



UNAP



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA**

TESIS

**USO DE METRONIDAZOL Y ALBENDAZOL EN EL TRATAMIENTO DE
NEMÁTODOS EN *Corydoras virginiae* (BURGESS, 1993)**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
BIÓLOGA ACUICULTORA**

PRESENTADO POR:

**ASTRID CAROLINE RODRIGUEZ MENDOZA
GRISSEL MILAGROS CAMPOS ACUÑA**

ASESORES

**Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M. Sc.
Blgo. GERMAN AUGUSTO MURRIETA MOREY, Dr.**

IQUITOS, PERÚ

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 009-CGT-UNAP-2021

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante plataforma virtual, a los 04 días del mes de noviembre de 2021, a horas 10:10AM se dió inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: “ **USO DE METRONIDAZOL Y ALBENDAZOL EN EL TRATAMIENTO DE NEMÁTODOS EN *Corydoras virginiae* (BURGESS, 1993)**”, presentado por las Bachilleres **ASTRID CAROLINE RODRIGUEZ MENDOZA** y **GRISSEL MILAGROS CAMPOS ACUÑA**; autorizada mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N°290-2021-FCB-UNAP**, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA**, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N°004- 2021-FCB-UNAP** de fecha 06 de enero de 2021, está integrado por:

- | | |
|--|--------------|
| - Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc. | - Presidente |
| - Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr. | - Miembro |
| - Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr. | - Miembro |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas, las cuales fueron respondidas:

Satisfactoriamente

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis ha sido Aprobada con la calificación de Buena, estando las Bachilleres aptas para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA**.

Siendo las 13:30 p.m. se dio por terminado el acto de sustentación.

Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.
Presidente

Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.
Miembro

Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.
Miembro

Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.
Asesor

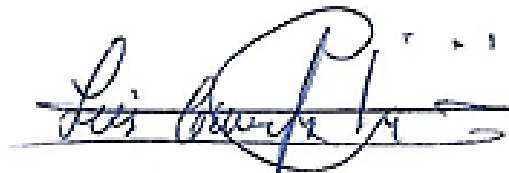
Blgo. GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY, Dr.
Asesor



JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



Blga. EMER GLORIA PIZANGO PAIMA, M.Sc.
Presidente



Blgo. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, Dr.
Miembro



Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.
Miembro

ASESORES



Biga. ROSSANA CUBAS GUERRA, M.Sc.
Asesor



Bigo. GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS:

Por permitirnos estar con vida,
salud y estar en todo momento con nosotras
dándonos fuerzas, sabiduría, bendiciones y
por permitirnos concluir esta hermosa
carrera.

A NUESTROS PADRES:

Por su ejemplo de lucha y
perseverancia, por brindarnos su
apoyo en todo momento, por sus
consejos y motivación constante para
ser mejor día a día.

A FAMILIARES:

Que siempre confiaron en nosotras y nos
brindaron sus muestras de cariño y
confianza en todo momento en las
buenas y en las malas.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, en especial a la Escuela Profesional de Acuicultura por abrirnos sus puertas y darnos la oportunidad de hacer realidad una de nuestras grandes metas.
- Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) por brindarnos sus instalaciones en la Unidad Especializada de Parasitología y Sanidad Acuícola y hacer uso de los equipos y materiales para la ejecución de la presente tesis.
- Al Dr. German Augusto Murrieta Morey, que gracias a su tiempo, paciencia, asesoramiento y conocimiento no hubiese sido posible la ejecución de esta tesis.
- A la Blga: Rossana Cubas Guerra, que, gracias a su tiempo, paciencia, dedicación, conocimiento y asesoramiento no hubiera sido posible la ejecución de la tesis.
- A nuestros queridos padres por habernos proporcionado la mejor educación y lecciones de vida.
- A todas aquellas personas que en forma directa o indirecta contribuyeron a que este trabajo de investigación pudiera llevarse a cabo.

Astrid Caroline Rodríguez Mendoza

Grissel Milagros Campos Acuña

INDICE

	Págs.
PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESORES	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas.....	5
1.3. Definición de términos básicos	6
CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	7
2.1. Formulación de la hipótesis	7
2.2. Variables y su operacionalización	7
CAPITULO III: METODOLOGÍA	8
3.1. Tipo y diseño.	8
3.2. Diseño Muestral.....	8
3.3. Selección de los peces.....	8
3.4. Preparación del Alimento	9
3.5. Procedimientos de recolección de datos.....	9
3.5.1. Necropsia de los peces:.....	15
3.5.2. Registro de los datos biométricos:	15
3.5.3. Análisis de órganos internos del pez:	16
3.5.4. Conservación y fijación de nematodos:.....	16
3.5.5. Índices parasitarios:	17
3.6. Procesamiento y análisis de los datos	18
3.7. Aspectos éticos	19

CAPITULO IV: RESULTADOS.....	20
4.1. Identificación de la especie de nemátodo presente en <i>C. virginiae</i>	20
4.2. Caracteres morfométricos registrados	22
4.3. Eficacia del Albendazol y Metronidazol	24
4.4. Eficacia	31
CAPITULO V: DISCUSIÓN	32
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	35
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	36
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION	37
ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental 01. T ₀ = tratamiento testigo, T ₁ = tratamiento 1, T ₂ = tratamiento 2. R ₁ , R ₂ , R ₃ = replicas.	11
Tabla 2. Diseño experimental 02. T ₀ = tratamiento testigo, T ₁ =tratamiento1, T ₂ =tratamiento2. R ₁ , R ₂ , R ₃ =replicas.....	13
Tabla 3. Diseño experimental 03 T ₀ = tratamiento testigo, T ₁ =tratamiento 1, T ₂ =tratamiento 2. R ₁ , R ₂ , R ₃ ...R ₁₅ = replicas.....	14
Tabla 4. Diseño experimental 04. T ₀ =tratamiento testigo, T ₁ =tratamiento 1, T ₂ =tratamiento 2. R ₁ , R ₂ ...R ₁₅ =replicas	15
Tabla 5. Caracteres morfométricos en ejemplares machos y hembras de Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï registrados en la especie de pez Corydoras virginiae. Medidas expresadas en micrómetros (µm). TC = Total del cuerpo; AC = Ancho del cuerpo; LCB = Longitud de la capsula bucal; ACB= Ancho de la capsula bucal; LEM=Longitud del esófago muscular; AEM=Ancho del esófago muscular LEG=Longitud del esófago glandular; AEG= Ancho del esófago glandular; TCL= Tamaño de la cola; LE= Longitud de la espícula. Valores expresados en micrómetros, excepto para TC que fue medido en milímetros.	23
Tabla 6. Longitud promedio, valores mínimos y máximos de ejemplares machos y hembras de Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï registrados la especie de pez Corydoras virginiae.	24
Tabla 7. Principales índices parasitológicos registrados en Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï correspondientes a cada tratamiento. T ₀ = tratamiento testigo, T ₁ = tratamiento 1 (5g Albendazol/Kg alimento), T ₂ = tratamiento 2 (5g Metronidazol/Kg alimento). PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad de infección, I _m = intensidad media de infección, A _m = abundancia media de infección.....	24
Tabla 8. Principales índices parasitológicos registrados en Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï correspondientes a cada tratamiento. T ₀ = tratamiento testigo, T ₁ = tratamiento 1 (10g Albendazol/Kg alimento), T ₂ = tratamiento 2 (10g Metronidazol/Kg alimento). PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad de infección, I _m = intensidad media de infección, A _m = abundancia media de infección.....	26
Tabla 9. Principales índices parasitológicos registrados en Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï correspondientes a cada tratamiento. T ₀ = tratamiento testigo, T ₁ =tratamiento 1 (20g Albendazol/Kg alimento), T ₂ = tratamiento 2 (20g Albendazol/Kg alimento), PA=peces analizados, PP= peces paracitados,P% =	

prevalencia, I= intensidad de infección , Im= intensidad media de infección, Am = abundancia media de infección. 27

Tabla 10. Principales índices parasitológicos registrados en *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *pintoi* correspondientes a cada tratamiento. T0= tratamiento testigo, T1 = tratamiento 1 (25g Albendazol /Kg alimento) T2= tratamiento 2 (25g Albendazol /Kg alimento). PA= peces analizados, PP= peces parasitados, P% =prevalencia, I= intensidad de infección, Im=intensidad media de infección, Am = abundancia media de infección. 28

Tabla 11. Resultados del Test de Tukey de los valores del promedio de la prevalencia de *P. (S) pintoi* infectando a *C. virginiae*. P= probabilidad. ns = no significativo. <0.05 = significativo. < 0.01= altamente significativo. 29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales caracteres morfológicos en *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *pintoi*, parásito de *Corydoras virginiae*. A= Cápsula bucal de la hembra; B= Cola de la hembra con ausencia de espícula; C= Cápsula bucal del macho; D=Espículas del macho y papilas genitales..... 21

Figura 2. Características Morfológicas. A: Cápsula Bucal; B: Esófago muscular y esófago glandular; C: Cola; D: Espículas. 1: Longitud de la cápsula bucal; 2: Ancho de la cápsula bucal; 3: Longitud del esófago muscular; 4: Ancho del esófago muscular; 5: Longitud del esófago glandular; 6: Ancho del esófago glandular; 7: Longitud de la cola; 8: Longitud de las espículas. 22

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Conteo de <i>Corydoras virginiae</i> que están parasitados según los días de tratamientos.	43
Anexo 2. Demostración del nematodo a través de la lámpara iluminada y a través de la luz solar.....	44
Anexo 3. Ejemplares de <i>Corydoras virginiae</i> seleccionadas en tinas.	44
Anexo 4. Tinas plásticas utilizadas como unidades experimentales.....	45
Anexo 5. Alimento medicado preparado con Albendazol y Metronidazol para alimentar a las <i>Corydoras virginiae</i> parasitadas.....	45
Anexo 6. Observación microscópica de las muestras de <i>Corydora virginiae</i>	46
Anexo 7. individuo macho de <i>Procamallanus Spirocamallanus pinto</i>	46
Anexo 8 Individuo hembra de <i>Procamallanus Spirocamallanus pinto</i>	47
Anexo 9 Población de individuos de macho y hembra de <i>Procamallanus Spirocamallanus pinto</i>	47
Anexo 10 Presencia de nematodo <i>Procamallanus Spirocamallanus pinto</i> en el tracto digestivo saliendo de <i>Corydora virginiae</i>	48

