

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe, holding a staff, standing on a green hill. Above him is a golden crown and a lion rampant. The background is blue with a castle on the left and a sun on the right. The text "UNIVERSITAS SAN CAROLINI COACTIVA" is written around the bottom edge, and "SIBIS CONSPICUA" is at the top.

**“HELMINTOS GASTROINTESTINALES DEL PEZ BLANCO DE PETÉN
(*Petenia splendida*): ESPECIES Y PREVALENCIA DE PARASITOSIS
EN LA POBLACIÓN DEL LAGO PETÉN ITZÁ, PETÉN, GUATEMALA”**

MARÍA ALEJANDRA PENADOS BURGOS

Médica Veterinaria

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

**“HELMINTOS GASTROINTESTINALES DEL PEZ BLANCO DE PETÉN
(*Petenia splendida*): ESPECIES Y PREVALENCIA DE PARASITOSIS
EN LA POBLACIÓN DEL LAGO PETÉN ITZÁ, PETÉN, GUATEMALA”**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

POR

MARÍA ALEJANDRA PENADOS BURGOS

Al Conferírsele el Grado Académico de

Médica Veterinaria

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	Med. Vet. Leonidas Ávila Palma
SECRETARIO:	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amilcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.Sc. Med. Vet. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	Med. Vet. Y Zoot. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV:	Br. Javier Enrique Baeza Chajón
VOCAL V:	Br. Ana Lucía Molina Hernández

ASESORES

Med. Vet. MANUEL RODRÍGUEZ ZEA
M.Sc. Med. Vet. DENNIS SIGFRIED GUERRA CENTENO
M.Sc. Med. Vet. FEDERICO VILLATORO

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el Trabajo de Tesis titulado:

“HELMINTOS GASTROINTESTINALES DEL PEZ BLANCO DE PETÉN (*Petenia splendida*): ESPECIES Y PREVALENCIA DE PARASITOSIS EN LA POBLACIÓN DEL LAGO PETÉN ITZÁ, PETÉN, GUATEMALA”

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar el título profesional de:

MÉDICA VETERINARIA

TESIS QUE DEDICO

- A MIS PADRES: Por su apoyo incondicional, sus buenos consejos y por animarme día a día a seguir adelante y no rendirme para alcanzar mis metas. Por darme la oportunidad de seguir mis propios sueños y porque sé que este esfuerzo también es suyo. Sin ustedes no hubiera logrado llegar hasta aquí.
- A MIS HERMANOS: Por ser un ejemplo a seguir. Por su amor y apoyo.
- A PABLO: Porque eres mi compañero, mi mejor amigo, mi respaldo y mi amor. Por haber recorrido conmigo este camino desde el inicio hasta el final, dándome todo tu apoyo y amor infinito. Nunca terminaré de agradecértelo.
- A ANDRESITO: Por darme tantas alegrías y amor.
- A MIS TIOS Y PRIMOS: Por compartir conmigo los mejores momentos, por sus consejos y palabras de apoyo durante toda mi vida.
- A MIS ABUELOS: Especialmente a mi Bito Alejandro, que siempre estuvo pendiente de mí y por compartir conmigo su amor a los animales. Aunque no estés presente sé que esperabas con emoción este día.
- A MIS AMIGOS: A todos con los que he compartido alegrías y tristezas. Porque son parte muy importante de mi vida.
- A MIS MASCOTAS: Porque han sido el mejor regalo y mi inspiración.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS Y LA VIRGEN: Por brindarme la sabiduría, paciencia y voluntad para llegar hasta aquí.
- A MI FAMILIA: Por su total apoyo en todos los aspectos de mi vida.
- A LA FAMILIA PUGA VERA: Por considerarme parte de su familia y por su apoyo incondicional.
- A LA USAC y FMVZ: Por ser mi casa de estudios.
- A RESTAURANTE EL GRAN JACAL: Por su colaboración para la realización de este trabajo.
- A MIS ASESORES: Por su tiempo, paciencia y muestras de confianza.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
1.1	General	3
1.2	Específicos	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1	Helminths	4
4.1.1	Phylum Platyhelminths	4
4.1.1.1	Clase Trematoda	4
4.1.1.1.1	Orden Digenea	5
4.1.1.1.1.1	Características biológicas	7
4.1.1.2	Clase Cestoda	8
4.1.1.2.1	Morfología	8
4.1.1.2.1.1	Características biológicas	9
4.1.2	Phylum Nematelminths	10
4.1.2.1	Clase Nematoda	10
4.1.2.1.1	Morfología	10
4.1.2.1.2	Características biológicas	12
4.2	Pez blanco de Petén (<i>Petenia splendida</i>)	14
4.2.1	Clasificación taxonómica	14
4.2.2	Biotopo	14
4.2.3	Distribución	14
4.2.4	Forma	14
4.2.5	Dimorfismo sexual	15
4.2.6	Coloración	15
4.2.7	Comportamiento	16
4.2.8	Alimentación	16
4.2.9	Reproducción	16
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1	Área de estudio	17
5.2	Materiales	17
5.2.1	Recursos humanos	17
5.2.2	Recursos institucionales	17
5.2.3	Material de campo	17
5.2.4	Material de laboratorio	18
5.2.5	Material de escritorio	18
5.2.6	Equipo de laboratorio	19
5.3	Métodos	19
5.3.1	Determinación del tamaño de la muestra	19
5.3.2	Colecta de tractos gastrointestinales del pez blanco (<i>Petenia splendida</i>)	20

5.3.3	Determinación del sexo de los peces	20
5.3.4	Almacenamiento de tractos gastrointestinales	20
5.3.5	Procesamiento de las muestras	20
5.3.6	Determinación de la carga parasitaria gastrointestinal	21
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
VII.	CONCLUSIONES	24
VIII.	RECOMENDACIONES	25
IX.	RESUMEN	26
X.	BIBLIOGRAFÍA	27
XI.	ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Resultados finales.....	30
----------	-------------------------	----

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1:	Mapa de ubicación de la cuenca Lago Petén Itzá.....	34
-----------	---	----

