the perimeter of the body of water, making a collection of 26 fish once a week, for a total of 156, which included the following species: Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Black Mojarra (*Amphilophus macracanthus*), Tiger Guapote (*Parachromis managuense*), Chinese carp (*Ctenopharyngodon idellus*), Istatagua (*Cichlasoma trimaculatum*) and Snoring Guapote (*Pomadasys grandis*), with sizes between 6.5 and 34.5 cm. The parameters evaluated were: prevalence, average intensity, average abundance; Statistical analysis was performed using the Chi-square test to establish the independence between variables. The parasites found were: *Gyrodactylus* sp. *Dactylogyrus* sp. *Diplostomum compactum*, *Clinostomum complanatum*, *Crassicutis cichlasomae*, *Valipora mutabilis*, *Contracaecum* sp. and *Neoechinorhynchus* sp.

The results showed that the fish communities had a General Prevalence (PG) of 65%, and by species of fish were the following: Black Mojarra (*Amphilophus macracanthus*) 91%; Tilapia (*Oreochromis niloticus*) 68%; Istatagua (*Cichlasoma trimaculatum*) 67%; Guapote tiger (*Parachromis managuense*) 41% and Guapote snoring (*Pomadasys grandis*) 22%. Average Intensity (IM) and Medium Abundance (AM), Monogeneous Trematodes showed a higher level in Istatagua with (IM) 16.8 and (AM) 11.2, followed by Mojarra with (IM) 9.5 and (AM) 5.9, Tilapia (IM) 8.8. and (AM) 5.9, while the parasitic parasites were found in the Mojarra with (IM) 7.5 and (AM) 6.0. It was concluded that the parasitic prevalence of the sampled fish is high (65%), and although the effect on them was not estimated, it is known that in this type of relationship there are always damages that can be symptomatic or asymptomatic.

Palabras Clave: parasites, helminths, fish, prevalence, monogeneous, digenea, nematodes, cestodes.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura en la actualidad está tomando relevancia en la producción de alimento para satisfacer la creciente demanda mundial de proteínas, especialmente en los países en vías de desarrollo (Hepher y Pruginin 2001); en este rubro El Salvador tiene una producción anual cercana a 6,488,742 kg, equivalentes a 6,488.7 Tm (IICA 2013).

Según el BCR (2012) para el periodo julio-septiembre de 2012 la caza y la pesca aportaron al Producto Interno Bruto (PIB) 31.1 millones de dólares; y según FUSADES (2012) en el 2011, la pesca fue el único sub sector agrícola con crecimiento robusto.

En El Salvador, la producción de tilapia en sistemas artificiales ha tenido un crecimiento importante, el cual será sostenible si se proporcionan condiciones favorables para el desarrollo del rubro, pero poco se conoce el impacto de las comunidades acuáticas

en ambiente natural por modificaciones de su nicho (creación de represas), y por la contaminación de los mismos.

Los peces en ambiente natural y cultivado están expuestos a parasitosis, pues las altas densidades, las condiciones ecológicas y otros factores, favorecen la transmisión de parásitos que infestan directamente al hospedador (Bakke y Harris 1998). Los helmintos constituyen el principal grupo que genera importantes parasitosis, lo que ocasiona un efecto negativo sobre los peces, al reducir su valor comercial, limitar sus poblaciones o generar altas tasas de mortalidad en masa, y en algunos casos, estos parásitos pueden ser zoonóticos (Sanmartín et al.. 1994, Akinsanya et al.. 2008).

El conocimiento de parásitos helmintos en peces de agua dulce ha sido motivo de estudio y preocupación desde hace mucho tiempo en varios países, principalmente por la importancia de los peces como fuente de alimentación para los humanos (Lamothe 1994).

Los estudios helmintológicos en poblaciones silvestres de peces, son importantes desde el punto de vista de la relación entre el parásito y el hospedero, pues esto podría las explotaciones comerciales de peces e incluso la salud pública en algunos casos, por tanto, requiere del estudio sobre las especies parasíticas, que permita plantear estrategias sobre el tema, tal como lo expone Salgado y Osorio (1987). En El Salvador, no se conoce el impacto de las comunidades acuáticas naturales, ya sea por la creación de represas en los ríos, y por la contaminación de los cuerpos de agua, razón por la cual, los estudios helmintológicos en estas poblaciones silvestres de peces, podrían ser determinantes en los sistemas artificiales de tilapias, ya que existe una relación biológica con otras especies del entorno como aves acuáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se realizó de mayo 2013 a noviembre 2014 en el Embalse Cerrón Grande (Río Lempa), con un espejo de agua de 135 km² y una altitud de 240 msnm. Se encuentra ubicado entre los departamentos de Cuscatlán, Chalatenango, Cabañas y San Salvador, con coordenadas en la parte céntrica del mismo de: 14°03' Latitud Norte y 89°04' Longitud Oeste.

Los sitios de muestreo se eligieron de acuerdo a la predilección de los pescadores de la zona en ese momento, y de técnicos de CENDEPESCA oficina El Paraíso, Chalatenango, tal como se describen a continuación: sitio I (Isla los Cabros, coordenadas X:-89.045368, Y: 14.05332); sitio II (Cantón Santa Bárbara, coordenadas X:-89.032654, Y:14.064933); sitio III (Isla los Soldados, coordenadas X:-89.075633, Y: 14.045909); sitio IV (Isla Tumbilla (coordenadas X:-89.043306, Y: 14.045301); sitio V (Nacimiento de agua, coordenadas X:-89.068825, Y: 14.077754); y sitio VI (Montaña Pluma Azul, coordenadas X:-

89.068629, Y: 14.037207).

Colecta de peces

Se trabajó con una muestra total de 126 peces vivos, que incluyó: Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Mojarra negra (*Amphilophus macracanthus*), Guapote tigre (*Parachromis managuense*), Carpa china (*Ctenopharyngodon idellus*), Istatagua (*Cichlasoma trimaculatum*) y Guapote roncador (*Pomadasys grandis*), en consideración de la importancia comercial en la zona.

La colecta se llevó a cabo en coordinación con los pescadores de la zona utilizando redes para pesca N°6, mediante el método de arrastre, con una duración de 45-90 minutos. La actividad se llevó a cabo una vez por semana, por un periodo de seis semanas. En cada sitio de muestreo se realizó una colecta de 26 ejemplares con tallas de 6.5-34.5 cm, procurando que todas las especies fueran representativas en la muestra.