RESUMEN

Los peces de la familia Callichthyidae son altamente demandados en el mercado internacional, constituyendo un volumen importante de las especies que son exportadas por los acuarios comerciales de la ciudad de Iquitos. Las enfermedades parasitarias son muy comunes afectando a los peces, destacando las infecciones por nemátodos, los cuales si no son combatidos correctamente pueden conllevar a la muerte de los peces. Actualmente no hay estudios relacionados con el tratamiento de especies de la familia Callichthyidae parasitadas por nemátodos intestinales por lo tanto el presente estudio tiene como objetivo evaluar diferentes dosis de Metronidazol y Albendazol para tratar infecciones causadas por Nemátodos presentes en *Corydoras virginiae*. El presente trabajo fue ejecutado en el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) km 4.5 de la carretera Iquitos - Nauta en el laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola, con una duración de aproximadamente 06 meses, del (19 de julio al 21 de diciembre del 2018). Los peces fueron colectados del medio natural y acopiados por el acuario comercial AQUATRADE para luego ser trasladados al laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola del IIAP. Una muestra inicial de peces analizados reveló la presencia del nemátodo *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *pinto*i parasitando el intestino de los ejemplares de *C. virginiae*. Adicionalmente, se tomaron datos morfométricos de ejemplares machos y hembras del parásito. Posteriormente, se seleccionaron a peces infectados y se colocaron en unidades experimentales para ser sometidos a diferentes experimentos utilizando albendazol y metronidazol para sus tratamientos. Cuatro experimentos fueron llevados a cabo: experimento 1. Eficacia de 5g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento, experimento 2. Eficacia de 10g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento, experimento 3. Eficacia de 20g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento y experimento 4. Eficacia de 25g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento. Los índices parasitarios demostraron que el albendazol y metronidazol son eficaces para el tratamiento de infecciones por el nemátodo *P. (S.) pinto*i, notándose reducciones parasitarias proporcionales a los días de tratamientos, en tal sentido, mientras los peces estuvieron más expuestos al tratamiento se notó mayor eficacia reflejada en una reducción de las prevalencias parasitarias.

Palabras claves: Callichthyidae, control parasitario, endoparásitos, nemátodos, profilaxis.

ABSTRACT

The fish of the Callichthyidae family are highly demanded in the international market, constituting an important volume of the species that are exported by the commercial aquariums of the city of Iquitos. Parasitic diseases are very common affecting fish, highlighting nematode infections, which if not combated correctly can lead to the death of the fish. Currently there are no studies related to the treatment of species of the Callichthyidae family parasitized by intestinal nematodes, therefore the present study aims to evaluate different doses of Metronidazole and Albendazole to treat infections caused by Nematodes present in *Corydoras virginiae*. This study was carried out at the Peruvian Amazon Research Institute (IIAP) km 4.5 of the Iquitos - Nauta highway in the Parasitology and Aquaculture Health laboratory, with a duration of approximately 06 months, from (July 19 to July 21). December 2018). The fish were collected from the natural environment and collected by the AQUATRADE commercial aquarium to later be transferred to the IIAP Parasitology and Aquaculture Health Laboratory. An initial sample of analyzed fish revealed the presence of the nematode *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoii* parasitizing the intestine of the *C. virginiae* specimens. Additionally, morphometric data were taken from male and female specimens of the parasite. Later, infected fish were selected and placed in experimental units to be subjected to different experiments using albendazole and metronidazole for their treatments. Four experiments were carried out: experiment 1. Efficacy of 5g of Albendazole and Metronidazole per kg of food, experiment 2. Efficacy of 10g of Albendazole and Metronidazole per kg of food, experiment 3. Efficacy of 20g of Albendazole and Metronidazole per kg of food and experiment 4. Efficacy of 25g of Albendazole and Metronidazole per kg of feed. Parasitic indices showed that albendazole and metronidazole are effective for the treatment of infections by the nematode *P. (S.) pintoii*, noting parasite reductions proportional to the days of treatment, in this sense, while the fish were more exposed to the treatment they were noted greater efficacy reflected in a reduction in parasitic prevalences.

Keywords: Callichthyidae, parasitic control, endoparasites, nematodes, prophylaxis.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema amazónico está conformado por innumerables ríos, quebradas y lagunas, cuyas aguas, por sus condiciones físicas, químicas y biológicas, son lugares adecuados para la vida y desarrollo de las poblaciones ícticas.⁽¹⁾

La diversidad de especies en los ríos de la Amazonía Peruana es considerada superior a la de otras cuencas y se estima en unas 726 especies, de las cuales como ornamentales son explotadas comercialmente 420 especies.⁽²⁾

En nuestra región entre las principales familias de peces ornamentales que se vienen exportando están, Characidae, Pimelodidae, Cichlidae, Potamotygonidae, Loricariidae, Doradidae, Anostomidae, Gasteropelecidae, Lablasiidae y Callichthyidae⁽³⁾ registrándose para esta última familia, información que muestra que los especímenes del género *Corydoras* se encuentra entre los diez principales peces ornamentales con mayor demanda de exportación, siendo *C. virginiae* una de las especies más exportadas.⁽²⁾

Por ello es importante conocer algunos de los factores que se deben controlar para el mantenimiento de peces en cautiverio, los cuales son fundamentales para disminuir las altas mortalidades que se presentan en los centros de acopio y en general durante todo el proceso de traslado hasta el usuario final⁽³⁾.

Los peces ornamentales criados en acuarios a menudo se infectan con parásitos helmintos que pueden causar altas mortalidades en peces infectados dentro de estos parásitos, se encuentran los nemátodos, por ejemplo, especies de los géneros (*Camallanus* y *Procamallanus*), los cuales son responsables de problemas sanitarios en diferentes especies de peces⁽⁴⁾.

En América del Sur, 25 nemátodos del género *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) se han identificado parasitando a peces de agua dulce. Dentro de estas especies encontramos a *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *pintoi* ⁽⁵⁾, la cual es una especie específica de peces de la familia Callichthyidae ⁽⁶⁾.

La identificación taxonómica de las especies de nemátodos resulta difícil y confusa, por la falta de caracteres discriminantes en algunos taxones o debido a la semejanza morfológica en las especies, donde sólo el patrón de coloración permite su diferenciación. La diferenciación entre especies relacionadas y semejantes puede lograrse con el análisis morfométrico. Tradicionalmente se han empleado las medidas morfológicas para la descripción taxonómica, evaluar la variación morfológica, definir medidas discriminantes y establecer relaciones de parentesco ⁽⁷⁾.

Desde el descubrimiento del albendazol en 1961, diversos antihelmínticos han estado disponibles para el tratamiento de un amplio rango de infecciones helmínticas ⁽⁸⁾. El albendazol y el metronidazol son antihelmínticos utilizados para combatir infecciones por trematodos, cestodos y nematodos ⁽⁹⁾ su amplio espectro de actividad, bajo costo, eficacia y fácil administración han hecho que estos productos sean muy utilizados para el tratamiento de infecciones helmínticas, principalmente de nematodos ⁽⁸⁾. El albendazol y el metronidazol en los últimos años se han recomendado para combatir diversas helmintiasis en seres humanos y en forma general para todo tipo de organismos.

El metronidazol y albendazol no se encuentran registrados como productos dañinos en el reglamento de SANIPES por lo tanto puede ser utilizado como

antihelmínticos para distintas especies de peces ya que no tiene ningún efecto secundario en ellos.

Actualmente no hay estudios relacionados al tratamiento de especies de la familia Callichthyidae parasitadas por nemátodos intestinales por lo tanto el presente estudio tiene como objetivo evaluar diferentes dosis de Metronidazol y Albendazol para tratar infecciones por nemátodos presentes en *Corydoras virginiae*.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar diferentes dosis de Metronidazol y Albendazol en el tratamiento contra infecciones por nemátodos presentes en *Corydoras virginiae*.

Objetivos específicos

- Identificar a las especies de nemátodos que infectan a *C. virginiae*.
- Evaluar la eficacia de albendazol y metronidazol en diferentes dosis establecidas.
- Diferenciar morfológicamente a ejemplares machos y hembras de la especie de nemátodo que parasitan a *C. virginiae*.
- Calcular los principales índices parasitológicos de la especie de nemátodo que parasitan a *C. virginiae*.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En *Corydoras paleatus* provenientes de Brasil, fue identificado el nemátodo *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï* (Kohn, & Fernández, 1988) parasitando el intestino de los peces ⁽¹⁰⁾.

Fueron examinados 124 ejemplares de *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) recolectados entre julio del 2001 y diciembre del 2002 en las cuales se encontraron 198 *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï* (Kohn, & Fernández, 1988), lo que representa una prevalencia de 78,23% y una intensidad media de infección de 2.04 parásitos por los peces ⁽¹¹⁾

Fueron reportados especies de nemátodos en peces de la familia *Callichthyidae* en las especies *Callichthys callichthys* (Linnaeus) y *Leptoplosternum pectorale* (Boulenger) en los cuales se identificó el nemátodo *Eustrongylides* sp.; en *Corydora aeneus* (Gill) y *Corydora paleatus* (Jenyns), se identificó el nemátodo de la especie *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï*; y en *Hoplosternum littorale* (Hancock) se reportó dos géneros de nemátodos, *Capillariinae.* y *Goezia* sp. ⁽¹²⁾

Analizaron 154 especímenes de *Corydora metae*, colectadas en Villavicencio, Meta, Colombia, se encontró un total de 148 nemátodos de la especie *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï*. Los especímenes del nemátodo identificado como *Procamallanus (S.) pintoï* constituyen un nuevo registro de parásito para la especie de hospedero *Corydora metae*, y una ampliación de la distribución geográfica del nemátodo. ⁽¹³⁾

Mencionan que existen 85 especies del género *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) identificadas en varias especies de peces de agua dulce y marina de todo el mundo. ⁽¹²⁾ Sin embargo, en los últimos años, el número de especies del género ha aumentado al menos a 97. En América del Sur se han identificado 25 especies del género *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) parasitando principalmente peces de Brasil, mientras que para Colombia solo se ha identificado una especie de este género. ^{(14) (15) (16) (17) (18)}

1.2. Bases teóricas

El albendazol (ABZ) es un antiparasitario ampliamente utilizado en la medicina veterinaria para tratar infecciones causadas por parásitos helmínticos intestinales y de los tejidos, es un medicamento seguro que no presenta efectos secundarios debido a su amplio espectro de actividad, actúa causando alteraciones en las células de los parásitos, presenta bajo costo de adquisición, alta eficacia y facilidad de administración. ⁽¹⁹⁾

El metronidazol es un compuesto 5-nitro-imidazol introducido en el año 1959 para ser útil en algunas infecciones parasitarias ⁽²⁰⁾.