Imagen 2:	Pez blanco de Petén, <i>Petenia splendida</i>	34
-----------	---	----

I. INTRODUCCIÓN

El pez blanco de Petén (*Petenia splendida*), es un valioso recurso faunístico amenazado por la contaminación de los cuerpos de agua y la sobreexplotación. Esta especie de pez, es importante desde por lo menos tres puntos de vista: 1) Ha sido por miles de años, un importante recurso alimenticio para el humano, 2) Es una especie que contribuye a mantener el equilibrio ecológico en el ecosistema del lago Petén Itzá y otros cuerpos de agua de la ecorregión septentrional del país y 3) Es una especie con importancia de uso económico, tanto para explotación intensiva con fines de producción de alimento, como para producción de individuos ornamentales para acuario. Desde el punto de vista de la limnología, *Petenia splendida* es una especie emblemática que puede ser utilizada como “especie bandera” o “especie paraguas” en proyectos de conservación de ecosistemas lacustres del norte de Guatemala.

A pesar de ser una especie emblemática y un recurso importante desde los puntos de vista de alimentación humana, uso económico y mantenimiento de las cadenas tróficas y los procesos ecológicos, no existe suficiente información publicada sobre los parásitos que afectan a esta especie. Se sabe que las parasitosis son importantes factores que regulan el tamaño de las poblaciones y que, bajo ciertas condiciones, podrían incluso causar elevadas mortalidades y generar extinciones locales de sus hospederos.

Con la presente investigación, pretendo generar información sobre los endoparásitos que afectan a *Petenia splendida*, así como algunos aspectos de la localización de los parásitos en el hospedero. Esta información podrá ser aplicada en esfuerzos de conservación *in situ*, y *ex situ*, así como en proyectos de manejo comercial.

II. HIPÓTESIS

1. Los helmintos gastrointestinales están presentes en el 50% de los peces muestreados.
2. No existe efecto del sexo del pez, sobre la prevalencia de helmintiasis y la carga parasitaria de helmintos.

III. OBJETIVOS

3.1 General

Generar conocimiento sobre los parásitos que afectan a la ictiofauna guatemalteca.

3.2 Específicos

- Determinar las especies de helmintos presentes en muestras de tractos gastrointestinales de *Petenia splendida* provenientes del Lago Petén Itzá.
- Determinar la carga parasitaria por taxón del parásito.
- Determinar si existe efecto del sexo del pez, sobre la prevalencia de helmintiasis y la carga parasitaria de helmintos.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Helmintos

Los helmintos forman un numeroso grupo de metazoarios parásitos y de vida libre. El término helminto deriva de la voz latina *helmins*, que significa gusano; como helmintos consideramos a todos aquellos organismos que poseen las características de ser vermiformes y parásitos (Ponce de León, 1996; Quiroz, H. 2005).

Para su estudio se dividen en Phylum *Platyhelminthes* o gusanos planos y Phylum *Nemathelminthes* o gusanos *cilindroides*. (Quiroz, H. 2005)

4.1.1 Phylum Platelmintos

El phylum *Platelmintos* incluye tres clases: *Turbellaria*, *Trematoda* y *Cestoda*, todos ellos se caracterizan por tener un cuerpo blando, aplanado dorsoventralmente, y son hermafroditas. Los órganos están incluidos en un tejido denominado parénquima y los órganos excretores son células flamíferas. No tienen sistema respiratorio ni circulatorio. (Bowman, D. 2004; Rodríguez, M. 2008)

4.1.1.1 Clase Tremátoda

Los cuerpos de los trematodos o duelas están aplastados dorsoventralmente, no están segmentados y son de forma foliácea, lanceolada, conoide, ovoide, cilindroide o filiforme. Todos los órganos están incluidos en un parénquima, sin existir cavidad corporal. Las diferentes especies se adhieren al exterior o a los órganos internos del hospedador mediante ventosas, ganchos o pinzas. Tienen boca y tubo digestivo y, generalmente no existe ano. La boca conduce a una faringe muscular, que se continúa en un intestino que se divide en dos ramas, que a su vez, se pueden subdividir. (Quiroz, H. 2005; Rodríguez, M. 2008)

El sistema excretor, ramificado, tiene células flamíferas, y llega a una vesícula excretora que generalmente tiene una abertura posterior. Para su reproducción son hermafroditas. Los ciclos biológicos pueden ser directos o indirectos. (Rodríguez, M. 2008)

La clase *Trematoda* contiene tres órdenes: *Monogenea*, *Aspidogastrea* y *Digenea*. (Bowman, D. 2004)

Las familias incluidas en el orden *Digenea* son las que tienen importancia en Medicina Veterinaria. Se encuentran parasitando la mayor parte de las vísceras, tales como los conductos biliares y pancreáticos, tracto digestivo, pulmón, aparato génitourinario, circulatorio y formas aberrantes en ojos y útero entre otros. (Quiroz, H. 2005)

4.1.1.1.1 Orden Digenea

El orden *Digenea* se llama así porque sus miembros siguen un desarrollo indirecto o con generaciones sexuales y asexuales que parasitan hospedadores alternativos. (Bowman, D. 2004)

Los digeneos de peces pueden ser diferenciados por la fase del ciclo de vida que parasita al pez hospedero: 1) aquellos que viven como adultos y que producen huevos para continuar su ciclo de vida y 2) aquellos que viven como metacercarias libres o enquistadas en diferentes órganos del hospedero y cuyas cercarias pueden penetrar activamente (por piel o branquias) o pasivamente (por la ingestión de hospederos infectados) al pez. (Hoffman, 1999)

En cíclidos, los digeneos adultos son gusanos hermafroditas, que comúnmente parasitan el estómago e intestino, y menos frecuentemente la vesícula biliar o uréter entre otros órganos. El cuerpo de estos helmintos está formado por el

parénquima, órganos de fijación, sistema nervioso, sistema reproductor, sistema digestivo y aparato excretor. Las estructuras de fijación, son por lo general, dos ventosas conocidas como ventosa oral y la ventosa ventral o acetábulo. Se distinguen seis tipos de digeneos: anfistomas, monostomas, gasterostomas, holostomas, equinostomas y dinostomas. (Vidal et. Al, 2002).