Una vez capturados los peces, fueron separados por especie en depósitos plásticos sin tapadera, conteniendo agua del medio para su traslado al laboratorio. Los depósitos fueron rotulados con la siguiente información: fecha de captura, especie de pez y sitio de captura.

Recepción de las muestras

Los peces de cada muestreo fueron colocados en peceras de acrílico (4mm), 62 cm de largo, 47 cm de ancho y 46 cm de profundidad; con capacidad de 125 litros agua del medio, conectadas a un sistema de aireación artificial, el cual fue activado antes de depositar los peces. Los peces fueron liberados en un tiempo de 15 a 30 minutos para equilibrar la temperatura corporal con la del agua de las peceras, colocando seis peces por pecera, dejando en una sola pecera a la especie depredadora.

Se realizaron recambios de agua (50 % del volumen) cada tres días, a la cual previamente se le eliminó las concentraciones de cloro

mediante el reposo durante cuatro días. Los peces se mantuvieron vivos durante un periodo de cinco días, para lo cual las especies omnívoras se alimentaron con concentrado comercial, excepto el Guapote Tigre, que se utilizó carne fresca de Tilapia. Los peces en estudio fueron sexados e identificados mediante un número correlativo, nombre común y nombre científico.

Diagnóstico de parásitos externos

Este se llevó a cabo según metodología detallada por Salgado (2009), que incluyó un examen visual de la superficie corporal del pez, así como ambas caras de las aletas y opérculos, utilizando pinzas de punta fina, microscopio estereoscopio y compuesto. Posteriormente fueron retiradas las branquias, aletas y muestra de escamas, consecutivamente depositadas en cajas de Petri con solución salina 0.7 %, para luego ser observadas al microscopio. Los parásitos encontrados se colocaron en cajas de Petri conteniendo solución salina al 0.7 %.

Diagnóstico de parásitos internos

Se inició con el corte de un filete de músculo de la línea lateral, inmediatamente se retiraron ambos ojos y se extrajo el cerebro del pez. Posteriormente se realizó una incisión en la cavidad abdominal del pez, desde la cloaca hasta la intersección branquial, utilizando una tijera de punta recta, luego se procedió a retirar el tracto digestivo completo, desde la región oral-branquial, hasta el recto, ubicándolo en una caja de Petri conteniendo solución salina al 0.7 %. Las demás estructuras internas como hígado, mesenterios, tejidos grasos, los ojos y la muestra de músculo fueron también colocados individualmente en cajas de Petri con solución salina al 0.7 % para examinarlos externa e internamente auxiliándose del microscopio estereoscopio y compuesto, según el caso. Cada órgano (excepto los ojos) fueron colocados entre dos placas de vidrio o dos portaobjetos (técnica de compresión) para

facilitar la observación con el estereoscopio y determinar o descartar la presencia de parásitos.

Los helmintos (externos/internos) fueron aislados y posteriormente fotografiados. Los especímenes más grandes se lavaron con solución salina y colocados en viales con una solución de alcohol al 70 %, rotulados con la ubicación anatómica de procedencia, posteriormente identificados mediante claves taxonómicas y pictográficas propuestas por Vidal *et al.* (2002), por género y especie (Nombre Científico), solamente género, o únicamente la familia, y luego registrados en hoja de control parasitario.

Parámetros epidemiológicos

Para medir el comportamiento parasitario se evaluaron los siguientes parámetros: Prevalencia, que resulta de dividir el número de peces parasitados por una especie de parásito en particular, entre el total de peces examinados, mientras que la *Intensidad media*, resulta de dividir el total de parásitos de una especie particular de una muestra, entre el número de peces infestados con el parásito y *Abundancia media*, resulta de dividir el número de parásitos de una especie particular en una especie de pez, entre el total de peces examinados (infestados y no infestados).

Análisis de datos

Los datos individuales de cada pez, correspondiente a los parámetros: sexo, presencia de endoparásitos o ectoparásitos y ubicación geográfica (sitios de muestreo), fueron tomados y registrados en una base de datos en Excel (Microsoft), y posteriormente analizados mediante Chi cuadrado utilizando el programa SPSS v.19 con el objetivo de determinar el grado de relación que pudiera haber entre las variables y se expresa mediante la Ecuación 1.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (1.)$$

Donde O_i representa la frecuencia observada de realización de un acontecimiento determinado y E_i la frecuencia esperada teórica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia de peces por sitios de muestreo

La abundancia total encontradas en los seis sitios de muestreo se detallan en la Tabla 1, que incluye las siguientes especies: Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Mojarra negra (*Amphilophus macracanthus*), Guapote tigre (*Parachromis managuense*), Guapote roncador (*Pomadasys grandis*), Carpa china (*Ctenopharyngodon idellus*) y Istatagua (*Cichlasoma trimaculatum*). De manera general, los resultados apuntan que, del total de peces muestreados, 65.38 % fueron hembras y 34.62 % fueron machos.

Este comportamiento en la mayoría de casos, a

nivel de cuencas fluviales, están condicionados por factores fisicoquímicos y biológicos, entre los cuales están la temperatura, el flujo del agua, la corriente, la turbidez, la oxigenación, la disponibilidad de alimento y las interacciones entre las especies (Lacasa 1993). Probablemente, esta composición por sexo contribuya a mantener una densidad poblacional estable, a pesar de la presión ejercida por la pesca artesanal y las aves piscívoras sobre estos recursos en el embalse (MARN 2013). Cuando se compararon las especies de peces por sitios de muestreo, se pudo demostrar que cualquiera de las seis especies fue posible encontrar en los sitios señalados (46.961, $P = 0.005$); lo que sugiere, que todas las especies podrían estar influenciadas por las condiciones de los sitios establecidos, y sus efectos solo podrían ser notables en la reproducción, mostrando poblaciones más limitadas en algunas de las especies de peces estudiadas.

Tabla 1. Porcentaje de peces muestreados (Hembras y Machos) del Embalse Cerrón Grande.