Al entrar en contacto con el pez, los parásitos afectan el comportamiento y la salud del animal, causando pérdidas económicas a las personas que se dedican a la exportación de peces ornamentales ⁽²¹⁾

Las *Corydoras virginiae* son peces que presentan escamas tipo plecoideas, por el contrario, poseen dos hileras de placas a lo largo del cuerpo. Sus características más notables son los seis barbillones que poseen alrededor de la boca. También poseen una pequeña aleta adiposa.

Los peces del género *Corydoras* son muy resistentes ya que sobreviven en aguas con poco oxígeno en las épocas de sequía respiran directamente el aire atmosférico.

1.3. Definición de términos básicos

Tratamientos: Es un conjunto de medios que se utilizan para aliviar o curar una enfermedad.

Dosis: Cantidad de algo, especialmente la de un medicamento o una droga que se ingiere en una toma.

Metronidazol: Es un compuesto 5-nitro-imidazol introducido en el año 1959 para ser útil en algunas infecciones parasitarias; también cumple el rol de bactericida (mata las bacterias) y además un bacteriostático (impide la reproducción de bacterias)

Albendazol: Es un antiparasitario ampliamente utilizado en la medicina veterinaria para tratar infecciones causadas por parásitos helmínticos por su contenido de alta eficacia, el nombre químico es metil5(propiltio)2bencimidazolcarbamato.

Sanidad acuícola: Relacionado con las buenas prácticas de manejo y producción acuícola, epizootias, cercos sanitarios, definición de estudios y estrategias para control de patógenos.

Callichthyidae: Gran familia de Peces ornamentales con características anatómicas muy precisas como la cabeza más grande que el resto del cuerpo.

Nemátodos: Organismos microscópicos, macroscópicos, multicelulares, cuerpo en forma de gusano, no segmentado, anillado superficialmente, con

simetría bilateral, poseen todos los sistemas orgánicos, excepto el respiratorio y circulatorio.

CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

H₀: El albendazol y metronidazol son eficaces para el tratamiento contra nemátodos presentes en *Corydoras virginiae* disminuyendo la carga parasitaria.

2.2. Variables y su operacionalización

Albendazol y Metronidazol utilizado contra nematodos *presentes en C. virginiae*

Variable dependiente	Indicador	Índice
Nematodos en <i>Corydoras virginiae</i>	Índices Parasitarios	Prevalencia (Porcentaje %)
		Intensidad (N ^o parásitos min. – máx.)
		Intensidad Media (N ^o parásitos/ N ^o peces infectados)
		Abundancia Media (N ^o parásitos/ N ^o peces examinados)

Variable independiente	Indicador	Índice
Albendazol y Metronidazol utilizado contra nemátodos presentes en <i>C. virginiae</i>	Albendazol	Gramos (5g) (10g) (20g) (25g) x kg de alimento
	Metronidazol	Gramos (5g) (10g) (20g) (25g) x kg de alimento

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño.

Es una investigación de tipo experimental aplicada, empleada para contrarrestar problemas de infección producida por nemátodos tratados con dosis diferentes de metronidazol y albendazol. En este tipo de diseño experimental cada tratamiento tuvo su réplica que fue distribuido en forma aleatoria.

3.2. Diseño Muestral

El universo poblacional estuvo constituido por el total de ejemplares de *C. virginiae*, los cuales fueron adquiridos del medio natural y acopiados en la empresa AQUATRADE. La muestra estuvo constituida de 360 ejemplares de *Corydoras virginiae*.

3.3. Selección de los peces

Los peces fueron seleccionados a través de la observación de la cavidad abdominal utilizando una lámpara con luz blanca intensa, otra forma que también se utilizó fue con la luz solar del día las cuales permitirá

visualizar al parasito observándose así el cuerpo con una coloración rojo intenso en el intestino del pez.

3.4. Preparación del Alimento

La preparación del alimento medicado consistió en colocar 1 kilo de truchina (AQUATECH), 7.50 ml de agua con 5,10,20,25 gramos de Albendazol y 5,10,20,25 gramos de Metronidazol (dependiendo la cantidad de gramo que se utilizó en cada experimento) para diluirlo en cada kilo de alimento, luego se utilizó 100 ml de agua para mezclar todo, en un envase a fuego lento se colocó 100 gr de agar (colapiz) para luego verterlo y mezclar todo uniformemente, una vez mezclado todo el alimento medicado se colocó en una bolsa haciendo una lámina y luego se procedió a refrigerarlo. Este alimento se proporcionó a los peces dependiendo los días de tratamientos.

3.5. Procedimientos de recolección de datos

Antes de determinar la eficacia de los medicamentos, se hizo un análisis preliminar de los nemátodos presentes en *C. virginiae*, para ello fueron analizados 30 peces provenientes del medio natural, los cuales se encontraban bajo acopio por la empresa AQUATRADE. De esta forma se determinó las especies de nemátodos que parasitan a *C. virginiae* en ambientes naturales antes de ingresar a las instalaciones de los acuarios comerciales.

Para los experimentos de prueba de eficacia de los medicamentos, las muestras fueron trasladadas en bolsas plásticas hacia las instalaciones del Laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola del Instituto de

Investigaciones de la Amazonia Peruana que se encuentra ubicado en el km 4.5 de la carretera Iquitos - Nauta.

Para observar individualmente la eficacia del Albendazol y Metronidazol se realizaron 4 experimentos, cada uno contiene diferentes dosis de cada medicamento, los cuales son descritos a continuación.

Experimento 1. Eficacia de 5g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento.

Se trabajaron con 120 peces, los cuales se distribuyeron en 8 tinajas de plástico con un volumen de 20L, a una densidad de 15 peces en 10 litros de agua. Se utilizaron dos tratamientos con tres réplicas y un testigo respectivamente. Para asegurarnos que los peces estén infestados por nematodos se hicieron evaluaciones a través de una lámpara con luz blanca, esto nos permitió observar la pigmentación de color rojo intenso del tracto digestivo del pez, confirmando de esta manera la presencia del nematodo.

Posteriormente se procedió a alimentar a los peces una vez al día con el alimento medicado ad libitum por espacio de tres días.

Para evaluar la eficacia de los tratamientos se seleccionaron al azar 5 individuos de *Corydoras virginiae* por tratamiento correspondiente a cada réplica, los cuales fueron analizados diariamente hasta finalizar el experimento. El experimento inicial constó en preparar el alimento de los peces, adicionando 5g de Albendazol y Metronidazol por 1 kilo de alimento (AQUATECH), el procedimiento del alimento medicado fue colocar 1 kilo de truchina, 7.50 ml de agua con 5 gramos

de Albendazol y 5 gramos de Metronidazol para diluirlo en cada kilo de alimento, se utilizó 100 ml de agua para mezclar todo, luego en un envase a fuego lento se colocó 100 gr de agar (colapiz) para luego vacarlo y mezclar todo uniformemente, una vez mezclado todo el alimento medicado se colocó en una bolsa haciendo una lámina y luego se procedió a refrigerarlo.

Se daba el suministro una vez al día para así determinar la eficacia en este tiempo de trabajo, durante el tiempo de este experimento se llegó a sacrificar diariamente a los peces medicados para poder comprobar si el parasito fue expulsado o no, también en el experimento se logró evidenciar a los nematodos en el agua dando como efectividad que el alimento proporcionado estaba dando resultados.

Tabla 1. Diseño experimental 01. T₀= tratamiento testigo, T₁= tratamiento 1, T₂= tratamiento 2. R₁, R₂, R₃= replicas.

	T ₀	T ₁	T ₂
R ₁	X	X	X
R ₂	X	X	X
R ₃	—	X	X

Experimento 2. Eficacia de 10g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento.

Se trabajaron con 120 peces los cuales se distribuyeron en 8 tinajas de plástico con un volumen de 20L a una densidad de 15 peces en 10 litros

de agua. Se utilizaron dos tratamientos con tres réplicas y un testigo respectivamente. Para asegurarnos que los peces estén infestados por nematodos se hicieron evaluaciones a través de una lámpara con luz blanca, esto nos permitió observar la pigmentación de color rojo intenso del tracto digestivo del pez, confirmando de esta manera la presencia del nematodo.

Posteriormente se procedió a alimentar a los peces una vez al día con el alimento medicado ad libitum por espacio de cinco días.

Para evaluar la eficacia de los tratamientos se seleccionó al azar 5 individuos de *Corydoras virginiae* por tratamiento correspondiente a cada réplica, los cuales fueron analizados a partir del 3º día, hasta finalizar el experimento. El experimento inicial constó en preparar el alimento de los peces, adicionando 10g de Albendazol y Metronidazol por kilo de alimento (AQUATECH). El procedimiento del alimento medicado fue colocar 1 kilo de truchina, 7.50 ml de agua con 10 gramos de Albendazol y 10 gramos de Metronidazol para diluirlo en cada kilo de alimento, se utilizó 100 ml de agua para mezclar todo, luego en un envase a fuego lento se colocó 100 gr de agar (colapiz) para luego vacearlo y mezclar todo uniformemente, una vez mezclado todo el alimento medicado se colocó en una bolsa haciendo una lámina y luego se procedió a refrigerarlo.