El tegumento que recubre el cuerpo del digeneo puede ser liso o espinoso. Las espinas pueden estar a todo lo largo del cuerpo, sólo en parte, o no tener espinas. En el extremo anterior del cuerpo se localiza la ventosa oral que puede ser terminal o subterminal y que en cada caso rodea a la boca. La boca se continúa con una prefaringe que desemboca a la faringe la cual es en general de oval a redonda y frecuentemente musculosa. El esófago antecede al intestino, el cual puede tener uno o dos ciegos. El sistema excretor es protonefridial, con células en flama al final de los túbulos colectores. La red de túbulos colectores desembocan en una vesícula excretora, que puede tener al menos cuatro formas: V, Y, I o X. (Vidal et. Al, 2002)

El sistema reproductor presenta órganos masculinos y femeninos. Los órganos masculinos pueden contener uno, dos (en la mayoría de las especies o más testículos). De los testículos parten los tubos llamados *vasa eferentia* que se unen para formar el *vas deferens*. Este tubo llega hasta una vesícula seminal que conecta a su vez con las glándulas prostáticas y finalmente con el cirro que es el órgano intromisorio. El cirro desemboca a un poro genital. (Vidal et. Al, 2002)

El sistema reproductor femenino está compuesto por un ovario que puede ser globular, lobulado o alargado y que puede estar doblado sobre sí mismo. Del ovario surge el oviducto, al cual se conecta el conducto vitelogénico común. El oviducto desemboca al ootipo que a su vez está rodeado por las glándulas de Mehlis. Del ootipo parte el útero que es largo y que termina en un atrio genital o en un poro genital independiente. La porción terminal del útero es comúnmente conocida como metratermo y es musculosa. Las glándulas vitelógenas pueden formar grupos compactos o folículos ampliamente distribuidos a todo lo largo del cuerpo. Las

metacercarias presentan una morfología semejante a la del adulto excepto por la falta de desarrollo del sistema reproductor. (Vidal et. Al, 2002)

4.1.1.1.1 Características biológicas

En el ciclo de vida de los digeneos, el huevo adquiere el vitelo en el ootipo, con el cual se alimenta la larva que crece dentro. El huevo es expulsado del cuerpo del gusano al intestino del hospedero y excretado a su vez con las heces al exterior. Pocos huevos sobreviven a la desecación, a la ausencia de un hospedero que los ingiera o por la falta de estímulos adecuados para la eclosión. Por tanto, de los huevos sobrevivientes se libera una larva ciliada llamada miracidio. Esta larva es libre nadadora y migra en busca del primer hospedero intermediario que es en general un molusco (gasterópodo o bivalvo). (Vidal et. Al, 2002)

Dentro del molusco, generalmente un caracol, el miracidio pierde su epidermis ciliada dando lugar a la siguiente fase de desarrollo conocida como esporocisto. Este estadio larval migra a la glándula digestiva, gónadas, etc. dependiendo de la especie de digeneo. En general, una vez establecido, el esporocisto madura y las células germinales que contiene se diferencian hasta alcanzar el estadio de redia (excepto de los *Strigeida* y los *Bucephalidae* que no tienen redias). A su vez, dentro de las redias hay células germinales que se diferenciarán en redias hijas y dentro de éstas, más células que se diferenciarán en cercarias. Las cercarias son la forma infectiva al siguiente hospedero intermediario (invertebrado o vertebrado) y tienen cola y glándulas de penetración. Al penetrar al hospedero, las cercarias pierden la cola y se enquistan para desarrollarse hasta metacercarias. En este estadio se mantienen en espera de que el hospedero sea comido por el hospedero definitivo, comúnmente un vertebrado que puede ser terrestre o acuático. (Vidal et. Al, 2002)

Las etapas del ciclo de vida de los digeneos más dañinas a los peces son las cercarias que penetran a través de la piel y las metacercarias que se pueden acumular en el cuerpo de estos organismos. Dependiendo de la cantidad de

metacercarias que se acumulen en un hospedero, los daños pueden ser desde mecánicos, cuando el parásito no es extremadamente patogénico hasta mortales. (Vidal et. Al, 2002)

4.1.1.2 Clase Céstoda

4.1.1.2.1 Morfología

Los céstodos son parásitos internos (endoparásitos) del sistema digestivo de vertebrados. El cuerpo de un céstodo típico está constituido por tres partes: 1) el escólex, que es el órgano de fijación situado en el extremo anterior del gusano, 2) la región del cuello, situada inmediatamente posterior al escólex, es una parte poco diferenciada y es donde se originan los proglótidos inmaduros, 3) el estróbilo es el resto del cuerpo del gusano y está formado por una cadena de proglótidos que son unidades en las que se encuentran los órganos reproductores, tanto masculinos como femeninos. Casi todos los céstodos son monoicos (hermafroditas). (Vidal et. Al, 2002)

En algunos céstodos el estróbilo está formado por un proglótido de cada tipo; entonces se le llama monoico, otras veces tienen docenas o cientos de proglótidos de cada tipo y entonces se les denomina polizóicos. Las estructuras internas de los céstodos son: pared del cuerpo, parénquima, musculatura, sistema osmorregulador, sistema nervioso, aparato reproductor masculino y femenino. (Quiroz, H. 2005)

Los céstodos no poseen aparato digestivo, por lo que su alimentación se realiza a través de la pared corporal por un proceso de absorción de material semidirigido que se encuentra en su hábitat intestinal, del cual extraen sus nutrientes. (Quiroz, H. 2005)

La respiración de los céstodos se realiza en forma aerobia cuando hay oxígeno disponible o anaerobia en condiciones de poca tensión de oxígeno. (Quiroz, H. 2005)

El sistema reproductor masculino consiste de varios testículos situados en el parénquima. De cada testículo parte un vaso aferente que se unen para formar un vaso deferente común. En algunas especies hay una vesícula seminal. El vaso deferente se conecta con el cirro, el cual está dentro de la bolsa del cirro. La vesícula seminal puede estar dentro o fuera de la bolsa del cirro. En la bolsa del cirro, hay células prostáticas que abren dentro del cirro por conductos citoplasmáticos. El cirro es protráctil y abre un poro genital situado en la superficie del atrio genital. (Quiroz, H. 2005; Vidal et. Al, 2002)

En el sistema reproductor femenino, existe un ovario con uno o varios lóbulos, de los cuales se origina un oviducto. El oviducto desemboca en una diminuta cámara llamada ootipo. En el ootipo confluyen las glándulas de Mehlis y el conducto vitelogénico común, que resulta de la unión de los conductos vitelogénicos primarios y el conducto del receptáculo seminal que conecta al tubo vaginal. La vagina abre generalmente en el atrio común, localizado lateral o medianamente en el proglótido.