Especie de pez	Peces muestreados	%	Hembras	%	Machos	%
Mojarra negra	56	35.90	39	38.24	16	29.63
Guapote tigre	46	29.48	30	29.41	17	31.48
Tilapia	38	24.36	22	21.57	16	29.63
Guapote roncador	9	5.77	6	5.88	3	5.56
Istatagua	6	3.85	5	4.90	1	1.85
Carpa china	1	0.64	0	0.00	1	1.85

Parásitos detectados

Los parásitos encontrados se agruparon taxonómicamente en las categorías: Filo, Clase, Subclase, Género y/ Nombre Científico. Los grupos más abundantes fueron de la

Clase Trematoda (*Filo Platelminos*), y más escasos los Nematodos y Eocantocáfalos (*Fila Nematelminto* y *Acantocéfalo*, respectivamente).

Dentro del Filo hylum Nematelmintos se encontraron parásitos de la clase nematoda, subclase secernentea; esta última es la única que bajo ciertas condiciones puede presentar zoonosis en su fase larvaria, concordando con Salgado (2009), quien afirma que los Platelminfos y Nematelmintos son frecuentes entre los animales silvestres, en particular entre los peces, pero solo un número relativamente reducido puede causar enfermedad al ser humano. Los órganos más parasitados fueron principalmente: las branquias, ojos, aletas, intestinos, bilis e hígado (Tabla 2).

Análisis de parásitos (internos/externos) por sitio de muestreo

Los resultados obtenidos sobre el recuento de ectoparásitos y endoparásitos por sitio de muestreo sin considerar en forma particular las especies de peces, el comportamiento fue relativamente similar en términos numéricos, excepto los sitios 3 y 6 (Figura 1), que mostraron mayor cantidad de parásitos en el mismo número de muestras de peces (con 160 y 159 parásitos respectivamente). Estos sitios compartían mayor nivel de vegetación circundante, lo que de alguna manera este microclima puede ser biológicamente favorable en la fauna parasitaria.

A pesar que los peces tienen mecanismos de defensa inmunitaria, según lo expresa Rubio (2010), la inmunidad innata les brinda defensas contra los parásitos, los que casi siempre en condiciones naturales están presentes en las poblaciones de peces (Lacasa 1993). Los parásitos, se encuentran en un complejo y dinámico equilibrio con sus hospedadores, sin embargo, este equilibrio puede ser alterado por numerosos factores ambientales de origen humano o natural; pues los humanos modifican continuamente los factores bióticos y abióticos de las masas de aguas, lo cual permite que las condiciones naturales en las que viven los peces no sean tan reales como se pretende.

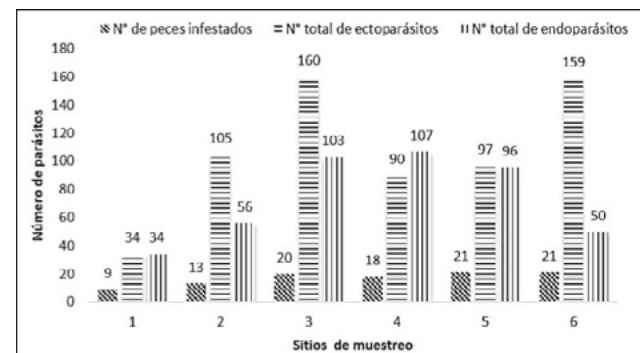


Figura 1. Recuento de endoparásitos y ectoparásitos de peces en sitios.

Tabla 2. Número de parásitos y órganos afectados de los peces del Embalse Cerrón Grande.

Filo	Clase	Subclase	Género/N.C.	N° de parásitos	Órganos	Zoonosis	Tipo de parásito
Platelminfos	Trematoda	Monogenea	Dactylogyrus sp	632	Branquias	No	Ectoparásito
	Trematoda	Monogenea	Gyrodactylus sp	13	Aletas	No	Ectoparásito
	Trematoda	Digenea	Diplostomum compactum	375	Ojos	No	Endoparásito
	Trematoda	Digenea	Clinostomum complanatum	6	Piel	Si	Ectoparásito
	Trematoda	Digenea	Crassicutis cichlasomae	1	Intestinos	No	Endoparásito
	Cestoda	-----	Valipora mutabilis	60	Bilis	No	Endoparásito
Nematelmintos	Nematoda	Secernentea	Contracaecum sp.	2	Hígado	L3	Endoparásito
Acantocéfalo	Eoacantocéfalos	-----	Neoechinorhynchus sp.	2	Intestinos	N/D	Endoparásito

Prevalencia parasitaria por especie de pez

La prevalencia general de parásitos correspondiente a los 156 peces muestreados, fue 65.38 % (Tabla 3), la cual podría ser considerada alta con respecto a los reportados por Ulloa (2008), quien encontró una prevalencia de 14.06 % en tilapias.

La Tabla 3 muestra el comportamiento de la prevalencia parasitaria por especie de pez, observándose a su vez, que la mayor prevalencia fue para Mojarra negra, Tilapia e Istatagua, con valores de 91.07 %, 68.42 %, 66.67% respectivamente; y con menor índice, Guapote tigre y Guapote roncador, con valores de 41.30 % y 22.22 %, respectivamente. La Carpa China no fue representativa para este parámetro. Estos resultados probablemente se debieron a la respuesta particular por especie de pez (componente genético relacionado con la respuesta inmunitaria), ya que las condiciones ambientales fueron las mismas, con pequeñas variaciones microclimáticas, lo que a su vez podría estar influenciada por la relación biológica (parásito-hospedador) como el caso de las altas poblaciones de aves piscívoras, dentro de los cuales sobresalen los cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*),

hospedador definitivo de algunas especies de parásitos de peces.

También debe considerarse los niveles de contaminación de dicho cuerpo de agua, que podría ser un factor de riesgo para modificar de alguna manera el sistema inmune de los peces; pues la mayoría de los contaminantes provenientes de la industria, y que según reportes del MARN (2013) en 1977 el agua del Embalse Cerrón Grande, mostró niveles de 0.27-0.78 mg/l de cromo (valor permisible 0.05 mg/l) y 1.77-6.28 mg/l de plomo (valor permisible 0.5 mg/l). Estos valores reportados sobrepasan 1,020 y 902 veces los valores permisibles respectivamente. De igual manera, los parámetros físico-químicos tales como: temperatura del agua, turbidez, salinidad, oxígeno disuelto y pH, pueden incidir grandemente en el incremento o disminución de la fauna parasitaria, disponibilidad o escasez de alimento (Lacasa 1993).