Tabla 2. Diseño experimental 02. T₀ = tratamiento testigo, T₁=tratamiento1, T₂=tratamiento2. R₁, R₂, R₃=replicas

	T ₀	T ₁	T ₂
R ₁	X	X	X
R ₂	X	X	X
R ₃	-	X	X

- Luego de haber realizado el primer experimento en tinas con los peces, decidimos realizar un nuevo experimento que constaba en colocar a los peces en salchipaperas para poder observar individualmente la presencia de nematodos y si la especie consumía el alimento medicado, por lo que se decidió trabajar con dos dosis de 20 y de 25 gramos de albendazol y metronidazol.

Experimento 3. Eficacia de 20g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento.

Se trabajaron con 45 peces distribuidos en envases de plásticos (salchipaperas), cada salchipapera tenía la capacidad de 500ml de agua.

Se utilizaron 15 réplicas por tratamiento (cada salchipapera corresponde a una unidad experimental lo cual fue considerado como una réplica)

Para evaluar la eficacia de los tratamientos se seleccionaron al azar 3 individuos de *Corydoras virginiae* por tratamiento, los cuales fueron analizados a partir del 3^o día, hasta finalizar el experimento.

El experimento inicial constó en preparar el alimento de los peces, adicionando 20g de Albendazol y Metronidazol por kilo de alimento (AQUATECH). Este alimento medicado fue ofrecido diariamente a los peces durante 7 días, para así determinar la eficacia del medicamento. La cantidad de alimento suministrado a los ejemplares fue *Ad libitum*.

Tabla 3. Diseño experimental 03 T₀= tratamiento testigo, T₁=tratamiento 1, T₂=tratamiento 2. R₁, R₂, R₃...R₁₅= replicas.

	T ₀	T ₁	T ₂
R ₁	X	X	X
R ₂	X	X	X
R ₃	X	X	X
...			
R ₁₅	X	X	X

Experimento 4. Eficacia de 25g de Albendazol y Metronidazol por kg de alimento.

Se trabajaron con 45 peces distribuidos en envases de plásticos (salchipaperas), cada salchipapera tuvo la capacidad de 500ml de agua. Se utilizaron 15 réplicas por tratamiento (cada salchipapera correspondió a una unidad experimental lo cual fue considerado como una réplica). Para evaluar la eficacia de los tratamientos se seleccionaron al azar 3 individuos de *Corydoras virginiae* por tratamiento, los cuales fueron analizados a partir del 3º día, hasta finalizar el experimento. El experimento inicial constó en preparar el

alimento de los peces, adicionando 25g de Albendazol y Metronidazol por kilo de alimento (AQUATECH). Este alimento medicado fue ofrecido diariamente a los peces durante 7 días, para así determinar la eficacia del medicamento. La cantidad de alimento suministrado a los ejemplares fue *Ad libitum*.

Tabla 4. Diseño experimental 04. T₀=tratamiento testigo, T₁=tratamiento 1, T₂ =tratamiento 2. R₁, R₂...R₁₅=replicas

	T ₀	T ₁	T ₂
R ₁	X	X	X
R ₂	X	X	X
R ₃	X	X	X
...			
R ₁₅	X	X	X

3.5.1. Necropsia de los peces:

La necropsia de los especímenes se realizó siguiendo las recomendaciones de ⁽²²⁾ y ⁽²³⁾, que consiste en perforar la parte superior de la cabeza (fontanela) con la ayuda de un estilete agujerando hasta la zona de la primera vertebra. En esta posición un ligero movimiento lateral secciona la médula, provocando inmediatamente la muerte del espécimen.

3.5.2. Registro de los datos biométricos:

El registro de los datos biométricos de los peces analizados se realizó con la ayuda de un ictiómetro de madera graduada en centímetros para medir longitud total y estándar del espécimen, se utilizó una balanza digital en

gramos (sensibilidad mínima de 0,01 gr.) para obtención del peso total. Luego de haber registrado los datos biométricos en la ficha de muestreo se procedió a realizar los análisis correspondientes de cada pez.

3.5.3. Análisis de órganos internos del pez:

De acuerdo con el objetivo del trabajo de investigación se procedió a realizar el análisis del pez utilizando las siguientes técnicas específicas:

- a) Tracto digestivo e hígado:** Se realizó un corte en la región ventral del pez con la ayuda de una tijera punta fina, y luego se retiró los órganos internos del tracto digestivo (estómago, intestino y ciegos pilóricos) e hígado utilizando pinzas y estiletes, para después ser colocadas en una placa Petri conteniendo agua destilada, y ser analizados en el estereoscopio y microscopio.

3.5.4. Conservación y fijación de nematodos:

- a) Nemátodo:**

Los ejemplares fueron colocados en una cuchara de metal, y se aplicó calor a través de un mechero, pasando ligeramente el borde inferior de la cuchara por el fuego. Este procedimiento es realizado para obtener que los parásitos mueran estirados y así facilitar la visualización de los órganos internos. Los individuos colectados fueron conservados en alcohol al 70% y para su clarificación se aplicó ácido láctico a fin de facilitar su identificación ⁽²⁴⁾

- b) Identificación del nemátodo:**

Para la identificación de la especie de nemátodo se utilizaron claves taxonómicas de peces de agua dulce ⁽²⁵⁾ Se hicieron

registros fotográficos utilizando una cámara digital acoplada al microscopio.

c) Eficacia:

$$E_f = (M_{cont} - M_{trat} / M_{cont}) \times 100$$

Dónde:

E_f: Eficacia del control (%)

M_{trat}: Media del número de parásitos en los grupos tratados.

M_{cont}: Media del número de parásitos en el tratamiento control.

3.5.5. Índices parasitarios:

Se utilizó para el análisis cuantitativo de nemátodos presentes en *Corydoras virginiae*. Estos índices fueron calculados de acuerdo con ⁽²⁶⁾

a) **Prevalencia (%)**: $P = \frac{NP}{NE} \times 100$

Dónde:

NP: número de peces infectados por una determinada especie de parásito

NE: número total de peces examinados

b) **Intensidad**: Se expresa como variación numérica (número total de parásitos encontrados con valores mínimos y máximos).

c) **Intensidad media de infección (IMI):** $IMI = \frac{N_{sp1}}{NP_{sp1}}$

Dónde:

N_{sp1}: número total de individuos de una determinada especie de parásito.

NP_{sp1} = número de peces infectados por una determinada especie de parásito.

d) **Abundancia media (AM):** $AM = \frac{NTP}{NPE}$

Dónde:

NTP: número total de parásitos de una determinada especie.

NPE: número total de peces examinados.

e) **Formula de la eficacia:**

$$Ef = (M_{cont} - M_{trat} / M_{cont}) \times 100$$

Dónde:

Ef: Eficacia del control (%)

M_{trat}: Media del número de parásitos en los grupos tratados.

M_{cont}: Media del número de parásitos en el tratamiento control.

3.6. Procesamiento y análisis de los datos

Para el análisis e interpretación de los datos y el cálculo de índices parasitarios se utilizó la estadística descriptiva mediante hojas de Excel de tal modo que nos facilitó la comprensión de la información generada durante el estudio, y para realizar los cálculos estadísticos, se utilizó el paquete estadístico BioStat 5.0.

3.7. Aspectos éticos

El sacrificio de los peces se realizó bajo las siguientes recomendaciones: realizar una perforación a la altura de la región cefálica (fontanela), con ayuda de un instrumento puntiagudo (aguja), realizando ligeros movimientos laterales destruyendo el cerebro provocando la muerte inmediata del pez.

Asimismo, el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana – IIAP, cuenta con R.D. N°132-2014 – GRL-DIREPRO, del ministerio de producción que le da facultad para la colecta, investigación y producción de peces, así como, el desarrollo de trabajos de acuicultura, la misma que fue actualizada con R.D. N°217 – 2016- GRL- DIREPRO.

De igual modo el IIAP cuenta con habilitación PTH-068-16-PEC- SANIPES para trabajos acuícolas de acuerdo con las normas sanitarias.

Con este conocimiento la presente investigación ejecutada se rige bajo las normas éticas establecidas en el plano institucional, nacional e internacional en áreas de la generación de nuevos conocimientos.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Identificación de la especie de nemátodo presente en *C. virginiae*

El nemátodo identificado parasitando *C. virginiae* correspondió a la especie *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoii* (Figura 1). Las principales características morfológicas de esta especie son: cuerpo alargado de color rojizo, presencia de una cápsula bucal de color amarillento, con presencia de estrías que varían en número, presentado individuos machos menor número que individuos hembras. Poseen dimorfismo sexual. Los ejemplares machos poseen una cápsula bucal de forma redonda, bastante ancha, mientras que las hembras presentan la cápsula bucal más fina y alargada, las espículas y papilas genitales sólo están presentes en machos y ausentes en hembras. Las hembras son más grandes que los machos.

Por lo tanto, los principales caracteres morfológicos de P.S.p indican que A = capsula bucal de la hembra; B= cola de la hembra con ausencia de espícula; C= capsula bucal del macho; D= espículas del macho y papilas genitales.