El tubo que parte del ootipo es el útero y abre en un poro uterino independiente. La morfología de las formas larvales es muy simple, y las características más relevantes son la presencia de ventosas y ganchos. En general, la ausencia de órganos internos no permite identificar a estas larvas específicamente. (Quiroz, H. 2005; Vidal et. Al, 2002)

4.1.1.2.1.1 Características biológicas

Existe una gran diversidad en los ciclos de vida de los céstodos, pero prácticamente todos requieren un hospedero intermediario. Así también, existen

diferentes tipos de larvas: procercoides, plerocercoides, cisticercoides, cisticercos y estrabilocercos. (Vidal et. Al, 2002)

Existen céstodos adultos y formas larvales. Los adultos en peces están representados por los pseudofilídeos y que tienen un solo hospedero intermediario con una larva procercoide. (Vidal et. Al, 2002)

Las formas larvales están representadas por los dilepídidos, que tienen como primer hospedero intermediario a un copépodo y como hospederos definitivos a aves como las garzas. También en forma larval están los proteocefálicos, que tienen como hospederos intermediarios a copépodos y a peces depredadores como hospederos definitivos (p. ej. *Rhamdia guatemalensis*) (Vidal et. Al, 2002)

4.1.2 Phylum Nematelmintos

4.1.2.1 Clase Nemátoda

4.1.2.1.1 Morfología

El cuerpo de los nemátodos es en general cilíndrico y puede terminar en extremos aguzados. Los nemátodos son dióicos (sexos separados) y con un dimorfismo sexual muy marcado. Generalmente las hembras son más grandes que los machos. (Vidal et. Al, 2002)

Las papilas cervicales se encuentran a nivel del anillo nervioso y pueden ser puntiagudas o redondeadas. El poro excretor abre en la parte anterior del gusano o a nivel del anillo nervioso. Las papilas genitales tienen forma de ombligos saltones, son elevaciones cuticulares redondeadas y pueden ser pedunculadas o sésiles. Las papilas pedunculadas tienen conductos que comunican al extremo distal de la papila en los márgenes de las alas con la cutícula.

Normalmente, las papilas genitales están arregladas en hileras que corren longitudinalmente en la mitad o tercio posterior del nemátodo. Estas papilas se dividen en tres grupos: preanales, adanales y postanales. Las papilas adanales y postanales también están dispuestas en pares y se presentan alrededor y posteriores a la cloaca respectivamente. La punta de la cola de los nemátodos puede tener mucrones (pequeñas proyecciones en forma de dedos), espinas, o simplemente acabar en una larga y delgada punta. (Vidal et. Al, 2002)

El sistema digestivo de los nemátodos es completo y está representado por una boca, que en vista apical puede ser circular, oval, triangular o en forma de rendija y rodeada por dos o tres labios. La boca conduce a una cavidad bucal llamada estoma cuyas paredes pueden estar esclerotizadas y presentar diferentes estructuras como estrías, dientes, placas, tridentes, etc. La cavidad es seguida por un esófago muscular, que puede presentar forma de clava o cilindro y con un lumen trirradiado para continuarse en una parte glandular, o presentar ambas secciones separadas corriendo paralelamente.

Existen normalmente dos a tres glándulas esofágicas que pueden proyectarse fuera del esófago, como apéndices. El esófago puede proyectarse frecuentemente dentro del intestino como una valva trirradiada o como un ventrículo de naturaleza glandular. Del ventrículo pueden partir estructuras como el apéndice ventricular. El intestino es normalmente un tubo cilíndrico y recto, que presenta en algunos casos un ciego intestinal. El recto está cuticularizado y finaliza en un ano. En algunas especies el ano no es funcional. (Vidal et. Al, 2002)

El sistema reproductor masculino está formado por un testículo filiforme, un *vas deferens*, una vesícula seminal y un conducto eyaculatorio. Estas dos últimas estructuras pueden estar indiferenciadas. El conducto eyaculatorio se une a la parte ventral del recto para formar la cloaca. Cerca de la abertura de la cloaca están las estructuras accesorias genitales que ayudan a la copulación. Estas estructuras son

las espículas, placas copulatorias, gubernáculo, alas caudales, bolsa copulatriz, ventosa precloacal y las papilas caudales o genitales. (Vidal et. Al, 2002)

El sistema reproductor femenino está constituido por dos ovarios tubulares, oviductos, útero, vagina y vulva. Un receptáculo seminal puede presentarse entre el oviducto y el útero. El sistema reproductor puede ser monodelfo (con un solo juego de órganos reproductores), didelfo (con dos juegos) o polidelfo (con más de dos juegos). También es posible distinguir si la hembra es anidelfa (teniendo los dos juegos de órganos en sentidos opuestos), prodelfa (con los úteros paralelos y dirigidos anteriormente) u opistodelfa (con los úteros paralelos y dirigidos posteriormente). La vulva abre en el lado ventral del cuerpo y su posición depende de la especie de nemátodo. Ésta puede ser prominente o estar provista con pliegues cuticulares. (Vidal et. Al, 2002)

