



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**MAESTRÍA EN ACUICULTURA**

**TESIS**

**FORMALINA Y SAL COMÚN CONTRA LA INFESTACIÓN DE  
MONOGENÓIDEOS BRANQUIALES (MONOGENOIDEA:  
DACTYLOGYRIDAE) EN JUVENILES DE PAICHE**

***Arapaima gigas* PROVENIENTES DE  
ESTANQUES DE CULTIVO DE LA  
CARRETERA IQUITOS - NAUTA,  
LORETO - PERÚ**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
ACUICULTURA**

**PRESENTADO POR: HUGO ADÍN MORA DEL ÁGUILA**

**ASESOR: BLGO. GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY, DR.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2022**



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**MAESTRÍA EN ACUICULTURA**

**TESIS**

**FORMALINA Y SAL COMÚN CONTRA LA INFESTACIÓN DE  
MONOGENÓIDEOS BRANQUIALES (MONOGENOIDEA:  
DACTYLOGYRIDAE) EN JUVENILES DE PAICHE**

***Arapaima gigas* PROVENIENTES DE  
ESTANQUES DE CULTIVO DE LA  
CARRETERA IQUITOS - NAUTA,  
LORETO - PERÚ**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
ACUICULTURA**

**PRESENTADO POR: HUGO ADÍN MORA DEL ÁGUILA**

**ASESOR: BLGO. GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY, DR.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2022**



**UNAP**

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**Escuela de Postgrado  
"Oficina de Asuntos  
Académicos"**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**N° 023-2022-OAA-EPG-UNAP**

Con Resolución Directoral N°0409-2022-EPG-UNAP, se autoriza la sustentación de la Tesis denominada: "FORMALINA Y SAL COMÚN CONTRA LA INFESTACIÓN DE MONOGENÓIDEOS BRANQUIALES (MONOGENOIDEA: DACTYLOGYRIDAE) EN JUVENILES DE PAICHE *Arapaima gigas* PROVENIENTES DE ESTANQUES DE CULTIVO DE LA CARRETERA IQUITOS – NAUTA, LORETO - PERÚ", teniendo como jurados a los siguientes profesionales:

Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr.	Presidente
Blga. Rossana Cubas Guerra, MSc.	Miembro
Blgo. Roberto Pezo Díaz, Dr.	Miembro
Blgo. Germán Augusto Murrieta Morey, Dr.	Asesor

A los veinte días del mes de mayo del 2022, a las 16:00 horas, en la plataforma virtual Zoom de la Escuela de Postgrado-EPG de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP, se constituyó el Jurado Evaluador y dictaminador, para escuchar y evaluar la sustentación de la tesis denominada: "FORMALINA Y SAL COMÚN CONTRA LA INFESTACIÓN DE MONOGENÓIDEOS BRANQUIALES (MONOGENOIDEA: DACTYLOGYRIDAE) EN JUVENILES DE PAICHE *Arapaima gigas* PROVENIENTES DE ESTANQUES DE CULTIVO DE LA CARRETERA IQUITOS – NAUTA, LORETO - PERÚ" presentado por el egresado HUGO ADIN MORA DEL AGUILA, como requisito para obtener el Grado Académico de Maestro en Acuicultura, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron:

.....  
*abmultos según formuladas*  
.....

El Jurado, después de la deliberación de la sustentación correspondiente en privado, llegó a las conclusiones, siguientes:

- Aprobado como: a) Excelente ( ) b) Muy bueno ( ) c) Bueno (X)
- Desaprobado: ( )

Observaciones :.....  
.....  
.....

A continuación, el Presidente del Jurado, da por concluida la sustentación, siendo las...*18:10*... del veinte de mayo del 2022; con lo cual, se le declara al sustentante...*apto*...para recibir el Grado Académico de Maestro en Acuicultura.

  
Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr.  
**Presidente**

  
Blga. Rossana Cubas Guerra, MSc.  
**Miembro**

  
Blgo. Roberto Pezo Díaz, Dr.  
**Miembro**

  
Blgo. Germán Augusto Murrieta Morey, Dr.  
**Asesor**

**TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DIA 20 DE MAYO DEL 2022 EN LA PLATAFORMA VIRTUAL ZOOM INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ**



---

**BLGO. ENRIQUE RIOS ISERN, DR.  
PRESIDENTE**



---

**BLGA. ROSSANA CUBAS GUERRA, MSC.  
MIEMBRO**



---

**BLGO. ROBERTO PEZO DÍAZ, DR.  
MIEMBRO**



---

**BLGO. GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY, DR.  
ASESOR**

A Johova Dios por la vida, a mis padres que ya no están por enseñarme a vivir, a Margot mi compañera por el apoyo, cariño y comprensión, a mis hijos por la fortaleza y motivación, a mis hermanos y sobrinos por el afecto, a mis maestros por las enseñanzas.

## AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Escuela de Postgrado de una Universidad Nacional de la Amazonia, en especial a todos los profesores del Programa de Maestría en Acuicultura, MACA-III.

Al presidente del IIAP, Blgo. Pablo Puertas, por permitir realizar la ejecución de la tesis en las Instalaciones del Laboratorio de Sanidad y Parasitología del AQUAREC.

A mí asesor Blgo. German Murrieta Morey, por el apoyo y los conocimientos brindado.

Al Blgo. Humberto Arbildo Ortiz, por sus sugerencias durante la elaboración del informe de tesis.

A los piscicultores del eje de la Carretera Iquitos-Nauta, por el apoyo con la ejemplares de *Arapaima gigas*.

A los amigos y compañeros que contribuyeron en mi fortalecimiento profesional y personal..

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Páginas</b>
Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta sustentación	iii
Jurado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>04</b>
1.1 Antecedentes	04
1.2 Bases teóricas	06
1.3 Definición de términos básicos	10
<b>CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS</b>	<b>12</b>
2.1 Variables y su operacionalización	12
2.2 Formulación de la hipótesis	12
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>	<b>13</b>
3.1 Tipo y diseño de la investigación	13
3.2 Población y muestra	13
3.3 Técnicas e instrumentos	14
3.4 Procedimientos de recolección de datos	14
3.5 Técnicas de procesamientos y análisis de los datos	22
3.6 Aspectos éticos	22
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
<b>CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
<b>CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>47</b>
1. Instrumentos de recolección de datos.	

## ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
<b>TABLA 1:</b> Variables y su operacionalización	12
<b>TABLA 2:</b> Tratamientos in vitro de formalina y sal evaluados en el control de monogenoideos <i>Arapaima gigas</i>	16
<b>TABLA 3:</b> Tratamientos de formalina y sal evaluadas in-situ	16
<b>TABLA 4:</b> Promedio del tiempo (minutos) de acción en la mortalidad del 100% de monogenoideos de <i>Arapaima gigas</i> , tratamiento in vitro con sal y formalina.	24
<b>TABLA 5:</b> Valores del promedio de parásitos registrados en cada tratamiento y eficacia de los tratamientos expresado en porcentaje.	27
<b>TABLA 6:</b> Resultados de las pruebas ANOVA entre tratamientos con sal y formalina empleados contra monogenoideos branquiales en juveniles de paiche <i>Arapaima gigas</i>	27
<b>TABLA 7:</b> Comparaciones entre los tratamientos utilizados mediante el ANOVA-Friedman. T1 (15 g/L), T2 (25 g/L), T3 (30g/L)= tratamientos con sal, T4 (0.2 mL/L), T5 (0.3 mL/L), T6 (0.4 mL/L) = tratamientos con formalina. p = probabilidad	28
<b>TABLA 8:</b> Valores de los principales índices parasitarios de monogenoideos registrados en cada tratamiento utilizado a base de diferentes concentraciones de sal. PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad, Im = intensidad media, Am = abundancia media.	31
<b>TABLA 9:</b> Valores de los principales índices parasitarios de monogenoideos registrados en cada tratamiento utilizado a base de diferentes concentraciones de formalina. PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad, Im = intensidad media, Am = abundancia media	31
<b>TABLA 10:</b> Valores de los parámetros físicos-químicos	34



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
<b>FIGURA 1:</b> Figura 1. Ciclo de vida directo de parásitos monogenoideos. 1. Huevo, 2. Larva oncomiracideo eclosiona del huevo, 3. Ejemplar juvenil de Monogenoidea, 4. Ejemplar adulto de Monogenoidea	07
<b>FIGURA 2:</b> Vista lateral del “paiche” <i>Arapaima gigas</i>	10
<b>FIGURA 3:</b> Acondicionamiento de los alevinos de <i>Arapaima gigas</i>	15
<b>FIGURA 4:</b> Acondicionamiento de alevinos de <i>Arapaima gigas</i> , para la evaluación del tratamiento de in-situ contra monogenoideos	17
<b>FIGURA 5:</b> Registro de peso y longitud de los especímenes de <i>Arapaima gigas</i>	18
<b>FIGURA 6:</b> Necropsia de un ejemplar de <i>Arapaima gigas</i>	18
<b>FIGURA 7:</b> Análisis muestra de las conservadas e identificación de los parásitos	20
<b>FIGURA 8:</b> Promedio de monogenoideos colectados de ejemplares de paiche sometidos a diferentes tratamientos de sal (g/L)	25
<b>FIGURA 9:</b> Promedio de monogenoideos colectados de ejemplares de paiche sometidos a diferentes tratamientos de formalina (ml/L)	26
<b>FIGURA 10:</b> Comparaciones entre los tratamientos utilizados mediante el ANOVA-Friedman. T1 (15 g/L), T2 (25 g/L), T3( 30g/L)= tratamientos con sal, T4 (0.2 mL/L), T5 (0.3 mL/L), T6 (0.4 mL/L) = tratamientos con formalina. p = probabilidad	28
<b>FIGURA 11:</b> Ejemplar de <i>Dawestrema cycloancistrum</i> parasitando las branquias del paiche <i>Arapaima gigas</i>	29
<b>FIGURA 12:</b> A. Parte anterior de <i>Dawestrema cycloancistrum</i> , B. Complejo copulador: OCM = órgano copulador masculino, pa = pieza accesorio, hv = huevo	30
<b>FIGURA 13:</b> A. Parte posterior de <i>Dawestrema cycloancistrum</i> , B. Haptor: ad = ancla dorsal, bd = barra dorsal, av = ancla ventral, bv = barra ventral, g = ganchos	30
<b>FIGURA 14:</b> Vista lateral de <i>Arapaima gigas</i> mostrando coloración negruzca como señal típica de infestación por monogenoideos	32
<b>FIGURA 15:</b> Branquias de <i>Arapaima gigas</i> mostrando coloración pálida y/o blanquecina	32
<b>FIGURA 16:</b> Lesiones secundarias en la piel de <i>Arapaima gigas</i> producto de infestación masiva por monogenoideos.	33
<b>FIGURA 17:</b> Observación al microscopio de branquias de <i>Arapaima gigas</i> mostrando monogenoideos adheridos a los filamentos branquiales (círculos amarillos).	34

## RESUMEN

Los monogenóideos son parásitos responsables de la mayoría de las pérdidas económicas en piscicultura. El presente estudio evaluó la eficacia de la sal y la formalina contra infestaciones de monogenoideos en ejemplares de *Arapaima gigas*, procedentes de productores del eje carretero Iquitos-Nauta. Los peces fueron trasladados al laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Fueron evaluados tratamientos *in situ* e *in vitro* de sal a razón de 0,15, 25 y 30g/L y formalina a razón de 0, 0.2, 0.3 y 0.4 ml/L. La especie identificada parasitando las branquias de *A. gigas* fue *Dawestrema cycloancistrum*. En los tratamientos *in vitro* todos los tratamientos fueron eficaces en el control de los parásitos, siendo el tiempo de acción más corto mientras la dosis iba aumentando. En los tratamientos *in situ* se demostró también la eficacia de los productos. A medida que se aumentaron las dosis de los productos, estos resultaron más efectivos. Entre los tratamientos utilizados la sal a razón de 30g/L eliminó casi en su totalidad a los monogenoideos que infestaban las branquias de los ejemplares de *A. gigas* utilizados. La sal y la formalina son productos eficaces para el control de monogenoideos branquiales en *A. gigas* cultivados.