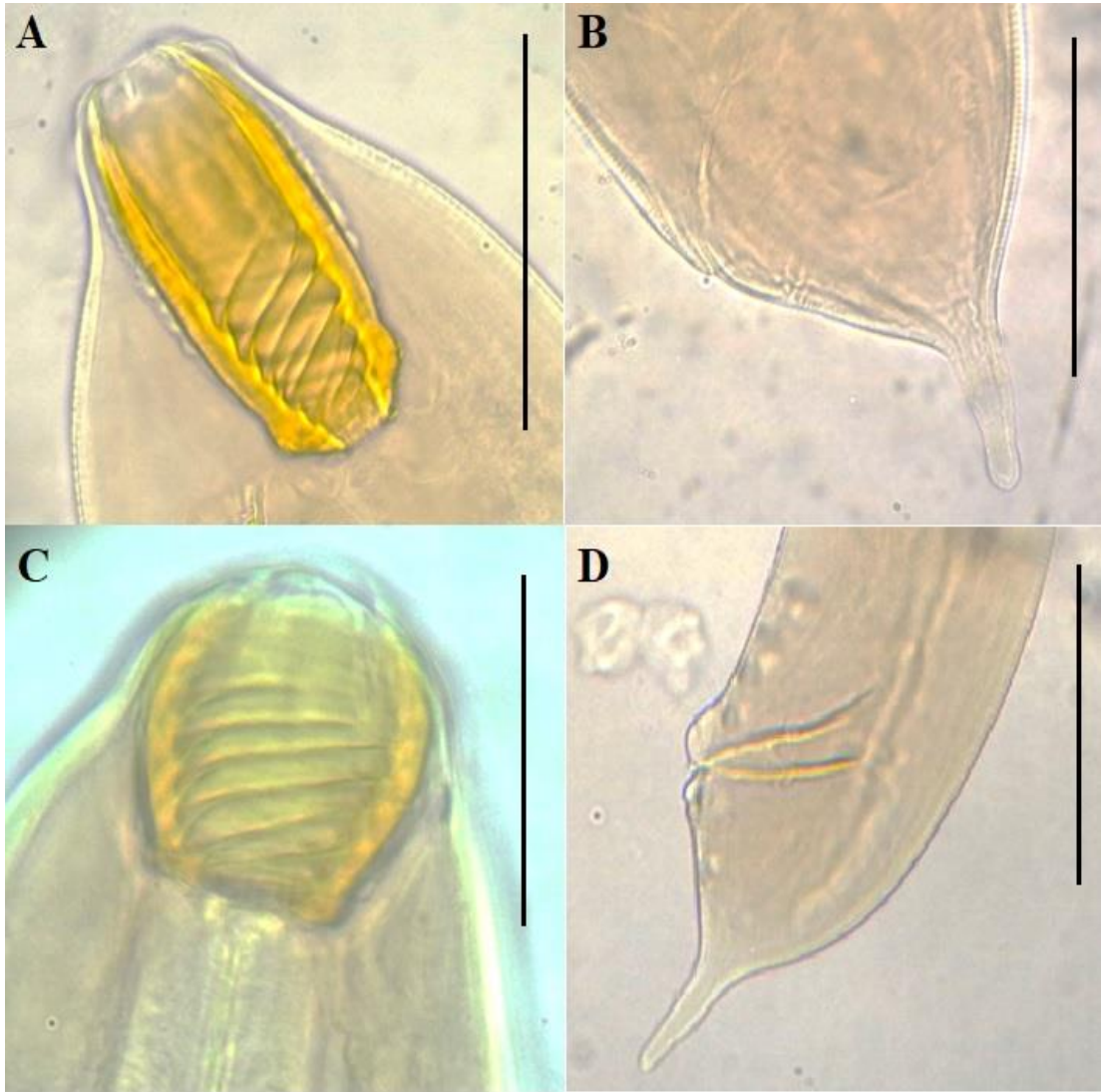


Figura 1 Principales caracteres morfológicos en Procammallanus (Spirocamallanus) pintoï, parásito de Corydoras virginiae. A= Capsula bucal de la hembra; B= Cola de la hembra con ausencia de espícula; C= Capsula bucal del macho; D=Espículas del macho y papilas genitales

4.2. Caracteres morfométricos registrados

Las estructuras morfológicas medidas en el presente estudio son descritas en la figura 2. Los datos morfométricos de *P. (S.) pintoi* son presentados en la tabla 5

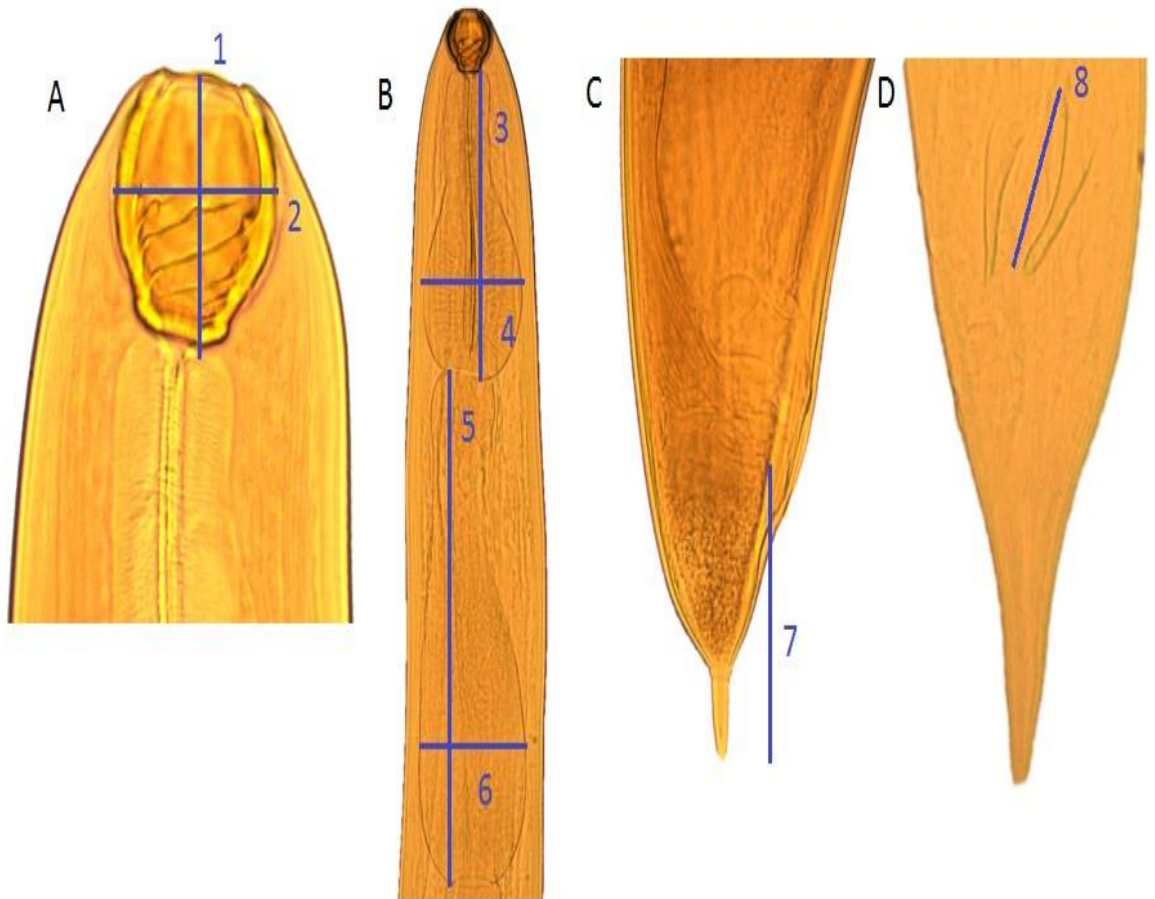


Figura 2 Características Morfológicas. A: Cápsula Bucal; B: Esófago muscular y esófago glandular; C: Cola; D: Espículas. 1: Longitud de la cápsula bucal; 2: Ancho de la cápsula bucal; 3: Longitud del esófago muscular; 4: Ancho del esófago muscular; 5: Longitud del esófago glandular; 6: Ancho del esófago glandular; 7: Longitud de la cola; 8: Longitud de las espículas.

Tabla 5. Caracteres morfométricos en ejemplares machos y hembras de *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoi* registrados en la especie de pez *Corydoras virginiae*. Medidas expresadas en micrómetros (μm). TC = Total del cuerpo; AC = Ancho del cuerpo; LCB = Longitud de la capsula bucal; ACB= Ancho de la capsula bucal; LEM=Longitud del esófago muscular; AEM=Ancho del esófago muscular LEG=Longitud del esófago glandular; AEG= Ancho del esófago glandular; TCL= Tamaño de la cola; LE= Longitud de la espícula. Valores expresados en micrómetros, excepto para TC que fue medido en milímetros.

Caracteres Machos y Hembras	Caracteres <i>Procamallanus.S. pintoi</i> (Macho)	<i>Procamallanus.S. pintoi</i> (Hembra)
TC	2850 μm	14630 μm
AC	185.797 μm	611.61 μm
LCB	75.299 μm	112.96 μm
ACB	65.180 μm	97.37 μm
LEM	321.139 μm	463.03 μm
AEM	124.064 μm	212.04 μm
LEG	626.604 μm	1035.14 μm
AEG	139.343 μm	282.74 μm
TCL	204.578 μm	418.86 μm
LE	109.022 μm	-

El tamaño promedio de ejemplares machos y hembras de *P. (S.) pintoi* con sus respectivos valores mínimos y máximos registrados son presentados en la tabla 6.

Tabla 6. Longitud promedio, valores mínimos y máximos de ejemplares machos y hembras de Procamallanus (Spirocamallanus) pintoi registrados la especie de pez Corydoras virginiae.

Valores expresados en milímetros:

Especies	Longitud machos			Longitud hembras		
	Promedio	V. min	V. max	Promedio	V. min	V. max
<i>Corydoras virginiae</i>	2.85 mm	2.37mm	3.27mm	14.63mm	4.06mm	29.36mm

4.3. Eficacia del Albendazol y Metronidazol

Experimento 1: con 5 gramos de albendazol y metronidazol

Cuando se procedió a sacrificar a los peces se observó que en el primer día del tratamiento todos estaban parasitados y no había disminución parasitaria, en el segundo día de tratamiento se observó que si hubo disminución parasitaria tanto para peces tratados con Albendazol como por Metronidazol.

Al tercer día de tratamiento se observó que hubo disminución en las prevalencias parasitarias. (Tabla 7).

Tabla 7. Principales índices parasitológicos registrados en Procamallanus (Spirocamallanus) pintoi correspondientes a cada

tratamiento. T0 = tratamiento testigo, T1 = tratamiento 1 (5g Albendazol/Kg alimento), T2 = tratamiento 2 (5g Metronidazol/Kg alimento). PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad de infección, Im = intensidad media de infección, Am = abundancia media de infección.