Los huevos son variables en tamaño, forma y estructura. Algunas veces cuentan con filamentos, cubiertas gelatinosas o placas polares que son un tapón en un extremo del huevo. Los huevos pueden contener desde células no segmentadas hasta larvas completamente desarrolladas. En algunos nemátodos, las larvas pueden estar vivas y libres dentro del útero. La morfología de las larvas es semejante a la de los adultos con la única excepción de que no hay órganos reproductores ni estructuras sexuales secundarias desarrolladas. Esta condición hace imposible identificar específicamente a los nematodos larvales. (Vidal et. Al, 2002)

4.1.2.1.2 Características biológicas

El desarrollo embrionario incluye los estados de mórula, blástula, gástrula y la de renacuajo en donde el embrión adquiere forma de verme. (Quiroz, H. 2005)

Según el estado de desarrollo de los huevos al ser puestos, éstos pueden ser ovíparos, cuyo estado de desarrollo es de una sola célula o de mórula. Los ovovivíparos son aquellos cuyos huevos en el momento de ser puestos contienen ya

el estado de embrión. A otros se les denomina vivíparos debido a que la primera larva se forma en el útero. (Quiroz, H. 2005)

Normalmente, el desarrollo evolutivo de los nematodos incluye un estado de huevo, cuatro estados larvarios y el adulto. Entre cada estado larvario hay una muda o cambio de cutícula; ésta puede ser rígida o elástica y permitir el crecimiento. Mediante acción enzimática cada estado larvario se libera de su envoltura para llegar al siguiente que puede estar precedido de letargo. (Quiroz, H. 2005)

Los ciclos de vida de los nemátodos son muy complejos e incluyen desde ciclos directos hasta aquellos con más de tres hospederos. Los insectos acuáticos, copépodos, crustáceos y oligoquetos sirven como los principales hospederos intermediarios de los nemátodos. Los invertebrados generalmente funcionan como primeros hospederos intermediarios, mientras que los peces pueden actuar como hospederos definitivos, segundos hospederos intermediarios u hospederos paraténicos o de transporte. (Vidal et. Al, 2002)

Ya sea en ciclo directo o indirecto, los huevos o las larvas producidas en el huésped definitivo no son infestantes, excepto raras excepciones, es necesario el desarrollo larvario hasta la fase infestante. En los ciclos directos este desarrollo ocurre en el suelo húmedo, la pradera o el agua. En los ciclos indirectos el desarrollo de la fase infestante ocurre en el huésped intermediario. (Quiroz, H. 2005)

Después del proceso de infestación, la mayoría de los nemátodos deben realizar una migración por diferentes órganos y tejidos para llegar al sitio de localización en donde alcanzan su madurez sexual. (Quiroz, H. 2005)

La transmisión en los nemátodos, incluye un complejo sistema de relaciones entre la población de animales y el medio ambiente, las cuales varían en tiempo y espacio. (Quiroz, H. 2005)

4.2 Pez blanco de Petén (*Petenia splendida*)

4.2.1 Clasificación taxonómica

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciformes

Familia: Cichilidae

Subfamilia: Cichlasomatinae

Género: *Petenia*

Especie: *Petenia splendida*

(ITIS, 2009)

4.2.2 Biotopo

Se les encuentra mayormente en las aguas sin mucho movimiento, por lo tanto habitan preferentemente en los lagos y en los remansos de los ríos. (Pereiro, R. 2009)

4.2.3 Distribución

En la cuenca del río Usumacinta en Guatemala, Belice y México, y en la cuenca del río Grijalva, en México. Su localidad tipo, es el lago Petén Itzá. (BayScience Foundation, 2009; Pereiro, R. 2009)

4.2.4 Forma

Comprimida lateralmente y alargada, con una cabeza muy angulada, su mandíbula es protráctil, cuando se despliega forma una especie de tubo que le permite capturar y devorar presas por medio de la succión. (Pereiro, R. 2009)

Un orificio en cada lado de la cabeza. Interrupción de la línea lateral en la mayoría de las especies. Las escamas en las líneas laterales puede ser más de 100, por lo general 20-50. Aleta dorsal por lo general con 7-25 espinas dorsales y 5-30 rayos suaves. 3-15 espinas en la aleta anal (generalmente 3); 4-15 rayos suaves (algunos con 30). Plataforma subocular ausente. (BayScience Foundation, 2009)

Los machos pueden alcanzar fácilmente los 45 cm. de longitud total, y las hembras alcanzan al menos los 30 cm. (Danko,D. 1997)

4.2.5 Dimorfismo sexual

Los machos son de mayor tamaño y tienen la finalización de la aleta dorsal en punta, en tanto que la de las hembras es redondeada.(Pereiro, R. 2009)

4.2.6 Coloración

Petenia splendida se encuentra en dos patrones de colores, uno normal y uno oligomelánico. El patrón de color normal de *P. splendida* tiene un fondo plateado con muchos puntos y manchas. Adicionalmente, la zona ventral puede exhibir un oscuro matiz rojizo. Los peces que ostentan este patrón pueden ser vistos en las aguas del río Papaloapan, del río Coatzacoalcos y en otras aguas de América Central. El *Petenia splendida* de tipo oligomelánico es de un color rojo sólido y ha sido reportado en los ríos de Belice. (Danko,D. 1997)

Mientras los adultos del tipo oligomelánico muestran una coloración rojo sólido, los alevines muestran los típicos patrones negros y plateados de los individuos de coloración normal. Este patrón está presente hasta alcanzar un tamaño de 7.5 a 10 cm, cuando el patrón cambia a la coloración roja. Inicialmente, el color es rosado o moteado; sin embargo, se intensifica con el tamaño y la edad al intenso rojo sólido de los adultos. (Danko,D. 1997)

Las escamas exhiben un perfil perlado, el cual es más pronunciado en los machos que en las hembras. (Danko,D. 1997)

Los peces blancos jóvenes comienzan a desarrollar su patrón de color característico cuando alcanzan un tamaño de 7.5 a 10 cm de longitud. (Jiménez, S. 2005)

4.2.7 Comportamiento

Moderadamente agresivo. (Danko,D. 1997)