**Palabras claves:** infestación, piscicultura, ectoparásitos, tratamientos

## ABSTRACT

Monogenoids are parasites responsible for most of the economic losses in fish farming. It is important to know the effective mechanisms or products to control this group of parasites. Although formalin and salt are frequently used in the treatment of fish diseases, specific studies are necessary in order to verify which concentrations are more effective and less harmful to the health of the species to be treated. Thus, the present study tested the efficacy of salt and formalin against monogenoid infestations in specimens of *A. gigas* collected from producers on the Iquitos-Nauta highway. The collected fish were transferred to the Parasitology and Aquaculture Health laboratory of the Fernando Alcántara Bocanegra Research Center of the Peruvian Amazon Research Institute. In the laboratory, in situ and in vitro treatments were carried out to determine the efficacy of the products. The treatments used were: salt at a rate of 15, 25 and 30g / L and formalin at a rate of 0.2, 0.3 and 0.4 ml / L. The species identified parasitizing the gills of *A. gigas* was *Dawestrema cycloancistrum*. In the in vitro treatments all the treatments were effective in killing the parasites. The time of action was shorter as the dose was increasing. In the in situ treatments, the efficacy of the products was also demonstrated, causing "zero" mortalities. As the doses of the products were increased, they were more effective. Among the treatments used, salt at a rate of 30g / L almost completely eliminated the monogenoids that infested the gills of the *A. gigas* specimens used. Salt and formalin are effective products for the control of branchial monogenoids in cultured *A. gigas*.

**Keywords:** infestation, fish farming, ectoparasites, treatments

## INTRODUCCIÓN

No todas las especies comercializadas en Amazonía peruana proceden de la pesca de ambientes naturales; algunas de ellas provienen de la producción acuícola que intenta compensar la disminución de recursos naturales, explotados de manera insostenible. Esta actividad en Amazonía peruana ha venido experimentando un constante crecimiento de más de 15% por año por una década. Dentro de las principales especies cultivadas, el paiche *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Arapaimidae) destaca como un pez promisorio para la piscicultura<sup>(1)</sup> El paiche posee un alto potencial económico en piscicultura, ya sea en la producción de carne con vistas al mercado nacional e internacional, así como para la producción de alevines para exportación a diferentes países del mundo<sup>(1)</sup>.

Con la intensificación de los sistemas de cría, existe la necesidad por un mejor conocimiento del apropiado manejo de los peces para otorgar mejoras en las condiciones de salud, especialmente en las etapas iniciales de producción como larvicultura y crianza de peces. Justamente en estas etapas, es cuando los peces son continuamente expuestos a condiciones adversas, ya que el sistema inmune aún no responde con tanta eficiencia, en consecuencia, los peces son más susceptibles a contraer enfermedades parasitarias<sup>(2)</sup>. La falta de información, principalmente en la producción y manejo del paiche, ha impedido el desarrollo de la piscicultura<sup>(3)</sup>. Dentro de los obstáculos encontrados para la producción del paiche, las enfermedades parasitarias juegan un rol importante en la cantidad y calidad de la producción de peces<sup>(4)</sup>.

Los monogénóideos son ectoparásitos que presentan ciclo de vida directo y pueden multiplicarse y dispersarse rápidamente en estanques, alcanzando altas densidades. Estos parásitos son responsables de la mayoría de las pérdidas económicas en piscicultura<sup>(5)</sup>. En Amazonía peruana hay reportes concernientes a altas infestaciones por especies de Monogenoidea, con casos de mortalidades y pérdidas económicas en piscicultores. Los tratamientos antiparasitarios pueden ser efectivos, pero son muchas veces, difíciles de utilizar en la crianza de peces, siendo la

mayoría de los productos nocivos a los peces, al consumidor y al medio ambiente. Así, investigaciones han buscado formas de tratamiento no sólo curativos, sino también profilácticos<sup>(6)</sup>. Un error de algunos mililitros o miligramos del producto puede comprometer el stock de peces, no siendo recomendado la misma dosis para especies diferentes de peces. Dependiendo de la sustancia escogida en el tratamiento de la enfermedad, distintos efectos pueden ser observados en diferentes especies de organismos<sup>(7)</sup>. Para determinar la eficacia de un producto, deben realizarse estudios experimentales, teniendo en cuenta que no todas las especies pueden reaccionar de la misma forma al tratamiento<sup>(8)</sup>.

Para el tratamiento de patologías externas, causadas por monogénóideos, baños terapéuticos son recomendados<sup>(9)</sup>. Las formas de aplicación son variadas: baños de inmersión (pocos segundos), corta duración (1 minuto y pocas horas) y baños de larga duración (12 a 24 horas)<sup>(10)</sup>. Dependiendo del patógeno y de la especie de pez, diferentes sustancias terapéuticas pueden ser recomendadas, ya sea por su bajo costo, facilidad de adquisición y aplicación<sup>(10)</sup>. Así, la formalina y la sal son dos productos que cumplen estos requisitos y además han sido reportados como eficaces en el control de monogénóideos<sup>(11)</sup>. A pesar de que la formalina y la sal son frecuentemente utilizadas en el tratamiento de enfermedades de peces, son necesarios estudios específicos a fin de verificar cuales concentraciones son más efectivas y menos perjudiciales para la salud de la especie a ser tratada, pues todos los productos pueden ser tóxicos, afectando el desarrollo de los peces y pudiendo causar mortalidades<sup>(12)</sup>.

Es importante verificar la eficiencia de un producto contra determinado parásito y su toxicidad en la especie de pez a ser tratada. De esta forma, los efectos de los productos aplicados a organismos acuáticos pueden ser estimados y monitoreados en pruebas de toxicidad<sup>(13)</sup>. De esta forma, al recomendar la concentración de determinado producto, por medio del resultado obtenido en los ensayos experimentales, los procedimientos de control se tornan mucho más seguros<sup>(14)</sup>. De manera general, durante ensayos experimentales, se evalúan la mortalidad o la sobrevivencia de los

organismos sometidos a los tratamientos, las alteraciones en el comportamiento (forma de natación, distribución en la columna de agua, letargia) y signos externos como coloración<sup>(15)</sup>.

Las alteraciones más comunes encontradas en las branquias de los peces expuestos a productos nocivos son: elevación epitelial, hiperplasia, proliferación de células del epitelio filamentar, la cual puede conducir a fusión parcial o total de las lamelas branquiales, apareamiento de edema en los epitelios lamelar, degeneración y necrosis<sup>(16)</sup>.