Tratamientos	PA	PP	P%	I	Im	Am
T0	30	30	100	45	1.5	1.5
T1 día 1	15	15	100	15	1	1
T2 día 1	15	15	100	15	1	1
T1 día 2	15	13	86.67	14	1.08	0.93
T2 día 2	15	14	93.33	15	1.07	1
T1 día 3	15	11	73.33	14	1.27	0.93
T2 día 3	15	12	80	16	1.33	1.07

Experimento 2 con 10 gr de albendazol y metronidazol

Cuando se procedió a sacrificar a los peces se hizo la observación a partir del tercer día del tratamiento, donde hubo disminución parasitaria, en el cuarto día de tratamiento podemos observar que continuo la disminución parasitaria tanto para peces tratados con Albendazol como por Metronidazol. Al quinto día de tratamiento se observó que las prevalencias parasitarias habían disminuido (Tabla 8).

Tabla 8 Principales índices parasitológicos registrados en Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï correspondientes a cada tratamiento. T0 = tratamiento testigo, T1 = tratamiento 1 (10g Albendazol/Kg alimento), T2 = tratamiento 2 (10g Metronidazol/Kg alimento). PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad de infección, Im = intensidad media de infección, Am = abundancia media de infección.

Tratamientos	PA	PP	P%	I	Im	Am
To	30	29	96.66	40	1.37	1.33
T1 dia 3	15	11	73.33	16	1.45	1.07
T2 dia 3	15	11	73.33	16	1.45	1.07
T1 dia 4	15	10	66.66	15	1.50	1.00
T2 dia 4	15	11	73.33	15	1.36	1.00
T1 dia 5	15	9	60	14	1.56	0.93
T2 dia 5	15	10	66.66	14	1.40	0.93

Experimento 3 con 20g de Albendazol y 20g de Metronidazol

Cuando se procedió a sacrificar a los peces se hizo la observación a partir del tercer día del tratamiento donde hubo disminución parasitaria, en el cuarto día de tratamiento podemos observar que continuó la disminución parasitaria tanto para peces tratados con Albendazol como los de Metronidazol. Al quinto día de tratamiento se observó que las prevalencias parasitarias habían disminuido. Al sexto y séptimo día, las prevalencias parasitarias habían disminuido notoriamente (Tabla 9).

Tabla 9 Principales índices parasitológicos registrados en Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï correspondientes a cada tratamiento. T0 = tratamiento testigo, T1 =tratamiento 1 (20g Albendazol/Kg alimento), T2 = tratamiento 2 (20g Albendazol/Kg alimento), PA=peces analizados, PP= peces paracitados,P% = prevalencia, I= intensidad de infección , Im= intensidad media de infección, Am = abundancia media de infección.

TRATAMIENTOS	PA	PP	P%	I	Im	Am
T0	15	15	100	20	1.33	1.33
T1 dia 3	5	3	60	5	1.67	1.00
T2 dia 3	5	3	60	6	2.00	1.20
T1 dia 4	5	3	60	5	1.67	1.00
T2 dia 4	5	3	60	3	1.00	0.60
T1 dia 5	5	2	40	2	1.00	0.40
T2 dia 5	5	2	40	3	1.50	0.60
T1 dia 6	5	1	20	3	3.00	0.60
T2 dia 6	5	1	20	5	5.00	1.00
T1 dia 7	5	1	20	2	2.00	0.40
T2 dia 7	5	1	20	2	2.00	0.40

Experimento 4 con 25 g. de albendazol y 25 g. metronidazol

Cuando se procedió a sacrificar a los peces se pudo observar al tercer día del tratamiento hubo disminución parasitaria, en el cuarto día de tratamiento podemos observar siguió disminución parasitaria tanto para peces tratados con Albendazol como los de Metronidazol. Al quinto día de tratamiento se observó que hubo disminución en las prevalencias parasitarias (Tabla 10).

Tabla 10 Principales índices parasitológicos registrados en Procammallanus (Spirocamallanus) pintoï correspondientes a cada tratamiento. T0= tratamiento testigo, T1 = tratamiento 1 (25g Albendazol /Kg alimento) T2= tratamiento 2 (25g Albendazol /Kg alimento). PA= peces analizados, PP= peces parasitados, P% =prevalencia, I= intensidad de infección, Im=intensidad media de infección, Am = abundancia media de infección.

Tratamientos	PA	PP	P%	I	Im	Am
T0	15	14	93.33	18	1.28	1.28
T1 dia 3	5	2	40	4	2.00	0.80
T2 dia 3	5	2	40	3	1.50	0.60
T1 dia 4	5	1	20	2	2.00	0.40
T2 dia 4	5	2	40	2	1.00	0.40
T1 dia 5	5	1	20	1	1.00	0.20
T2 dia 5	5	2	40	3	1.50	0.60
T1 dia 6	5	1	20	1	1.00	0.2
T2 dia 6	5	1	20	1	1.00	0.2
T1 dia 7	5	1	20	1	1.00	0.2
T2 dia 7	5	1	20	1	1.00	0.2

Promedio de la prevalencia de *P. (S.) pintoï* presentes en *C. virginiae* de cada tratamiento relacionado a cada experimento realizado. Las diferencias significativas de cada tratamiento son presentadas en la tabla 11.

Tabla 11 Resultados del Test de Tukey de los valores del promedio de la prevalencia de P. (S) pintoi infectando a C. virginiae. P= probabilidad. ns = no significativo. <0.05 = significativo. < 0.01= altamente significativo.

Test Tukey	p
Promedio (1 a 2)	ns
Promedio (1 a 3)	ns
Promedio (1 a 4)	ns
Promedio (1 a 5)	< 0.05
Promedio (1 a 6)	< 0.05
Promedio (1 a 7)	< 0.05
Promedio (1 a 8)	< 0.05
Promedio (2 a 3)	ns
Promedio (2 a 4)	ns
Promedio (2 a 5)	< 0.01
Promedio (2 a 6)	< 0.01
Promedio (2 a 7)	< 0.01
Promedio (2 a 8)	< 0.01
Promedio (3 a 4)	ns
Promedio (3 a 5)	ns
Promedio (3 a 6)	ns
Promedio (3 a 7)	ns
Promedio (3 a 8)	ns
Promedio (4 a 5)	ns

Promedio (4 a 6)	ns
Promedio (4 a 7)	ns
Promedio (4 a 8)	ns
Promedio (5 a 6)	ns
Promedio (5 a 7)	ns
Promedio (5 a 8)	ns
Promedio (6 a 7)	ns
Promedio (6 a 8) =	ns
Promedio (7 a 8) =	Nns

	TRATAMIENTOS			
86.67	1	T1A	EXP1	5G
91.11	2	T2M		
66.66	3	T1A	EXP2	10G
71.11	4	T2M		
40	5	T1A	EXP3	20G
40	6	T2M		
24	7	T1A	EXP4	25G
32	8	T2M		

4.4. Eficacia

$$E_f = (M_{cont} - M_{trat} / M_{cont}) \times 100$$

EXPERIMENTO	EFICACIA
EXP1	
T1	4.4
T2	0
EXP2	
T1	12.5
T2	12.5
EXP3	
T1	50
T2	44.4
EXP4	
T1	50
T2	44.4

CAPITULO V: DISCUSIÓN

Procamallanus (Spirocamallanus) pintoi es un parásito específico de especies de peces de la familia Callychthyidae ⁽²⁷⁾. Este parásito fue descrito en ejemplares de *C. paleatus* recolectados en el río Paraná, Brasil ⁽²⁸⁾. Posteriormente fue registrado en *C. aeneus* en Venezuela ⁽²⁹⁾, en *C. reticulatus* en Perú ⁽²⁸⁾, en *C. paleatus* en Brasil (Ito et al. 2005), y en *C. metae* de Colombia ⁽³⁰⁾. En el Perú, este parásito fue registrado en *C. reticulatus* ⁽²⁸⁾ y en 7 calíctidos dentro de los cuales se encuentra *C. virginiae*. En el presente trabajo este parasito fue reportado por tercera vez en el Perú demostrando la especificidad de esta especie de parasito por hospederos calíctidos.

El ciclo de vida de *P. (S.) pintoi* no se conoce, pero otras especies congéneres utilizan copépodos como hospederos intermedios ⁽³¹⁾. Como las especies de *Corydoras* se alimentan de crustáceos, gusanos, insectos y vegetales ⁽³²⁾, pueden adquirir la infección al alimentarse de algunos invertebrados, especialmente copépodos. Probablemente *C. virginiae* adquiere las formas inmaduras de *Procamallanus (Spirocallanus) pintoi* al alimentarse de un invertebrado que forma parte de su dieta en su habitat natural. Es por eso que los peces que ingresan a los acuarios comerciales han sido previamente infectados por este parasito en su ambiente natural.

Desde el descubrimiento del albendazol en 1961, diversos antihelmínticos han estado disponibles para el tratamiento de un amplio rango de infecciones helmínticas ⁽⁸⁾. El albendazol y el metronidazol son antihelmínticos utilizados para combatir infecciones por trematodos, cestodos y nematodos ⁽⁹⁾ su amplio espectro de actividad, bajo costo, eficacia y fácil administración han hecho

que estos productos sean muy utilizados para el tratamiento de infecciones helmínticas, principalmente de nematodos ⁽⁸⁾

Actualmente no hay estudios relacionados al tratamiento de especies de la familia Callichthyidae parasitadas por nemátodos intestinales por lo tanto el presente estudio tiene como objetivo evaluar diferentes dosis de Metronidazol y Albendazol para tratar infecciones por nemátodos presentes en *Corydoras virginiae*.

Procamallanus spp. se alimenta de sangre y pueden causar daños graves en peces muy infectados ⁽³³⁾. La infección parasitaria altera las actividades fisiológicas y metabólicas del huésped, lo que induce a cambios en los parámetros sanguíneos que conducen a enfermedades como la anemia y la eosinofilia ⁽³⁴⁾.