4.2.8 Alimentación

Es un depredador nato, se le considera una especie carnívora. Se alimenta de peces y grandes invertebrados. (BayScience Foundation, 2009; Pereiro, R. 2009)

4.2.9 Reproducción

Biparental. La pareja limpiará cuidadosamente una piedra dispuesta a modo de loseta, tras lo cual la hembra podrá desovar hasta 1.000 huevos. La hembra y el macho alternan la deposición y fertilización de varias filas de huevos, con una masa resultante la cual forma un arreglo circular u oval de huevos colocados uno por uno. Los huevos eclosionarán sobre las 72 horas, y cuatro días después estarán nadando libremente los alevines. La madurez sexual llega entre 10 y 20 meses después de la eclosión. (Jiménez, S. 2005; Pereiro, R. 2009)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Área de estudio

Los peces estudiados provinieron del Lago Petén Itzá, ubicado en el Departamento de El Petén al norte de la República de Guatemala. Es el segundo lago más grande del país, después del lago de Izabal. En uno de sus islotes está la cabecera municipal, Flores. Se encuentra a una altura de 110 msnm. Tiene una extensión aproximada de 99 km² y una profundidad máxima de 160 metros. (Cruz, de la. 1982)

5.2 Materiales

5.2.1 Recursos humanos

- Estudiante tesista.
- Tres Médicos Veterinarios asesores.
- Personal técnico del restaurante “El Gran Jacal” ubicado en la Ciudad Flores, Petén.

5.2.2 Recursos Institucionales

- Laboratorio de Parasitología Facultad de Medicina Veterinaria de la USAC.
- Unidad de Vida Silvestre de la FMVZ, USAC.

5.2.3 Material de Campo

- Bolsas plásticas
- Marcador permanente

- Frasco con tapa de rosca
- Hojas de bisturí
- Mango de bisturí
- Hilo de algodón
- Guantes de látex
- Hielera de poliestireno expandido
- Masking tape

5.2.4 Material de Laboratorio

- Formol al 10%
- Cajas de Petri
- Pinzas
- Solución sobresaturada de azúcar
- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos
- Bandejas de acero inoxidable
- Lugol
- Pipetas de plástico
- Lámpara magnificadora

5.2.5 Equipo de Escritorio

- Atlas de helmintos parásitos de los cíclidos de México (Vidal et al. 2002)
- Libro Parasites of Laboratory Animals (Flynn, R. 1973)
- Libreta de apuntes
- Hojas de papel tamaño carta, 80 gramos blancas
- Tinta negra y a color
- Lápiz y lapiceros
- Cámara digital

- Computadora
- Impresora

5.2.6 Equipo de Laboratorio

- Microscopio óptico
- Microscopio estereoscopio
- Beaker
- Balanza electrónica
- Pistilo

5.3 Métodos

5.3.1 Determinación del tamaño de la muestra

Determiné el tamaño de la muestra para establecer la prevalencia de parasitosis (asumiendo una prevalencia del 50% para todos los taxa de helmintos, y un nivel de precisión de $\pm 10\%$) mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

z= 1.96 para el 95% de confianza, 2.56 para el 99%

p= frecuencia esperada del factor a estudiar

q= 1 – p

e = precisión o error admitido

$$n_0 = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

$$n_0 = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (0.5)}{0.1^2}$$

$$n_0 = 96$$

Aproximé el tamaño de la muestra a 110 individuos.

5.3.2 Colecta de tractos gastrointestinales del pez blanco (*Petenia splendida*)

Colecté los tractos gastrointestinales de especímenes de *Petenia splendida*, provenientes del Lago Petén Itzá, en el restaurante “El Gran Jacal”.

5.3.3 Determinación del sexo de los peces

Revisé los peces antes de la extracción de los tractos gastrointestinales para determinar el sexo de éstos. Para determinar el sexo de los peces, examiné las gónadas y utilicé caracteres morfológicos de la aleta dorsal: los machos son de mayor tamaño y tienen la finalización de la aleta dorsal en punta, en tanto que la de las hembras es redondeada. (Pereiro, R. 2009)

5.3.4 Almacenamiento de tractos gastrointestinales

Ligué los extremos de los tractos gastrointestinales con hilo de algodón para evitar el derramamiento del contenido de éstos. Almacené los tractos gastrointestinales en bolsas plásticas con formol al 10%. Identifiqué cada bolsa con un número y el sexo del espécimen. Coloqué las muestras en una hielera de poliestireno expandido para transportarlas al laboratorio. Los peces que presentaron parásitos en el celoma, fueron colocados en otra hielera para colectarlos y tipificarlos posteriormente.

5.3.5 Procesamiento de las muestras

Procesé las muestras en el laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC, mediante observación directa de las muestras.

5.3.6 Determinación de la carga parasitaria gastrointestinal

Realicé el método de flotación utilizando la técnica de Sheater para registrar la cantidad de huevos de parásitos observados en cada tracto gastrointestinal. (Benbrook, EA; Sloss, MW. 1965)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tomé muestras de 110 especímenes de pez blanco, *Petenia splendida*, provenientes del Lago Petén Itzá. De las 110 muestras estudiadas, ninguna presentó helmintos gastrointestinales.

Al no encontrar ningún tipo de helminto gastrointestinal en los peces muestreados, no se logró determinar la carga parasitaria ni la prevalencia de helmintiasis intestinal.

El hecho de no encontrar helmintos en las muestras estudiadas puede deberse a que los lagos pertenecen a cuencas de drenaje interno, en las que las aguas no tienen salida y se acumulan en ella. En este caso el agua que llega al lago proviene únicamente de la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales que afloran en su interior. Esta población no ha tenido contacto con las fuentes potenciales de infección de las formas parasitarias. (CONABIO. Vidal et. al. 2002).