Tomando en cuenta todos los factores de riesgo antes descritos, a pesar de que no fueron medidos, estos podrían afectar el sistema inmunológico directa o indirectamente de los peces, modificando los niveles de prevalencia parasitaria.

Tabla 3. Prevalencia de parásitos por especie de peces.

Especie de pez	Peces muestreados	Positivos	Negativos	Prevalencia %
Mojarra negra	56	51	5	91.07
Tilapia	38	26	12	68.42
Istatagua	6	4	2	66.67
Guapote tigre	46	19	27	41.30
Guapote roncador	9	2	7	22.22
Carpa china	1	0	1	0.001
Total	156	102	54	65.38

Prevalencia general parasitaria por sitio de muestreo

En la Figura 2 se muestran los niveles de prevalencia parasitaria en cada sitio de muestreo, demostrándose que todos los peces del embalse están altamente parasitados, enfatizando que los peces de los sitios 3, 4, 5 y 6 tienen prevalencias arriba del 50%, y solamente los sitios 1 y 2 presentan valores más bajos con respecto a los demás sitios. Este comportamiento probablemente se deba a diferencias ambientales relacionadas con la vegetación circundante y efectos de la profundidad del agua, provocando cambios en la gradiente de temperatura y otros parámetros fisicoquímicos, que podrían de alguna manera provocar cambios de comportamiento tanto en los peces (incidencia negativa en la respuesta inmune), y el aumento potencial de la fauna parasitaria. Desde el punto de vista epidemiológico, los seis puntos muestreados tienen prevalencias parasitarias que podrían estar afectando la biología de los peces del cuerpo de agua estudiado, lo que a su vez podrían convertirse en un reservorio y fuente de diseminación de las especies de parásitos, principalmente aquellas relacionadas con hospederos/vectores como es el caso de las aves cormorán, cuyo radio de vuelo incluye ubicación geográfica de granjas comerciales de tilapias.

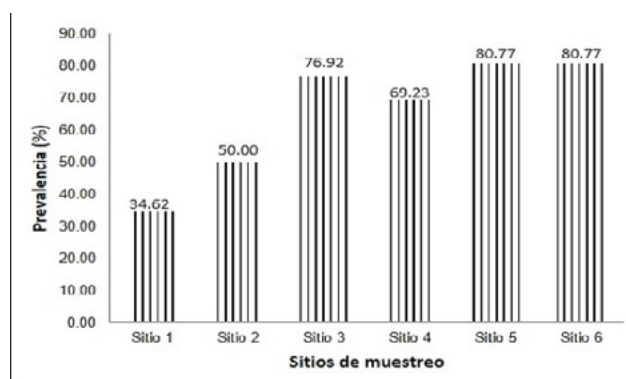


Figura 2. Prevalencia general parasitaria por sitio de muestreo.

Intensidad media (carga parasitaria) por especie de pez

La intensidad media general es aparentemente baja, con un valor de 3.84, lo que significa que cada pez de cualquiera de las especies del estudio, tuvo la posibilidad de albergar al menos 3.84 parásitos de cualquier taxón dentro del estudio.

Estos datos contrastan con los valores de prevalencia parasitaria general (65.38 %), que epidemiológicamente fue alta, sin embargo, la carga parasitaria no fue nada despreciable para la población analizada.

Cuando este mismo parámetro (intensidad media) se analiza para cada una de las especies de pez, para cada taxón parasitario (Figura 3), se observa que los Trematodos monogeneos (ubicados en aletas y branquias), representaron la mayor carga parasitaria en Istatagua, Mojarra, y Tilapia, con valores de 16.8, 9.5 y 8.8 respectivamente. Es importante señalar, que el hospedador, pudo haber estado influenciado por el tipo de alimentación requerida, la selección del hábitat, su posición en la jerarquía social y sus mecanismos de transmisión, factores asociados a diferentes tipos de fauna parasitaria (Hernández 2012).

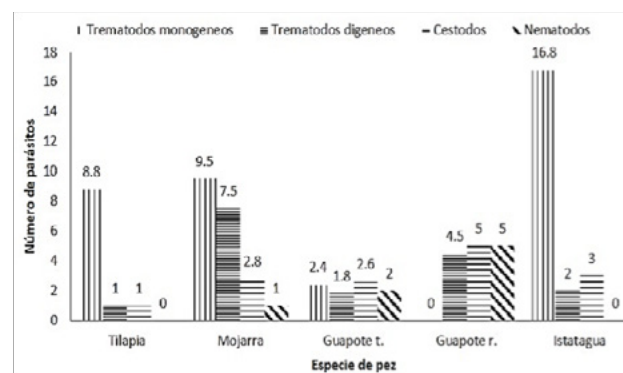


Figura 3. Intensidad parasitaria media por especie de pez.

Abundancia media de parásitos por especie de pez

La abundancia media general fue relativamente baja, lo que significa que en ese período cualquier especie de pez del embalse podría haber sido colonizado por al menos 1.78 parásitos de cualquier especie. Al analizar la abundancia media por especie de pez, enfatizando en cada taxón del parásito (Figura 4), se pudo constatar que los trematodos monogeneos procedente de aletas y branquias fueron más abundantes en Istatagua, seguida por tilapia y mojarra, con valores de 11.2, 6 y 5.9 respectivamente. Así mismo, se pudo establecer que los trematodos digeneos procedentes de ojos e intestinos fueron más abundantes en Mojarra, Guapote roncador, Istatagua, con valores de 6.0, 1.5 y 0.7 respectivamente.

Este comportamiento podría estar asociado a factores genéticos y ambientales de los peces, pues según hallazgos presentados por Hernández (2012) en un estudio realizado en granjas piscícolas en el Estado de Morelos, México, encontró que la abundancia de helmintos fue alta en época seca, posiblemente debido a la temperatura del agua, generando cambios importantes en la disponibilidad de oxígeno disuelto, generando mayores niveles de estrés, y una disminución en la inmunidad en los peces.

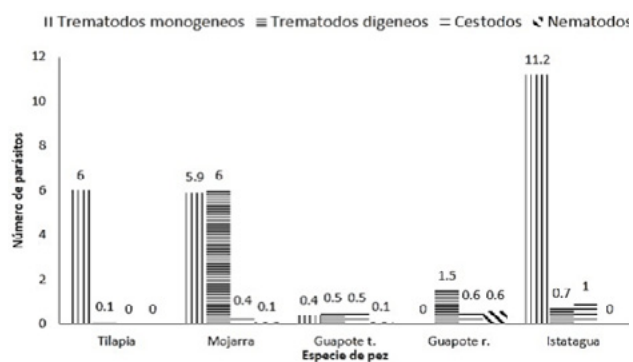


Figura 4. Abundancia media parasitaria por especie de pez.