Teniendo en cuenta la alta prevalencia de *P. (S.) pintoii*, el tamaño de los peces, el tamaño de los parásitos que ocupan casi todo el intestino y los posibles daños en los peces, su presencia puede constituir un problema sanitario, que conduce a factores fisiológicos. Deficiencias que pueden llevar a la muerte de ejemplares de *C. virginiae* adquiridos del medio natural.

El mecanismo de acción de los antihelmínticos incluye una variedad de modalidades biostáticas y biosidas que no afectan las vías bioquímicas de los huéspedes, pero que atacan e interrumpen con éxito la función biológica de los parásitos, las larvas y sus huevos ⁽³⁵⁾. Su acción induce daño a la cutícula, hipodermis, parte citoplásmica del músculo e intestino y puede provocar alteraciones en las actividades fisiológicas e inhibición de la motilidad. Además, la cutícula se vuelve vulnerable al ser atacada por los mecanismos

inmunes del huésped que causarían la destrucción del parásito ⁽³⁶⁾. En el presente estudio, el Albendazol y Metronidazol pueden estar actuando de alguna de las formas mencionadas anteriormente, dando como resultado la eficacia contra la infección de *P. (S.) pintoii* parasitando a la especie de *Corydora virginiae*.

Se evidenció una reducción en la prevalencia de peces parasitados a partir del segundo día de tratamiento, obteniendo reducciones progresivas hasta culminar los experimentos. Probablemente una dosis más alta y más días de tratamiento podrían resultar aún más efectivos, eliminando totalmente a este parásito.

Para esto, se necesita seguir realizando más estudios sobre este tema, los cuales es un tema nuevo en el ámbito de tratamiento contra nematodos con esta especie y con estos medicamentos (Albendazol y Metronidazol), por lo tanto, esta investigación puede aportar y ser parte de los tratamientos contra nematodos ya que dio un resultado efectivo, no presenta efectos secundarios, las cuales, se puede evitar pérdidas excesivas en los acuarios comerciales y también en las exportaciones a otras ciudades.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- Los especímenes de *Corydoras virginiae* adquiridos del medio natural y acopiado por el acuario AQUATRADE se encontraron parasitados por el nemátodo *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoii*.
- El tratamiento más eficaz del Albendazol y Metronidazol se registró a los 7 días de tratamiento con las dosis de 20 y 25 gramos ya que estos medicamentos hicieron su función durante más tiempo, se notó una gran disminución en la prevalencia parasitaria, eso quiere decir que mientras más días se utiliza el medicamento en los peces mejores resultados se obtendrá.
- Se diferenció morfológicamente que esta especie presenta el cuerpo alargado de color rojizo, presencia de una capsula bucal de color amarillo, con presencia de estrías que varían en número. Los ejemplares machos poseen una capsula bucal de forma redonda, bastante anchas, presentan espículas y papilas genitales, mientras que la hembra presenta una capsula bucal más fina, alargada y son más grandes que los machos, lo que se a demostrado con las observaciones morfométricas
- Los índices parasitarios demostraron que el albendazol y metronidazol son eficaces para el tratamiento de infecciones por el nemátodo *Procamallanus (Spirocamallanus) pintoii* notándose reducciones parasitarias proporcionales a los días de tratamientos en tal sentido mientras los peces estuvieron más expuestos al tratamiento se notó mayor eficacia reflejada en una reducción de las prevalencias parasitarias.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

- Probar otras dosis donde se use una concentración mayor de los productos Albendazol y Metronidazol.
- Aumentar los días de tratamiento para reducir al mínimo o en su totalidad la carga parasitaria.
- Se recomienda que los acuaristas al adquirir los ejemplares de *C. virginiae* observen a los peces a través de la luz para evitar o disminuir la probabilidad de ingresar algún pez infectado por este nematodo.

CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION

1. TELLO S.; CANEPA J. R. Estado actual de la explotación de los principales peces ornamentales de la Amazonia Peruana. Artículo científico. Folia Amazónica IIAP Vol. N° 3-(1991).
2. IANNACONE J.; ORTIZ N. Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación. Artículo científico. Lima-Perú: Universidad Nacional Federico Villareal (2008).
3. JUNCA VM Problemática de las pesquerías ornamentales suramericanas. Archivo Documental. Bogotá: Fundación Neo trópico Vivo., Colombia; (2001).
4. MORAVEC F Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region. Academia, Prague Czech Republic: Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic. (1998).
5. Further study on *Procamallanus(Spirocamallanus) pinto* (Kohn et Fernandes,1988) (Nematoda: Camallanidae) in *Corydoras paleatus* and *Corydoras micracanthus* (Siluriformes: Callichthyidae) from Salta, Argentina, with a key to congeneric species from Neotropical Realm. *Acta Parasitologica* 63(3), 595-604. (2018).
6. MORAVEC F, WOLTER J AND KÖRTING W. Some nematodes and acanthocephalans from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. *Folia Parasitologi(Praha)* 46, 296–310. (1999).

7. SORIA, M; RODILES, R; HERNÁNDEZ Y ALFONSO A. Morfometría de las especies de Vieja (Cichlidae) en ríos de la cuenca del Usumacinta, Chiapas, México .Colegio de la Frontera Sur (2011).
8. HORTON, R. Benzimidazoles in a Wormy World.Parasitology today,6.91-140. (1990).
9. THEODORIDES, V., GYURIK, R., KINGSBURY, W.&PARISH, R. Ant helmintic activity of albendazole against liver flukes,tapeworms,lung and gastrointestinal round dworms.Cellular and Molecular life Sciences, 32:702 – 703. (1976).
- 10.ITO, KENNYA FERNANDA."Aspectos ecológicos de *Procamallanus (Spirocamallanus) pinto*i parasita de *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) (Siluriformes: Callichthyidae) em reservatórios do Estado do Paraná, Brasil-DOI: 10.4025/actascibiolsci. v27i3. 1280." Acta Scientiarum. Biological Sciences 27.3: 239-242 (2008).
- 11.ITO .Ecological aspects of the Procamallanus (Spirocamallanus) pinto*i* parasite of *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) (Siluriformes: Callichthyidae) in reservoirs of the State of Paraná, Brazil. Acta Sci. Biol. Sci. (2005)
- 12.LUQUE JOSÉ L.Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2011).
- 13.SANTANA-PIÑEROS A.Parámetros de infección de *Procamallanus (Spirocamallanus) cf. pinto*i en *Corydoras metae* de Villavicencio, Colombia. Artículo Científico (2012-2013).

14. MORAVEC, F., SALGADO-MALDONADO, G.; CASPETA-MANDUJANO, J. Three new Procamallanus (Spirocamallanus) species from freshwater in Mexico. *Journal of Parasitology*, pp. 119-127. (2000).
15. GONZÁLEZ-SOLÍS, D., MORAVEC, F. & VIDALMARTÍNEZ, V.M. Procamallanus (Spirocamallanus) chetumalensis n. sp. (Nematoda: Camallanidae) from the Mayan sea catfish, *Ariopsis assimilis*, off the Caribbean coast of México. *Journal of Parasitology*, pp. 765-768. (2002).
16. MORAVEC, F., TARASCHEWSKI, H., THAIRUNGROJ ANANTAPHRUTI, M., MAIPANICH, W.; LAOPRASERT, T. Procamallanus (Spirocamallanus) anguillae sp. n. (Camallanidae) and some other nematodes from the Indonesian shortfin eel *Anguilla bicolor* in Thailand. *Parasitology Research*, 100, 69-75. (2006).
17. MORAVEC, F.; LIESL, L.VAN AS. Procamallanus (Spirocamallanus) spp. (Nematoda: Camallanidae) from fishes of the Okavango River, Botswana, including *P. (S.) serranochromis* n. sp. parasitic in *Serranochromis* spp. (Cichlidae). *Systematic Parasitology*, 90, 151–164 (2015).
18. MORAVEC, F.; JURKU, M. Two Procamallanus (Spirocamallanus) species (Nematoda: Camallanidae) from freshwater fishes in the Lower Congo River. *Acta Parasitologica*, 60(2), 226–233. (2015).
19. BUSATTO Z. Albendazol na piscicultura: estudo de incorporação do fármaco na ração e estimativa do período de carência para a espécie de peixe pacu (*Piaractus mesopotamicus*) [Internet] [text]. Universidade de São Paulo; 2016 [cited 2017 Sep 18]. Available from:

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-03022017-163041/>

20. FREEMAN CD, KLUTMAN NE, LAMP KC. Metronidazole. A therapeutic review and update. *Drugs*; pp.679-708. (1997)
21. DOS SANTOS CAL. Howgate P. Fishborne zoonotic parasites and aquaculture: a review. *Aquaculture*. pp.253–261 ,(2011).
22. EL-DIN, S. N. N., KHALIL, A. I., EL-SHEEKH, H. E., RADWAN, N. A. In vitro effect of some antinematodal drugs and Ammi majus plant extract against *Procamallanus laeviconchus* (Nematoda). *The Egyptian Journal of Experimental Biology*, 5: 183-189. (2009).
23. MADHAVI, R. Metazoan parasites in fishes. In: Bright Singh, I., Pai, S., Philip, R. ; Mohandas, A. (Ed.). *Aquaculture Medicine*. School of Environmental Sciences, Cochin University of Science & Technology, Cochin, p. 64-88. (2003)
24. AMATO. J.F.R; BOEGER, W. A; AMARTO, S.B. Protocolos para laboratorio coleta e processamento de parasitas do pescado. *Impresa universitaria*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. 81p (1991).
25. MORAVEC, F. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region. Academia, Prague Czech Republic: Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic. (1998).
26. BUSH, A.O; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *THE Journal of parasitology* 575-583. (1997).