Las concentraciones terapéuticas utilizadas en piscicultura son las presentes en la literatura, la cual muchas veces son con especies marinas o con especies de agua dulce procedentes de otros países e incluso otros continentes. En tal sentido, no se toma en consideración el tiempo de exposición al producto utilizado, el nivel de toxicidad del producto, el cual varía de especie a especie y los efectos secundarios de la aplicación del tratamiento en el animal expuesto<sup>(17)</sup>.

Investigaciones direccionadas para el conocimiento de la dosis eficaz de un determinado producto y el efecto que causa en el animal expuesto al tratamiento son bastante raras. Por lo que se planteó la siguiente pregunta ¿Los tratamientos de formalina y sal común son eficaces contra la infestación de monogénóideos branquiales en juveniles de paiche? En tal sentido el presente estudio tuvo como objetivo general: evaluar la eficacia de la sal común y la formalina para eliminar a monogenoideos branquiales presentes en juveniles de paiche *Arapaima gigas*; siendo los objetivos específicos: determinar la eficacia en tratamiento *in vivo* e *in vitro*, identificar a los parásitos monogenoideos, calcular los índices parasitarios de los parásitos después de los tratamientos y describir los principales signos que caracterizan a los peces infestados por monogénóideos branquiales.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En 2020, desarrollaron una investigación de tipo experimental, nivel explicativo y diseño cuantitativo, que incluyeron como población de estudio a adultos de *Otocinclus affinis*. En la investigación determinaron la concentración letal media (CL<sub>50-96</sub>) y evaluaron la eficacia del formol y extracto acuoso de hojas de *Mansoa alliacea* en el control de parásitos monogéneos y el trabajo concluyó que la CL<sub>50-96h</sub> fue de 0.1 mL/L para el formol y 14.01 mL/L para el extracto; asimismo, los mejores valores de eficacia fueron registrados en las concentraciones de 0.03 mL formol/L, 1mL EAHAS/L + 0.02 formol/L y 1mL EAHAS/L + 0.03 formol/L<sup>(18)</sup>.

En 2017, desarrollaron una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa con el propósito de determinar si los poros localizados en región cefálica de ejemplares de *Arapaima gigas* son parasitados por monogonóideos. En el estudio demostraron que no sólo las branquias pueden ser parasitadas por *Dawestrema cycloancistrum*, sino también los poros cefálicos. Según los autores esta es una estrategia reproductiva del parásito que garantiza la transmisión de ejemplares de paiche adultos a ejemplares juveniles<sup>(19)</sup>.

En 2017, desarrollaron una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa con el propósito de describir la morfología y desarrollo de los huevos y larvas de *Dawestrema cycloancistrum*. En el estudio determinaron el tiempo de desarrollo de las larvas dentro de los huevos y el tiempo de vida de las larvas oncomiracídeo ante la falta del hospedero. Diariamente son producidos  $31.4 \pm 16.4$  huevos de *Dawestrema cycloancistrum* por cada parásito<sup>(20)</sup>.

En 2017, se desarrolló una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa con el propósito de determinar la eficacia y efectos de la formalina en el tratamiento contra parásitos branquiales en ejemplares de paiche *Arapaima gigas*. En el estudio determinaron que la dosis de

formalina ideal para tratar infestaciones de monogenóideos que a su vez no producen efectos negativos secundarios en los peces sometidos a tratamientos<sup>(21)</sup>.

En 2015, desarrollaron una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa con el propósito de tratar a *Arapaima gigas* infestados por monogenóideos con formalina. En el estudio determinaron dosis de formalina considerables aceptables para *Arapaima gigas* cultivados en estanques en la Amazonía brasileña<sup>(22)</sup>.

En 2014, desarrollaron una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa con el propósito de identificar a las especies de monogenóideos que parasitaban a ejemplares de paiche *Arapaima gigas* cultivados en la Amazonía peruana. En el estudio reportaron una alta infestación del monogenóideo *Dawestrema cycloancistrioides* en las branquias de *Arapaima gigas* con una abundancia media de infestación de 145 parásitos por pez<sup>(23)</sup>.

En 2013, se desarrollaron una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa, con el propósito de identificar los parásitos que afectaban a individuos de paiche *Arapaima gigas* procedentes de estanques piscícolas en Loreto, Perú. El estudio identificó a dos especies de monogenóideos: *Dawestrema cycloancistrum* con una prevalencia de 100% y *Dawestrema cycloancistrioides* con una prevalencia de 83%<sup>(23,24)</sup>.

En 2013, se desarrollaron una investigación de tipo cualitativo y cuantitativa, donde evaluaron la interrelación de los parámetros de calidad de agua con la infección parasitaria en alevinos de *Arapaima gigas*. Identificaron al monogeneo *Dawestrema cycloancistrum*, con prevalencia de 100%, abundancia de 7756, intensidad media de 377.87. Asimismo, registraron que no existe correlación de los parámetros del agua con la abundancia de los parásitos<sup>(25)</sup>.

En 2009, desarrollaron una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa con el propósito de determinar los parásitos que afectan a



juveniles de *Arapaima gigas* cultivados en la Amazonía brasileña. En el estudio reportaron la presencia de *Dawestrema cycloancistrum* y *Dawestrema cycloancistrioides* parasitando juveniles de *Arapaima gigas* con altos niveles de infestación<sup>(26)</sup>.

En 2007, desarrollaron una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa con el propósito de determinar la fauna ectoparasitaria en alevinos de paiche *Arapaima gigas* cultivados en el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Loreto, Perú. En el estudio determinaron presencia de *Dawestrema. cycloancistrum* y *Dawestrema cycloancistrioides* en las branquias de los peces analizados<sup>(27)</sup>.