Descripción de hallazgos (parásitos externos)

Gyrodactylus sp. y *Dactylogyrus* sp.

Ambos géneros son trematodos monogeneos, semitransparentes, y generalmente se encuentran en aletas, piel y branquias, cuyos tamaños alrededor de 0.5 mm de largo. Los hallazgos de este estudio permitieron demostrar que el género *Gyrodactylus* (Figura 5) se encontró parasitando únicamente a nivel de aletas (13 especímenes), descartándose en otras regiones del cuerpo; estos resultados coinciden con lo reportado por Osanz (2001), quien afirma que estos parásitos pueden encontrarse principalmente en la piel, aletas, espinas y branquias.

Generalmente, tienen forma alargada; la parte anterior (Prohaptor) dispone de ventosa oral, que rodea la boca, seguido por aparato digestivo y reproductivo, en la parte media tiene macro ganchos ubicados en la región ventral. La región posterior (Opisthaptor), dispone de estructuras de fijación, formada por un par de anclas, barras y un prominente escudo con ganchos marginales. Las especies de pez parasitadas con este organismo fueron: Mojarra, Istatagua, Tilapia y Guapote tigre. Según Scott y Anderson (1984), estos parásitos tienen muchos atributos biológicos favorables para persistir en vertebrados, tales como la capacidad de reproducirse vivíparamente sobre el hospedador en periodos cortos.

En contraste, el género *Dactylogyrus* sp (Figura 6) se pudo demostrar que las especies de pez con mayor nivel de parasitismo fueron: Mojarra, Tilapia, Istatagua y Guapote tigre, principalmente a nivel de branquias. Al igual que el género antes descrito, éste es semitransparente, pudiendo observarse algunas estructuras internas. Según estudio realizado en Turquía en cuatro tipos de agua dulce, lograron determinar que la variación

estacional y tamaño del hospedador estaban relacionadas entre sí.

Cuando se comparó la presencia de trematodos monogéneos con las especies de peces dentro del estudio, chi-cuadrado (34.500, $P=0.000$), se pudo determinar que las especies de peces estudiadas están relacionada con este grupo de parásitos.



Figura 5. *Cyrodactylus* sp.

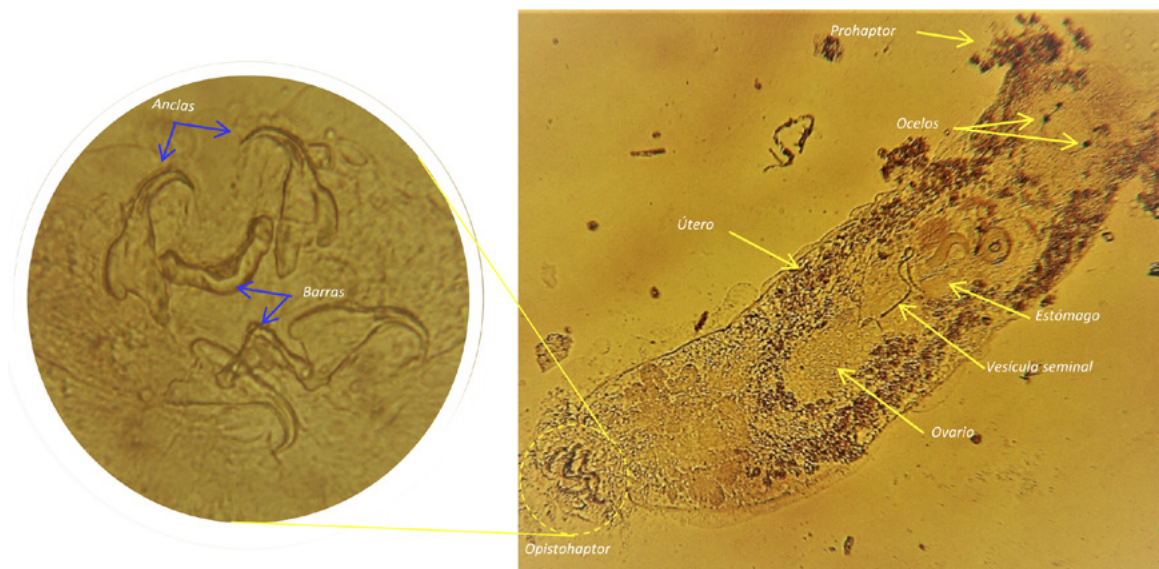


Figura 6. *Dactylogyus* sp.

***Diplostomum compactum* (Lutz 1928)**

El parásito es un trematodo digéneo, y su estadio inmaduro (metacercaria) se encontró parasitando el globo ocular a nivel del cristalino (Figura 7) en todas las especies de peces del estudio. Este parásito tiene forma alargada en forma de lanza (Figura 8), dispone de una ventosa oral (región anterior), dos ojos que recorren todo el cuerpo del espécimen. En la región posterior tienen un acetábulo de mayor tamaño que la ventosa oral.

El estado adulto de este género parasitario se desarrolla en intestino de las aves piscívoras, y para este caso particular se sospecha de garzas y cormoranes (*P. brasiliensis*), pues son parte de la fauna del humedal; este último, se considera una especie invasora, según publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN 2013). En varios estudios realizados en América, se ha podido establecer presencia de este parásito en tilapias y otras especies de peces de interés comercial; de igual manera en México, (García, et al. 2009), descubrieron altas prevalencias de metacercarias en tilapias.