El Lago Petén Itzá no cuenta con desagües superficiales, únicamente recibe aguas superficiales del Río Ixlú e Ixpop que son los principales afluentes, pero hay otros menos importantes como el Río Naranjo, Pijul, y arroyos como el Tigre y Cantetul, además muchas quebradas que durante invierno aportan agua al lago. Es decir que los afluentes que mantienen su nivel son de bajo caudal y es posible que éstos no arrastren las fases infectivas. (Reyes, E. 2007)

Por otro lado, los helmintos parásitos presentan ciclos de vida complejos, con uno o más hospederos intermediarios, que solo pueden ser completados bajo ciertas condiciones. Todos los componentes bióticos (hospederos intermediarios y/o definitivos) deben coincidir, temporal, espacial y regularmente para que el ciclo biológico de los parásitos se complete y se mantenga.

Este estudio sugiere que el área muestreada del Lago Petén Itzá no tiene las características ideales para que se complete el ciclo de los helmintos gastrointestinales (Aguilar, R. 2006; Hernández, H. 2001).

Como dato anecdótico, 79 de los especímenes examinados presentaron helmintos en el celoma.

VII. CONCLUSIONES

1. No encontré ningún helminto gastrointestinal en las muestras de tractos gastrointestinales de *Petenia splendida* provenientes del Lago Petén Itzá.
2. No determiné la carga parasitaria ya que no encontré ningún helminto gastrointestinal.
3. No fue posible determinar si existe efecto del sexo del pez, sobre la prevalencia de helmintiasis y la carga parasitaria de helmintos

VIII. RECOMENDACIONES

1. Ampliar el área de estudio e incluir peces *Petenia splendida* que se encuentren en la cuenca del río Usumacinta en Guatemala.
2. Utilizar alcohol al 70% en lugar de formol al 10% para la conservación de las muestras.
3. Realizar estudios sobre los parásitos encontrados en el celoma.

IX. RESUMEN

Tomé muestras de 110 especímenes de pez blanco, *Petenia splendida*, provenientes del Lago Petén Itzá. De las 110 muestras estudiadas, ninguna presentó helmintos gastrointestinales.

Procesé las muestras en el laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC, mediante observación directa de las muestras.

El hecho de no encontrar helmintos en las muestras estudiadas puede deberse a que los lagos pertenecen a cuencas de drenaje interno, en las que las aguas no tienen salida y se acumulan en ella. En este caso el agua que llega al lago proviene únicamente de la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales que afloran en su interior. Esta población no ha tenido contacto con las fuentes potenciales de infección de las formas parasitarias.

Mis resultados podrían sugerir que el área muestreada del Lago Petén Itzá no tiene las características ideales para que se complete el ciclo de los helmintos gastrointestinales (Aguilar, R. 2006; Hernández, H. 2001).

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, R; Salgado, G. 2006. Diversidad de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en dos cuencas hidrológicas de México: los helmintos y la hipótesis del México betadiverso. México, D.F., UNAM. 7 p.
2. Authentic Maya. 2009. Petén central (en línea). Consultado 3 oct. 2009. Disponible en <http://www.mayasautenticos.com/Central%20peten.htm>
3. Bay Science Foundation. 2009. Petenia splendida (Giant catfish). Zipcodezoo.com (en línea). Consultado 20 ago. 2009. Disponible en http://zipcodezoo.com/Animals/P/Petenia_splendida/#top
4. Benbrook, EA; Sloss, MW. 1965. Parasitología clínica veterinaria. Trad. Roberto Macías Naranjo. México, D.F., Editorial Continental, S.A. 260 p.
5. Bowman, DD; Lynn, RC; Eberhard, ML. 2004. Parasitología para veterinarios. Madrid, ES, Elsevier. 300 p.
6. Carbajal, JL; Hernández, S; Lanza, G de la. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). México. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 639 p.
7. Cruz, JR de la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 42p.
8. Danko, D. 1997. Cuidado y cría de la Tenguayaca roja, Petenia splendida. The Cichlid Room Companion (en línea). Consultado 20 ago. 2009. Disponible en <http://www.cichlidae.com/article.php?id=62&lang=es>
9. Flynn, R. 1973. Parasites of Laboratory Animals. Estados Unidos. The Iowa State University Press. 884p.
10. Guatemala. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2009. Manejo de la cuenca del Lago Petén Itzá (en línea). Consultado 28 feb. 2011. Disponible en http://www.marn.gob.gt/documentos/bid/lb_cap_iiia.pdf
11. Hernández et al. 2001. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. México. Instituto de Biología, UNAM. 419 p.



12. Integrated Taxonomic Information System, Data Acces. 2009. (en línea) Consultado 20 ago. 2009. Disponible en <http://www.itis.gov/index.html>
13. Jiménez, SN. 2005. Informe Final de Pasantía: cultivo experimental de pez blanco (*Petenia splendida*) en la Finca El Remate, Petén. Guatemala. USAC/CEMA.
14. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro y cuencas endorréicas cercanas (en línea). Consultado 28 feb. 2011. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_062.html
15. Pereiro, R. 2009. *Petenia splendida*. Atlas Dr. Pez (en línea). Consultado 20 ago. 2009. Disponible en <http://atlas.drpez.org/Petenia-splendida>
16. Pérez, G. 1996. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. México. UNAM. 100 p.
17. Quiroz, H. 2005. Parasitología y enfermedades parasitarias en animales domésticos. México, D.F., Limusa. 876 p.
18. Rapps, J. Tangled up in Cichlids: Photo gallery (on line). Consultado 15 oct. 2009. Disponible en <http://www.tangledupincichlids.com/photo.html>
19. Reyes, E. 2007. Evaluación de la contaminación del pez blanco (*Petenia splendida*) en tejido muscular y su relación con los niveles de calidad de agua del Lago Petén Itzá, Guatemala. Guatemala. USAC. 76 p.
20. Salgado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico (en línea). Consultado 12 abr. 2011. Disponible en: www.mapress.com/zootaxa/2006f/zt01324p357.pdf
21. Sokal, RR; Rohlf, FJ. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3rd edition. W. H. Freeman and Co., New York. 887 p.
22. Vidal et al. 2002. Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México. México, D.F., Instituto politécnico nacional. 182 p.