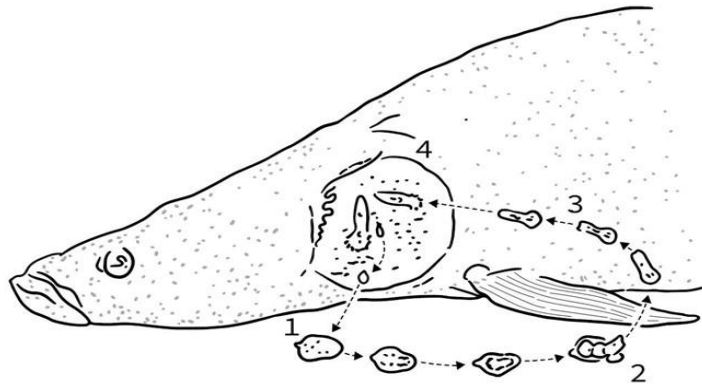
## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1 Parasitismo**

El parasitismo es uno de los modelos más exitosos de vida desplegado por un organismo. Así mismo, es una asociación negativa, temporal o permanente, externa o interna, entre una especie, el parásito, normalmente más pequeña, menos organizada o de menor nivel zoológico y otra especie más organizada, el hospedero<sup>(28)</sup>.

#### **Parásitos con ciclo de vida directo o monoxeno**

Aquellos que únicamente necesitan de un hospedero para cumplir su ciclo de vida (Figura 1). Los ectoparásitos presentan este tipo de ciclo de vida<sup>(28)</sup>.



**Figura 1.** Ciclo de vida directo de parásitos monogenoideos. 1. Huevo, 2. Larva oncomiracideo eclosiona del huevo, 3. Ejemplar juvenil de Monogenoidea, 4. Ejemplar adulto de Monogenoidea.

### 1.2.2 Parásitos con ciclo de vida indirecto o heteroxeno

Son aquellos parásitos que necesitan de más de un hospedero para cumplir su ciclo de vida. Este tipo de ciclo de vida lo presentan los endoparásitos<sup>(28)</sup>.

### 1.2.3 Taxonomía de *Arapaima gigas*

Clasificación taxonómica

Reino:	Animalia
Filo:	Chordata
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Characiformes
Familia:	Arapaimidae
Género:	<i>Arapaima</i>
Especie:	<i>Arapaima gigas</i> (Schinz, 1822) <sup>(1)</sup>

#### 1.2.4 Descripción de la especie

El paiche *A. gigas* es un pez de gran porte, que puede llegar a más de 3 metros de longitud y pesar 250 kg. Posee el cuerpo alargado, cilíndrico en la sección ventral que se comprime progresivamente a medida que se acerca a la aleta caudal. Tiene la cabeza achatada y pequeña en relación al cuerpo; con una boca grande, superior y oblicua, con la mandíbula inferior bastante sobresaliente; asimismo, posee dos placas óseas laterales y una palatina que funcionan como verdaderos dientes, reteniendo a la presa antes de engullirla; posee una lengua ósea (Figura 2). Aletas con radios blandos lo que le confieren mayor flexibilidad<sup>(1)</sup>.

Los caracteres que le distinguen a *Arapaima gigas* son: cuerpo cubierto de escamas grandes y gruesas de color pardo negruzco en la cabeza y el dorso, en la mayoría de las poblaciones las escamas presentan borde rojo en la zona abdominal y en la mitad posterior del cuerpo; pero también se pueden observar bordes oscuros en algunas poblaciones como las del río Pastaza. Las aletas dorsal y anal próximas a la aleta caudal que es redondeada, la aleta anal posee ocelos rojos o naranjas de diferentes tamaños<sup>(1)</sup>.

Posee amplia distribución geográfica en Sudamérica (Perú, Brasil, Colombia, Ecuador y Guyana). De hábito alimenticio ictiófaga, aunque ocasionalmente puede consumir moluscos, camarones, cangrejos e insectos. Habita ecosistemas lénticos preferencialmente lagunas de aguas negras, pero también puede encontrarse en ríos y canales<sup>(1)</sup>.



**Figura 2.** Vista lateral del “paiche” *Arapaima gigas*

### 1.2.5 Monogenoideos

Los metazoarios monogenoideos son ectoparásitos que se caracterizan principalmente por la presencia de un órgano de fijación denominado haptor, formado por una serie de ganchos, barras y anclas. Pueden producir daños extensos cuando presentes en grandes números, convirtiéndose rápidamente en un problema para la actividad acuícola. Son hermafroditas con ciclo de vida directo<sup>(20)</sup>.

Concerniente a la diversidad de especies monogenoideas y su distribución en América latina, se han reportado 651 especies: 437 especies en Brasil, 115 en Perú, 75 en Argentina, 44 en Venezuela, 40 en Chile, 23 en la región Malvinas-Patagónica, 17 en Colombia, 17 en Uruguay, 12 en Bolivia, 11 en Galápagos, 07 en Ecuador, 06 en Guyana Francesa, 04 en Guyana. 04 en Paraguay y 02 en Surinam<sup>(29)</sup>.

### 1.2.6 Sal común (NaCl)

Comúnmente llamado sal o sal de mesa, cada molécula está compuesta de un 40% de sodio y 60% de cloruro cuyo compuesto químico es el Cloruro de Sodio (NaCl), el cual se forma cuando el Sodio elemental reacciona con un Cloro elemental, un electrón se transfiere de un átomo de Sodio a un neutro de Cloro formando un ion Na<sup>+</sup> y un ion Cl<sup>-</sup> y así las partículas con cargas opuestas se atraen, uniéndose para general la sal<sup>(30)</sup>.

Asimismo, debido a sus propiedades antimicrobianas, y deshidratación; el uso de sal ha sido muy requerido para tratamientos sanitarios y medidas profilácticas en las piscigranjas y acuarios de la Amazonía peruana<sup>(30)</sup>.

### **1.2.7 Propiedades antiparasitarias de la formalina**

La formalina ha sido demostrada como efectiva para tratar diversas enfermedades causadas principalmente por ectoparásitos. Diferentes concentraciones han mostrado su efectividad para inviabilizar a los parásitos y eliminarlos de la piel y branquias de peces. Su acción es casi inmediata, siendo recomendada como tratamientos contra parasitosis en peces de piscicultura <sup>(30)</sup>.

### **1.3. Definición de términos básicos**

**Parásito:** Ser que vive a expensas de otro de distinta especie llamado huésped y al cual puede producir daño de magnitud variable<sup>(28)</sup>.

**Ectoparásito:** cuando parasitan la superficie corporal de los peces (tegumento, aletas, branquias) y/u órganos que comunican directamente con el exterior, como las branquias<sup>(28)</sup>.

**Endoparásito:** cuando infectan órganos internos como, corazón, intestino, ciegos pilóricos, estómago, hígado, páncreas, vesícula biliar, vejiga natatoria, etc.) <sup>(28)</sup>.