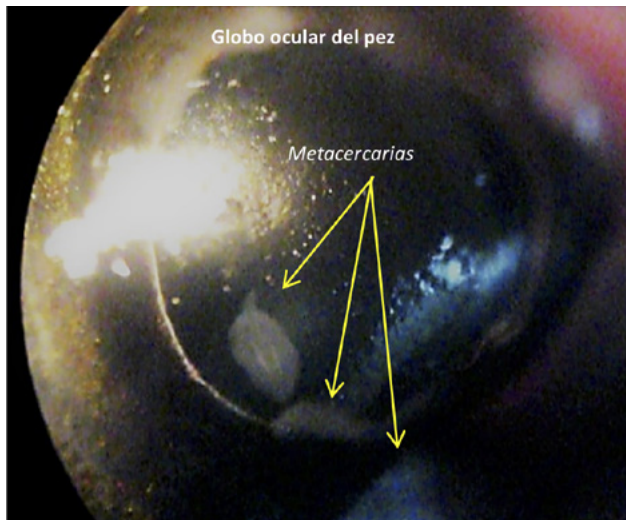


Figura 7. *Diplostomum compactum*

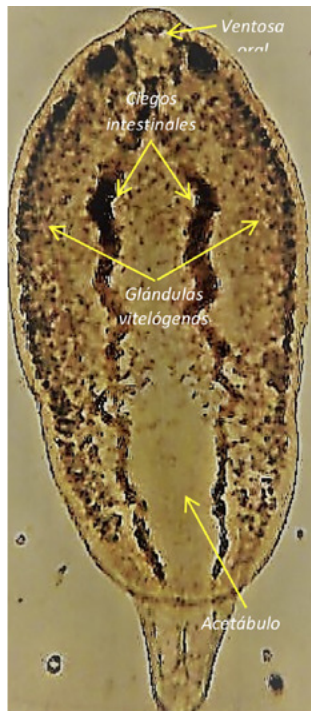


Figura 8. *Diplostomum*

***Clinostomum complanatum* (Rudolphi 1814)**

Es un trematodo digeneo en estado larvario (metacercaria), el cual se encontró en el interior de un pequeño quiste de color amarillento sobre la piel de la región dorsal y aletas de mojarra.

Las larvas presentaron cuerpo aplanado dorso ventralmente (Figura 9), fue posible observarlo a simple vista, pues su tamaño ronda entre 3-4.5 mm y un ancho de 1-1.3 mm, presenta una ventosa oral, un acetábulo, ciegos intestinales a lo largo del cuerpo, testículo anterior y posterior, y un ovario ubicado anatómicamente entre ambos testículos. Este parásito está reportado como zoonótico, ya que en Corea del Sur se tuvo un caso de faringitis en una persona causada por esta especie (Dong-Il, et al. 1995).

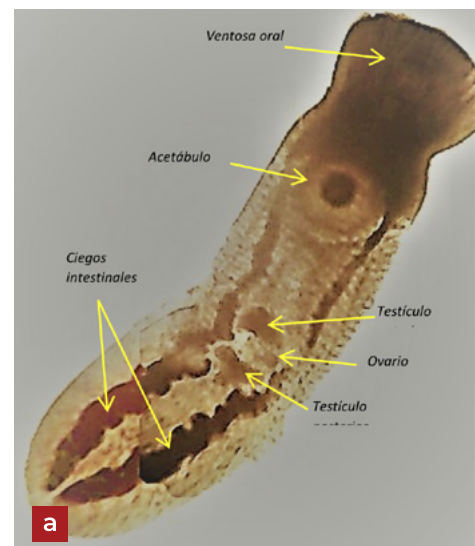


Figura 9. a) *Clinostomum complanatum*; b) quiste en su interior; c) larva fuera del quiste

***Crassicutis cichlasomae* (Manter, 1936)**

Este es un parásito digeneo adulto (Figura 10), tiene un cuerpo oval con una ventosa oral, esófago corto, seguido por ciegos intestinales bifurcados en la misma dirección que los folículos vitelinos. Se encontraron a nivel de intestinos de todas las especies de peces

muestreadas.

El mismo género parasitario, fue reportado en Costa Rica por Bravo-Hollis y Arroyo (1936), en estudio realizado en Guanacaste. También Salgado (2006), reportó el mismo género en distintas cuencas hidrológicas de México en donde han registrado en 25 especies de peces cíclidos. Cuando se compara la presencia de este grupo parasitario (digeneos) con las especies de peces dentro del estudio, chi-cuadrado ($61.045, P=0.000$) se pudo establecer una relación entre los parásitos y las especies de peces.

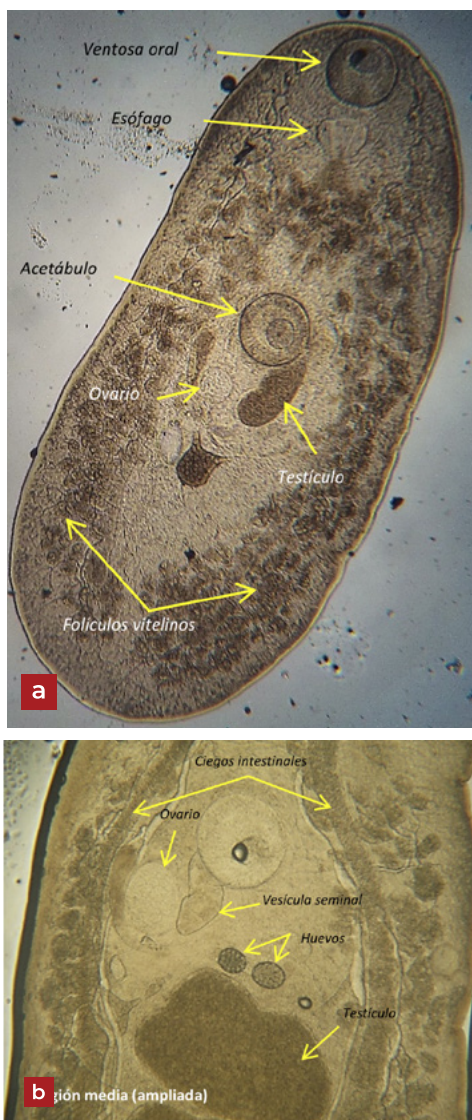


Figura 10. a) *Crassicutis cichlasomae*; b) región media ampliada.

***Valipora mutabilis* (Linton, 1927)**

Es un metacéstodo (fase larvaria) que se encontraron en forma libre (Figura 11) dentro de la vesícula biliar de Mojarra negra y Guapote roncador, (60 especímenes en total); estas larvas (Figura 12) tenían una longitud que ronda los 500 μm de largo y 150 μm de diámetro. Este mismo parásito fue reportado por Pinto *et al.* (2004), en un estudio realizado a aves acuáticas en pantanos brasileños. De igual manera Scholz y Salgado (2001) en México, Guevara (1983) encontró el mismo espécimen parasitario. La fase adulta se desarrolla en el intestino delgado de aves piscívoras como garzas y cormoranes (hospedadores definitivos). La biología de este parásito no es tan conocida, aunque se cree que los peces se infestan cuando se alimentan de crustáceos que poseen plerocercoides. Mediante la prueba de chi-cuadrado ($7.502, P=0.186$) se pudo demostrar que la especie de pez no está influenciada por este parásito, es decir que todas las especies podrían ser parasitadas.