XI.ANEXOS

Tabla No. 1: Resultados finales

No. de muestra	Sexo	Resultado	Localización
1	H	POSITIVO	Celoma
2	M	POSITIVO	Celoma
3	H	POSITIVO	Celoma
4	H	POSITIVO	Celoma
5	M	POSITIVO	Celoma
6	H	POSITIVO	Celoma
7	M	POSITIVO	Celoma
8	M	POSITIVO	Celoma
9	M	POSITIVO	Celoma
10	H	POSITIVO	Celoma
11	H	POSITIVO	Celoma
12	H	POSITIVO	Celoma
13	H	POSITIVO	Celoma
14	M	POSITIVO	Celoma
15	H	POSITIVO	Celoma
16	H	POSITIVO	Celoma
17	H	POSITIVO	Celoma
18	H	POSITIVO	Celoma
19	M	POSITIVO	Celoma
20	M	POSITIVO	Celoma
21	H	POSITIVO	Celoma
22	M	POSITIVO	Celoma
23	M	POSITIVO	Celoma
24	M	POSITIVO	Celoma
25	M	POSITIVO	Celoma
26	M	NEGATIVO	

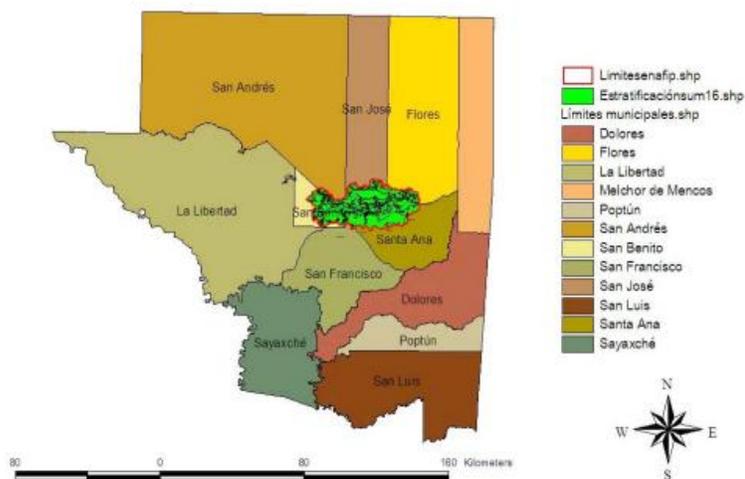
27	M	NEGATIVO	
28	M	NEGATIVO	
29	M	NEGATIVO	
30	H	NEGATIVO	
31	H	NEGATIVO	
32	H	NEGATIVO	
33	M	NEGATIVO	
34	M	POSITIVO	Celoma
35	M	POSITIVO	Celoma
36	M	NEGATIVO	
37	M	NEGATIVO	
38	H	NEGATIVO	
39	H	NEGATIVO	
40	M	NEGATIVO	
41	H	NEGATIVO	
42	M	POSITIVO	Celoma
43	M	POSITIVO	Celoma
44	M	POSITIVO	Celoma
45	M	POSITIVO	Celoma
46	M	POSITIVO	Celoma
47	M	POSITIVO	Celoma
48	H	NEGATIVO	
49	H	POSITIVO	Celoma
50	H	NEGATIVO	
51	H	POSITIVO	Celoma
52	H	NEGATIVO	
53	H	POSITIVO	Celoma
54	H	POSITIVO	Celoma
55	M	POSITIVO	Celoma
56	H	POSITIVO	Celoma

57	H	POSITIVO	Celoma
58	M	POSITIVO	Celoma
59	H	POSITIVO	Celoma
60	M	POSITIVO	Celoma
61	M	POSITIVO	Celoma
62	M	POSITIVO	Celoma
63	H	POSITIVO	Celoma
64	H	POSITIVO	Celoma
65	H	POSITIVO	Celoma
66	H	POSITIVO	Celoma
67	M	POSITIVO	Celoma
68	H	POSITIVO	Celoma
69	H	POSITIVO	Celoma
70	H	POSITIVO	Celoma
71	H	POSITIVO	Celoma
72	M	POSITIVO	Celoma
73	M	POSITIVO	Celoma
74	H	POSITIVO	Celoma
75	M	POSITIVO	Celoma
76	M	POSITIVO	Celoma
77	M	POSITIVO	Celoma
78	M	POSITIVO	Celoma
79	M	NEGATIVO	
80	M	NEGATIVO	
81	M	NEGATIVO	
82	M	NEGATIVO	
83	H	NEGATIVO	
84	H	NEGATIVO	
85	H	NEGATIVO	
86	M	NEGATIVO	

87	M	POSITIVO	Celoma
88	M	POSITIVO	Celoma
89	M	NEGATIVO	
90	M	NEGATIVO	
91	H	NEGATIVO	
92	H	NEGATIVO	
93	M	NEGATIVO	
94	H	NEGATIVO	
95	M	POSITIVO	Celoma
96	M	POSITIVO	Celoma
97	M	POSITIVO	Celoma
98	M	POSITIVO	Celoma
99	M	POSITIVO	Celoma
100	M	POSITIVO	Celoma
101	H	POSITIVO	Celoma
102	M	POSITIVO	Celoma
103	M	POSITIVO	Celoma
104	H	POSITIVO	Celoma
105	M	POSITIVO	Celoma
106	H	POSITIVO	Celoma
107	H	POSITIVO	Celoma
108	M	POSITIVO	Celoma
109	M	POSITIVO	Celoma
110	H	POSITIVO	Celoma

Fuente: elaboración propia.

Imagen No. 1: Mapa de ubicación de la Cuenca Lago Petén Itzá.



Fuente: MARN, 2009

Imagen No. 2: Pez blanco de Petén, *Petenia splendida*

Fuente: elaboración propia.


Br. MARÍA ALEJANDRA PENADOS BURGOS


MED. VET. MANUEL RODRÍGUEZ ZEA
ASESOR


M. Sc. DENNIS GUERRA
ASESOR


M. Sc. FEDERICO VILLATORO
ASESOR

IMPRÍMASE:


MED. VET. LEONIDAS ÁVILA PALMA
DECANO