**Hospedero intermediario:** aquel organismo en el cual el parásito alcanza una o más de una fase de desarrollo, sin alcanzar la fase final. Los invertebrados actúan como hospederos intermediarios de los diferentes grupos parasitarios existentes<sup>(28)</sup>.

**Hospedero paraténico:** organismo que le sirve al parásito, únicamente como medio de transporte. En este hospedero, el parásito no desarrolla ninguna fase. Algunos vertebrados como los peces, pueden actuar como hospederos paraténicos<sup>(28)</sup>.

**Hospedero final:** aquel organismo en el cual el parásito alcanza su última fase de desarrollo y madurez sexual, siendo capaz de reproducirse. Hospederos definitivos son siempre vertebrados<sup>(28)</sup>.

**Metazoario:** organismo pluricelular de nutrición heterótrofa<sup>(28)</sup>.

**Protozooario:** organismo unicelular de nutrición heterótrofa<sup>(28)</sup>.

## CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS

### 2.1. Variables y su operacionalización

Las variables de este estudio y su operacionalización se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Variables y su operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Índice	Instrumento
<b>Independiente</b> Sal	Sustancia blanca y cristalina, soluble en el agua. Compuesto formado por cloruro (60%) y sodio (40%)	Concentración (dosis) de sal en tratamiento <i>in sito</i> e <i>in vitro</i>	g/L agua	30 g/ L agua 20 g/ L agua 10 g/ L agua	
<b>Independiente</b> Formalina		Concentración (dosis) de formalina en tratamiento <i>in sito</i> e <i>in vitro</i>	mL/L agua	0.4 mL/L agua 0.3 mL/L agua 0.2 mL/L agua	Ficha de registro. Registro fotográfico. Base de datos.
<b>Dependiente</b> Eficacia antiparasitaria	Disminución de los parásitos monogenoideos	Eficacia en tratamiento <i>in sito</i> y <i>in vitro</i> de sal y formalina	Porcentaje de mortalidad de los parásitos monogeneos	0 a 100%	
		Índices parasitarios	Prevalencia de parásitos Intensidad de parásitos Intensidad media	0 a 100% ----	
			Abundancia media	-----	

### 2.2. Formulación de la hipótesis

El tratamiento con formalina es más eficaz que el tratamiento con sal común contra las infestaciones causadas por monogénoides branquiales en juveniles de paiche *Arapaima gigas*.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de la investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se utilizó en el presente estudio fue experimental.

#### **3.1.2. Diseño de investigación**

De acuerdo al diseño de contrastación la investigación fue de tipo experimental cuya finalidad fue la descripción y análisis de sus variables. Asimismo tuvo un enfoque mixto cuantitativo y cualitativo.

### **3.2. Población y muestra**

#### **Población de estudio**

La población de estudio estuvo compuesta por especímenes de *Arapaima gigas* provenientes de productores del eje carretero Iquitos-Nauta.

#### **Tamaño de la muestra de estudio**

La muestra estuvo representada por 96 ejemplares de *A. gigas*.

#### **Tipo de muestreo y procedimiento de selección de la muestra**

Para el presente estudio se utilizó el muestreo probabilístico simple o aleatorio.

La muestra global, los ejemplares para el análisis parasitológico y así como los peces destinados al experimento con Sal común y formalina en el control de monogenoideos fueron seleccionados al azar de estanques piscícolas de productores del eje carretero Iquitos-Nauta.



## **Criterios de selección**

- **Criterios de inclusión:** peces con coloración negruzca, natación errática, respiración acelerada.
- **Criterios de exclusión:** peces en aparente buen estado de salud, responden a estímulos, coloración clara.

### **3.3. Técnicas e instrumentos**

El trabajo se realizó en tres etapas, 1) trabajo de campo: para la colecta de los especímenes de *Arapaima gigas* de los centros piscícolas y registro de la calidad de agua; 2) trabajo de laboratorio: para análisis parasitológico y tratamientos contra los monogenoideos mediante el uso de sal y formalina y 3) trabajo de gabinete, para el análisis de los datos e interpretación. Se utilizaron técnicas y metodología de ictioparasitología, limnología y estadística.

### **3.4. Procedimientos de recolección de datos**

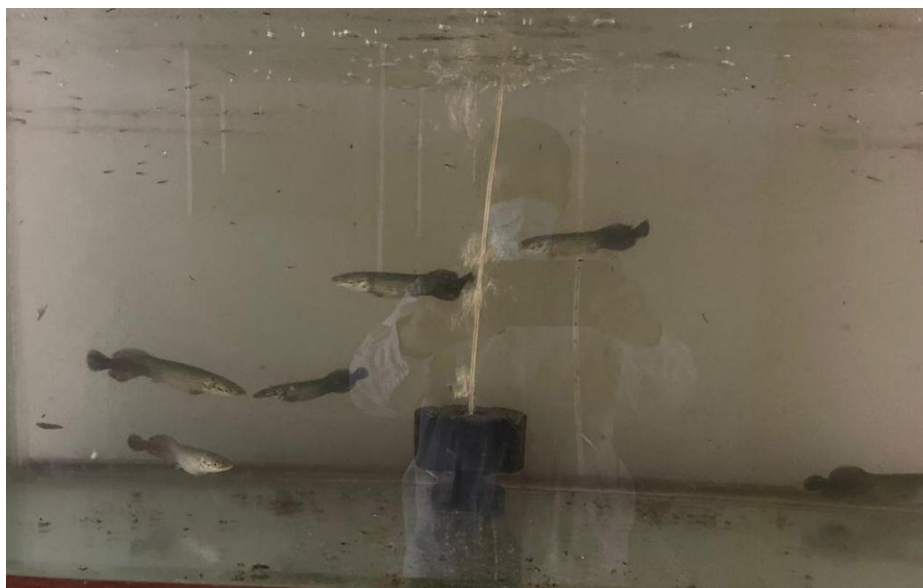
#### **3.4.1 Área de estudio**

El lugar donde se ejecutó el estudio fue en el Laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola del Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra” de la Dirección de Investigación en Ecosistemas Acuáticos Amazónicos-AQUAREC del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP. Ubicado a la margen derecha del Km. 4.5 de la Carretera Iquitos-Nauta, al sur oeste de la ciudad de Iquitos. Políticamente pertenece al Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto.