27. BUSH, A. O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *THE Journal of parasitology* 575-583. (1997).
28. MORAVEC, F., WOLTER, J., & KÖRTING, W. Some nematodes and acanthocephalans from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. *Folia Parasitologica (Praha)*, 46: 296–310. (1999).
29. MORAVEC, F., WOLTER, J., & KÖRTING, W. Some nematodes and acanthocephalans from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. *Folia Parasitologica (Praha)*, 46: 296–310. (1999).
30. MORAVEC, F. Some nematodes of freshwater fishes in Venezuela. *Folia Parasitologica (Praha)*, 44: 33–47. (1997).
31. PIÑEROS, A., QUINTANA, Y., & OLAYA, V. Parámetros de infección de *Procamallanus (Spirocamallanus)* cf. *pinto* en *Corydoras metae* de Villavicencio, Colombia. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 21: 49–57. (2017).
32. MORAVEC, F. *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region*. Academia, Prague Czech Republic: Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic, 464 p. (1998).
33. BURGUESS, W. *An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes*. Neptune City: T.F.H. Publications, 784p. (1989).

34. MORAVEC, F., JUSTINE, J. L., WÜRTZ, J., TARASCHEWSKI, H., & SASAL, P. A new species of *Procamallanus* (Nematoda: Camallanidae) from Pacific eels (*Anguilla* spp). *Journal of Parasitology*, 92: 130-137. (2006).
35. MADHAVI, R. Metazoan parasites in fishes. *In*: Bright Singh, I., Pai, S., Philip, R., & Mohandas, A. (Ed.). *Aquaculture Medicine*. School of Environmental Sciences, Cochin University of Science & Technology, Cochin, p. 64-88. (2003).
36. EL-DIN, S. N. N., KHALIL, A. I., EL-SHEEKH, H. E., & RADWAN, N. A. In vitro effect of some antinematodal drugs and *Ammi majus* plant extract against *Procamallanus laeviconchus* (Nematoda). *The Egyptian Journal of Experimental Biology*, 5: 183-189. (2009).

ANEXOS

1. ESTADISTICA COMPLEMENTARIA

ALBENDAZOL

NEMATODOS

	T1	Albendazol
Day 1	R1 P1	1
	R1 P2	1
	R1 P3	1
	R1 P4	1
	R1 P5	1
	R2P1	1
	R2P2	1
	R2P3	1
	R2P4	1
	R2P5	1
	R3P1	1
	R3P2	1
	R3P3	1
	R3P4	1
	R3P5	1
	Total	15

Day 2	R1P1	
	R1P2	1
	R1P3	1
	R1P4	1
	R1P5	1
	R2P1	1
	R2P2	0
	R2P3	2
	R2P4	1
	R2P5	1
	R3P1	1
	R3P2	1
	R3P3	1
	R3P4	1
	R3P5	1
	Total	14

Day 3	R1P1	
	R1P2	2
	R1P3	1
	R1P4	1
	R1P5	0
	R2P1	0
	R2P2	1
	R2P3	1
	R2P4	1
	R2P5	0
	R3P1	2
	R3P2	1
	R3P3	1
	R3P4	1
	R3P5	0
	Total	14

METRONIDAZOL

	T2	Metronidazol
Day 1	R1 P1	1
	R1 P2	1
	R1 P3	1
	R1 P4	1
	R1 P5	1
	R2P1	1
	R2P2	1
	R2P3	1
	R2P4	1
	R2P5	1
	R3P1	1
	R3P2	1
	R3P3	1
	R3P4	1
	R3P5	1
	Total	15

Day 2	R1P1	
	R1P2	1
	R1P3	1
	R1P4	1
	R1P5	1
	R2P1	2
	R2P2	1
	R3P3	1
	R3P4	1
	R3P5	1
	R3P1	1
	R3P2	1
	R3P3	1
	R3P4	0
	R3P5	1
	Total	15

Day 3	R1P1	
	R1P2	2
	R1P3	1
	R1P4	1
	R1P5	0
	R2P1	1
	R2P2	2
	R2P3	2
	R2P4	1
	R2P5	1
	R3P1	1
	R3P2	2
	R3P3	1
	R3P4	1
	R3P5	0
	Total	16

Anexo 1. Conteo de *Corydoras virginiae* que están parasitados según los días de tratamientos.

2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



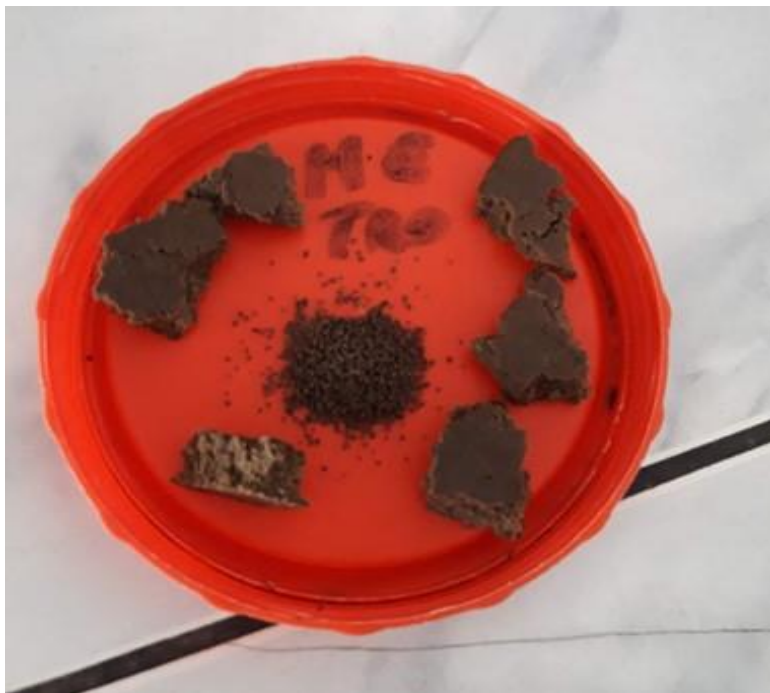
Anexo 2. Demostración del nematodo a través de la lámpara iluminada y a través de la luz solar



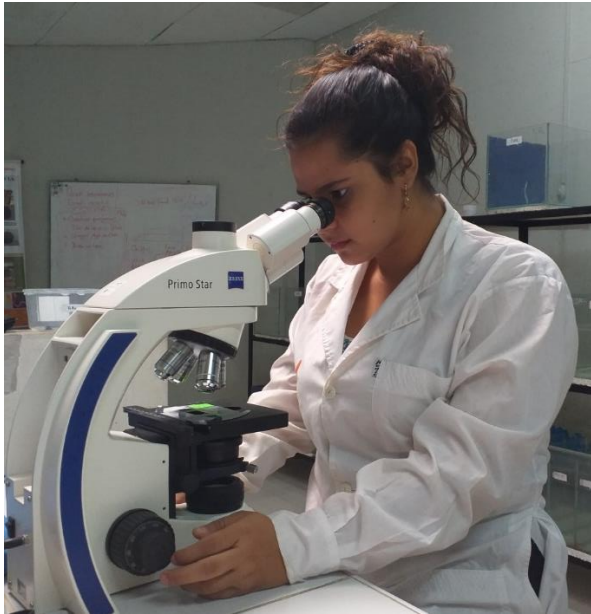
Anexo 3. Ejemplares de *Corydoras virginiae* seleccionadas en tinas.



Anexo 4. Tinas plásticas utilizadas como unidades experimentales



Anexo 5. Alimento medicado preparado con Albendazol y Metronidazol para alimentar a las *Corydoras virginiae* parasitadas



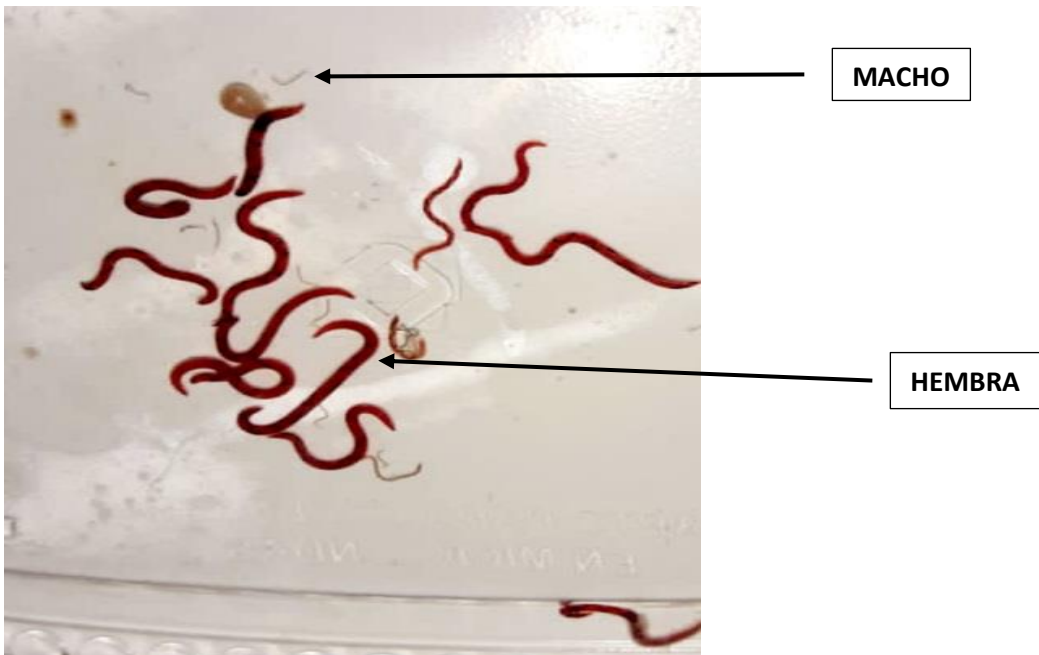
Anexo 6. Observación microscópica de las muestras de *Corydora virginiae*.



Anexo 7. individuo macho de *Procamallanus Spirocamallanus pintoii*.



Anexo 8 Individuo hembra de *Procamallanus Spirocamallanus pintoii*.



Anexo 9 Población de individuos de macho y hembra de *Procamallanus Spirocamallanus pintoii*.



Anexo 10 Presencia de nematodo *Procamallanus Spirocamallanus pinto* en el tracto digestivo saliendo de *Corydora virginiae*.