Figura 11. Larvas de *V. mutabilis* en vesícula biliar.



Figura 12. *Valipora mutabilis*

***Neoechinorhynchus* sp.**

Estos son gusanos acantocéfalos (Figura 13) que se caracterizan por poseer una probóscide espinosa retráctil, la cual sirve para penetrar la pared intestinal de los peces; son de sexo separado, las hembras son de mayor tamaño que los machos. En este estudio se encontraron únicamente dos, a nivel de intestino de mojarra. Los machos tienen un tamaño que ronda entre 800-1105 µm de largo y 264-368 µm de ancho, mientras las hembras tienen 724-3,190 µm (Vidal et al. 2002); Brito-Porto. et al. (2017) descubrieron una nueva especie de *Neoechinorhynchus* en peces Siluriformes del lago Catalao en Brazil, mientras que Alava J.J. y Aguirre W.E. (2005) reportaron el mismo género en peces marinos *Micropogonias altipinnis*, mediante el uso de microscopía electrónica.



Figura 13. *Neoechinorhynchus* sp. a) región anterior de un macho; b) región posterior de una hembra.

***Contracaecum* sp.**

De este género parasítico, se encontraron dos especímenes a nivel del hígado en Tilapia y Mojarra Negra. A pesar de tener una baja prevalencia, es uno de los pocos parásitos con capacidad zoonótica. Los hospedadores definitivos de los miembros de este género son aves piscívoras, y en este caso se sospecha principalmente del ave cormorán (*P. brasiliensis*).

Según Anderson (1992), su tercer estadio larvario

se presenta generalmente encapsulado, siendo el humano un hospedador intermediario de manera accidental, por el consumo de carne de pescado crudo.

Cuando se comparó la presencia de este nematodo con las especies de peces capturadas, la prueba de chi-cuadrado (3.579, $P=0.612$), por lo que se concluye que no existe relación entre estos parásitos y las especies de peces estudiadas, ya que comparten el mismo cuerpo de agua y las condiciones ambientales, incluyendo el posible hospedador definitivo.

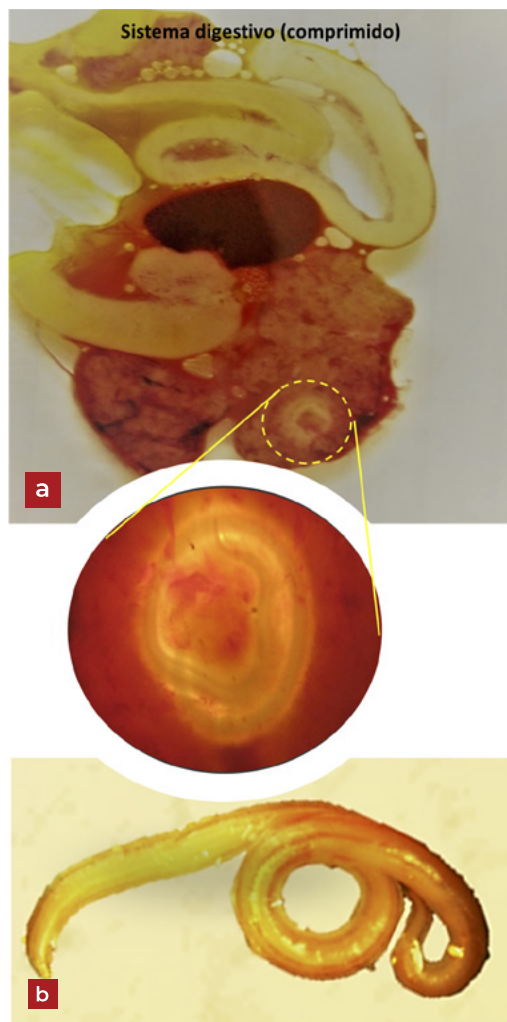


Figura 14. a) Sistema digestivo comprimido;
b) *Contracaecum* sp. (L3)

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permitieron demostrar que la composición de los peces de importancia comercial del embalse Cerrón Grande, para el período analizado, fueron: Mojarra negra (*Amphilophus macracanthus*) 35.90 %, Guapote tigre (*Parachromis managuense*) 29.40 %, Tilapia (*Oreochromis niloticus*) 24.36 %, Guapote roncador (*Pomadasys grandis*) 5.77 %, Istatagua (*Cichlasoma trimaculatum*) 3.85 %, y Carpa china (*Ctenopharyngodon idellus*) 0.64 %, lo cual podría poner en evidencia la presión de estos recursos.

La prevalencia general (poliparasitismo) para todas las especies de peces, durante el periodo del estudio, fue de 65 %, epidemiológicamente es un valor elevado, que de alguna manera afecta la ictiofauna, principalmente aquellas especies con mayor nivel de prevalencia, como Mojarra negra, Tilapia e Istatagua (91.07 %, 68.42 % y 66.67 % respectivamente). Los grupos parasitarios más abundantes (intensidad) en orden descendente fueron Trematodos monogeneos, seguidos por Trematodos digeneos, cestodos, nematodos y acantocéfalos. En general, la fauna parasitaria encontrada es variada, agrupada en Trematodos monogeneos y digeneos; Cestodos y Nematodos, y dentro de éstos especial atención a aquellos parásitos de carácter zoonótico como *Clinostomum complanatum* y *Contracaecum* sp.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Universidad de El Salvador, Centro América.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alava, JJ; Aguirre WE. 2005. Scanning electron microscopy of *Neoechinorhynchus* sp.