#### **3.4.2 Traslado y acondicionamiento del material biológico (peces)**

Los peces de los productores fueron trasladados en horas de la mañana, en bolsas plásticas hasta el Laboratorio de parasitología y

Sanidad Acuícola del IIAP. Luego fueron acondicionados en peceras con agua y aireadores, hasta el inicio de los experimentos (Figura 3).



**Figura 3.** Acondicionamiento de los alevinos de *Arapaima gigas*

### **3.4.3. Tratamiento *in vitro* con formol y sal en diferentes concentraciones**

Se realizaron dos experimentos para el tratamiento *in vitro* uno de formalina y otro de sal, con la finalidad de determinar el efecto en las branquias. Para cada experimento se utilizaron 18 arcos branquiales, procedentes de 6 ejemplares de *Arapaima gigas*, distribuidos en 18 placas Petri, acondicionadas con 5 mL de la solución madre, de acuerdo a los tratamientos a evaluar. Se evaluaron tres tratamientos con seis replicas respectivas (Tabla 2); siendo distribuidos en diseño completamente al azar (DCA). Asimismo, se determinó el tiempo de acción de la formalina y sal. Para ello, cada 5 minutos se observaron las muestras bajo estereoscopio y/o microscopio, registrando el tiempo en el cual los parásitos pierden la motilidad, considerándolos como muertos. Los datos fueron registrados en una ficha (Anexo 2)

La motilidad de los parásitos fue un indicador que los parásitos estuvieron o no con vida. La falta de movimiento en los parásitos fue un indicador de eficacia de la dosis empleada.

La Solución madre fue preparada de 1 litro conteniendo los tratamientos, de acuerdo a la tabla 2.

**Tabla 2.** Tratamientos *in vitro* de formalina y sal evaluados en el control de monogenoideos *Arapaima gigas*

Tratamientos		Repetición
Formaliza (mL/L)	Sal común(g/L)	
T1 = 0.2	T1 = 15	3
T2 = 0.3	T2 = 25	3
T3 = 0.4	T3 = 30	3

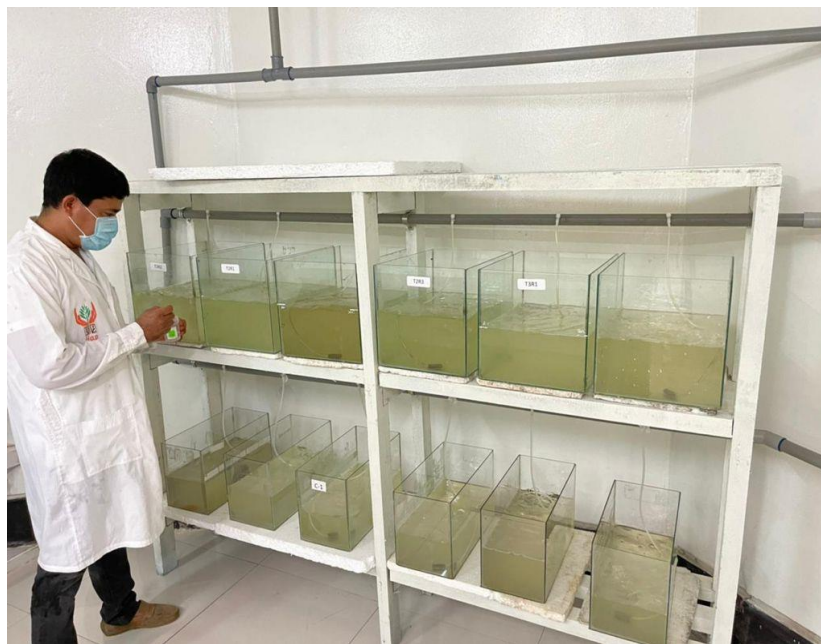
#### 3.4.4. Tratamiento *in vivo* de formol y sal en diferentes concentraciones

Se realizaron dos experimentos para el tratamiento *in vivo* uno de formalina y otro de sal. Para cada experimento se utilizaron 36 ejemplares de *Arapaima gigas* distribuidos en 12 peceras de vidrio con 10 litros de agua. Se evaluaron tres tratamientos y un control, con tres replicas respectivas (Tabla 3); siendo distribuidos en diseño completamente al azar (DCA) (Figura 4). En cada pecera se colocó a 3 ejemplares de *Arapaima gigas*, a una densidad de 1 pez/ 3.3 L de agua. El tiempo de exposición a las diferentes dosis de formol y sal fue de 30 minutos por tres días. Se utilizó san común y formalina de 40%. Los datos fueron registrados en una ficha (Anexo 1)

**Tabla 3.** Tratamientos de formalina y sal evaluadas *in-situ*

Tratamientos		Repetición
Formaliza (mL/L)	Sal común(mg/L)	
T1 = 0.2	T1 = 15	3
T2 = 0.3	T2 = 25	3
T3 = 0.4	T3 = 30	3
Control = 0	Control = 0	3

Para determinar la carga parasitaria inicial, 10 peces fueron sacrificados. Las branquias fueron analizadas y los parásitos encontrados fueron registrados y contados para el cálculo de los índices parasitarios antes de iniciar los tratamientos.



**Figura 4.** Acondicionamiento de alevinos de *Arapaima gigas*, para la evaluación del tratamiento de *in-situ* contra monogenoideos.

### **3.4.5. Análisis parasitológico**

#### **3.4.5.1 Necropsia de los peces**

Antes de iniciar los experimentos de tratamiento *in-situ*, 10 peces fueron analizados y final de cada experimento todos los peces fueron analizados (36 por experimento) para determinar la carga parasitaria. Previo al sacrificio de los peces, se tomaron datos biométricos de longitud (cm) y peso (g) (Figura 5). Se sacrificaron a los peces perforando la cabeza con una aguja, realizando movimientos laterales en el cerebro hasta la muerte del pez (Figura 6). El análisis parasitológico de los peces fue realizado en Laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola del IIAP.