- (Acanthocephala: Neoechinorhynchidae), a possible new species of intestinal parasite of the Tallfin croaker *Micropogonias altipinnis*. *Parasitol Latinoam* 60:48-53.
- Anderson, R.C. 1992. *Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission*. 2nd Edition. CABI Publishing, Wallingford, Oxon (UK), 650 pp.
- Akinsanya, B; Hassan, A y Adeogun AO. 2008. Gastrointestinal Helminth Parasites of the fish *Synodontis clarias* (Siluriformes: Mochokidae) from Lekki lagoon, Lagos, Nigeria. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 56
- Banco Central de Reserva (BCR). 2012. *Revista trimestral* (en línea). SV. Consultado 13 mar. 2013. Disponible en: <http://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1821540352.pdf>.
- Bravo-Hollis, M. y Guido A. 1962. Tremátodos de peces de Costa Rica. 1. Sobre dos especies del género *Crassicutis* Manter 1936, (Lepocreadiidae Nicoll, 1914) del intestino de *Cichlasoma* sp. *Rev. Biol. Trop.* 10 (2): 229-235.
- Brito-Porto, D; Silva-de Souza, AK y Oliveira-Malta, JC. 2017. A new species of *Neoechinorhynchus* (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) from the freshwater fish *Ageneiosus inermis* (Siluriformes) in the Brazilian Amazon. *Revista Mexicana de Biodiversidad Taxonomy and sistematics* 798-800
- Bakke TA & PD Harris. 1998. Diseases and parasites in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Suppl. 1): 247-266.
- Dong-Il C.; Cgu-Hwan, M. y Hyun-Hee, K. 1995. The first human case of *Clinostomum complanatum* (Trematoda: Clinostomidae) infection in Korea. *The Korean Journal of Parasitology*. Vol. 33, N°. 3 219-223.
- Scott, ME y Anderson RM. 1984. The population dynamics of *Gyrodactylus bullatarudis* (Monogenea) within laboratory populations of the fish host *Poecilia reticulata*. *Parasitology*:89, 159-194 159
- FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social). 2012. *Informe de Coyuntura Económica: primer trimestre de 2012* (en línea). Consultado el 12 mar. Disponible en: http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/informe_de_coyuntura_trimestre_i_2012_protegido.pdf
- García, MI; Muñoz AB; Amaya, AI; Roldan PI; Moreno, AG. 2009. Manual de laboratorio de Parasitología, Cestodos (en línea). *Revista Reduca (Biología)*. Serie Parasitología. 2(5):1-36. Consultado 05 ene 2013. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/805/819>
- Guevara, FE. 1983. Estudio limnológico preliminar del embalse artificial Cerrón Grande. Universidad de El Salvador. 118 p.
- Hepher, B; Pruginin, Y. 2001. *Cultivo de peces comerciales* Trad. LF Canudas. 5a. ed. D.F. MX. Limusa. 316 p.
- Hernández Ocampo, D. 2012. Diagnóstico y transmisión de Helminthos introducidos en peces exóticos del Estado de Morelos, Mexico Tesis Dr. MX. Universidad Autonoma de Queretaro. 50p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) /MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2011. Caracterización de la cadena productiva de acuicultura (tilapia), (en línea). SV. Consultado 14 ene. 2013. Disponible en: http://www.iica.int/Esp/regiones/central/salvador/Documents/Documentos%20PAF/caracterizacion_acuicola_tilapia.pdf
- Lacasa Millan, MI. 1993. Introducción a la parasitofauna de peces ciprinidos de la

- cuenca media del río Llobregat. Tesis Dr. ES. Universidad autónoma de Barcelona. 393p.
- Lamothe Argumedo, R. 1994. Importancia de la helmintología en el desarrollo de la acuicultura_(en línea). MX._ Consultado_14_ene._2013. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/91627.pdf>
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Pato Chanco invade Cerrón Grande (en línea). Consultado 12 feb. 2015. disponible en: http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&catid=1:noticias-ciudadano&id=1787:pato-chanco-invade-cerron-grande&Itemid=227
- Osanz, A. 2001. Presencia de larvas de anisákidos (Nematoda: Ascaridoidea) en pescado de consumo capturado en la zona pesquera de Tarragona. (en línea) Tesis Dr. en Veterinaria. Barcelona. Universidad Autónoma de Barcelona. 223 p. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5628/acom1de2.pdf?sequence=1>
- Rubio, MG. 2010. Inmunología de los peces óseos. Revisión (en línea). Revista. Mex. De cienc. pecuarias. 1(1):47-57. Consultado 22 dic. 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2656/265620245004.pdf>
- Salgado Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico_(en línea). Consultado_30_dic_2014_disponible_en:_http://www.mapress.com/zootaxa/2006f/zt01324p357.pdf
- Salgado Maldonado, G. 2009. Atlas de helmintos de peces de agua dulce de México las especies más comunes de helmintos. (en línea). Consultado 25 nov. 2013. Disponible en: http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/s/salgado/manual/manual_prac_parasitol.pdf
- Salgado Maldonado, G; Osorio Sarabia, D. 1987. Helmintos de algunos peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. MX. Ciencia y Desarrollo CONACyT mayo - junio. no. 74:41 - 57.
- Sanmartín. ML; Quintero. P; Santamaria. MT; Iglesias. R; Leiro. J; Ubeira; FM. 1994. Nematodos parásitos en peces de Costas Gallegas, Madrid, ES, Díaz de Santos, S.A. 80.p.
- Scholz, T; Salgado-Maldonado, G. 2001. Metacestodes of the family Dilepididae (Cestoda: Cyclophyllidae) parasitising fishes in Mexico. Systematic Parasitology. 49: 23-40.
- Scott, M., & Anderson, R. 1984. The population dynamics of *Gyrodactylus bullatarudis* (Monogenea) within laboratory populations of the fish host *Poecilia reticulata*. Parasitology, 89(1), 159-194. doi:10.1017/S0031182000001207
- Ulloa-Ulloa, L.A. 2008. Determinación de parásitos en pescados más comercializados, en los mercados 10 de noviembre y 24 de mayo (bellavista), ubicado en el cantón Guaranda, provincia bolívar. Tesis Lic. EC. Universidad estatal de bolívar. 96 p.
- Vidal Martínez, VM; Aguirre Macedo, LM; Sholz, T; Gonzales Solis, D; Mendoza Franco, EF. 2002. Atlas de los helmintos Parásitos de ciclidos de México. Instituto Politécnico Nacional (en línea).MX. Tresguerras. 184 p. consultado el 14 mar. 2013. Disponible en: <http://www.ciclidos-Mexico.com/articulos/helmintos%20en%20los%20ciclidos.pdf>