**Figura 5.** Registro de peso y longitud de los especímenes de *Arapaima gigas*



**Figura 6.** Necropsia de un ejemplar de *Arapaima gigas*

#### **3.4.5.2. Fijación y análisis de piel y branquias**

Se realizaron raspado de la piel y se extrajeron los arcos branquiales, siendo colocados en recipientes con agua caliente a 65° C, luego se agitó vigorosamente los frascos con la finalidad de desprender los parásitos y estirar sus cuerpos (mejor visualización de órganos y estructuras). Luego

se conservaron las branquias utilizando etanol de 96°. Los frascos fueron rotulados, colocándose la información correspondiente de cada pez.

Las muestras conservadas fueron analizadas con la ayuda de placas Petri, estiletes, bisturí, láminas y laminillas. Posteriormente para la identificación se utilizó un estereoscopio marca (OLYMPUS –SZX9) y un microscopio marca (ZESS) con cámara acoplada.

### **3.4.5.3. Preparación de las láminas**

#### **Clarificación**

Para la clarificación de monogenoideos se les colocó en láminas porta objeto con una gota de solución clarificador Hoyer, cubriéndola con láminas cubre objetos para ser observadas al microscopio para su identificación. Esta técnica permitirá visualizar las estructuras internas del parásito para poder identificarlos<sup>(30)</sup>.

#### **Coloración**

Para la coloración de monogenoideos se los colocó en placas Petri con agua destilada por 5 minutos. Luego fueron transferidos a otra placa conteniendo una gota del colorante Tricromico de Gomori donde permanecerán por 3 minutos, luego los parásitos fueron transferidos a una placa conteniendo etanol absoluto donde se irán adicionando gotas de agua, con la finalidad de retirar el exceso de colorante. Luego los parásitos fueron transferidos a una lámina con una gota de Creosoto de Faia. Los parásitos permanecerán por 5 minutos. El siguiente paso fue secar el Creosoto cuidadosamente con papel absorbente. Una vez seca la lámina, se adicionó encima del parásito una gota de Bálsamo de Canadá. Finalmente el parásito fue cubierto con una lámina cubre objeto<sup>(30)</sup>.



## Identificación de las especies

Para la identificación de las especies, se observarán las láminas clarificadas en el microscopio óptico, utilizando literaturas especializadas<sup>(31)</sup> (Figura 7).



**Figura 7.** Análisis muestra de las conservadas e identificación de los parásitos

### 3.4.6. Calculo de los índices parasitarios

Los índices parasitarios calculados fueron los siguientes: Prevalencia (%P), Intensidad (I), Intensidad media (Im) y Abundancia media (Am).

**Prevalencia (%P):**

$$P = \frac{NP}{NE} \times 100$$

Dónde:

NP = Número de peces infectados por una determinada especie de parásito.

NE = Número total de peces examinados

**Intensidad (I)**, expresado como variación numérica (número total de parásitos encontrados).

**Intensidad media de infestación (Im):**

$$Im = \frac{Nsp1}{NPsp1}$$

Dónde:

Nsp1 = Número de individuos de una determinada especie de parásito.

NPsp1 = Número de peces infectados por una determinada especie de parásito.

**Abundancia media (Am)**

$$Am = \frac{NTP}{NPE}$$

Dónde:

NTP = Número total de parásitos de una determinada especie.

NPE = Número total de peces examinados (parasitados y no parasitados) de la muestra.

### **3.4.7. Eficacia de los tratamientos con formalina y sal**

Para el cálculo de la eficacia de los medicamentos utilizados en el control de los monogenoideos se utilizó la fórmula siguiente <sup>33</sup>

$$Ef = (Mcont - Mtrat / Mcont) \times 100$$

Donde:

Ef: Eficacia del control (%)



Mtrat: Media del número de parásitos en los grupos tratados.

Mcont: Media del número de parásitos en el tratamiento control.

### **3.4.8 Identificación de los principales signos de infestación por monogenóideos**

Para evaluar los principales signos se realizaron un análisis descriptivo cualitativo basado en los siguientes criterios: coloración del cuerpo, coloración de las branquias, presencia de lesiones en la piel. Luego estos datos fueron comparados con literaturas específicas.

### **3.4.9. Medición de hparámetros físicos y químicos**

Los parámetros fisicoquímicos fueron registrados al momento de la colecta de los peces, utilizando un multiparámetros marca YSI y un kit de Análisis de agua LAMOTTE.

## **3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

Para el procesamiento y el análisis de la información, se utilizó la estadística descriptiva, y los datos fueron almacenados en una hoja de cálculo Excel para la identificación de los monogenoideos e índices parasitarios.

Para verificar la distribución normal o no de los datos, se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. De acuerdo al tipo de datos, se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA) con la prueba adecuada. Así, se utilizó la prueba de no paramétrica de ANOVA – Krustal Wallis. Las pruebas estadísticas se realizaron en el programa estadístico BioEstat 5.0.

## **3.6. Aspectos éticos**

En el lugar donde se ejecutó la tesis, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, cuenta con R. D. N° 132-2014-GRL-

DIREPRO, del Ministerio de la Producción que le da facultad para la coleta, investigación y producción de peces, así como, el desarrollo de trabajos en acuicultura, la misma que fue actualizada con R. D. N° 217-2016-GRL-DIREPRO. Asimismo, el IIAP cuenta con habilitación PTH-068-16-PEC-SANIPES para trabajos acuícolas de acuerdo con las normas sanitarias.

Asimismo, la tesis fue ejecutada bajo las normas éticas establecidas en el plano institucional, nacional e internacional en aras de la generación de nuevos conocimientos.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Eficacia de la sal y el formol para la eliminación de monogeneos branquiales.

#### Tratamientos *in vitro*

En el tratamiento *in vitro* de sal, la mayor concentración (T3= 30g /L) provocó la mortalidad de 100% de los monogeneos después de 3.1 minutos de exposición, siendo la dosis más efectiva de estos tratamientos. Mientras que, para el tratamiento *in vitro* con formalina, el tratamiento T3 (0.4 mL/L) es quien provoco la mortalidad de 100% de los monogenoideos después de 5.4 minutos de exposición. Po otro lado, la muerte de los monogenoideos fue manifestado a través de la falta de movimiento cuando fueron observados en el microscopio.

**Tabla 4.** Promedio del tiempo (minutos) de acción en la mortalidad del 100% de monogenoideos de *Arapaima gigas*, tratamiento *in vitro* con sal y formalina.

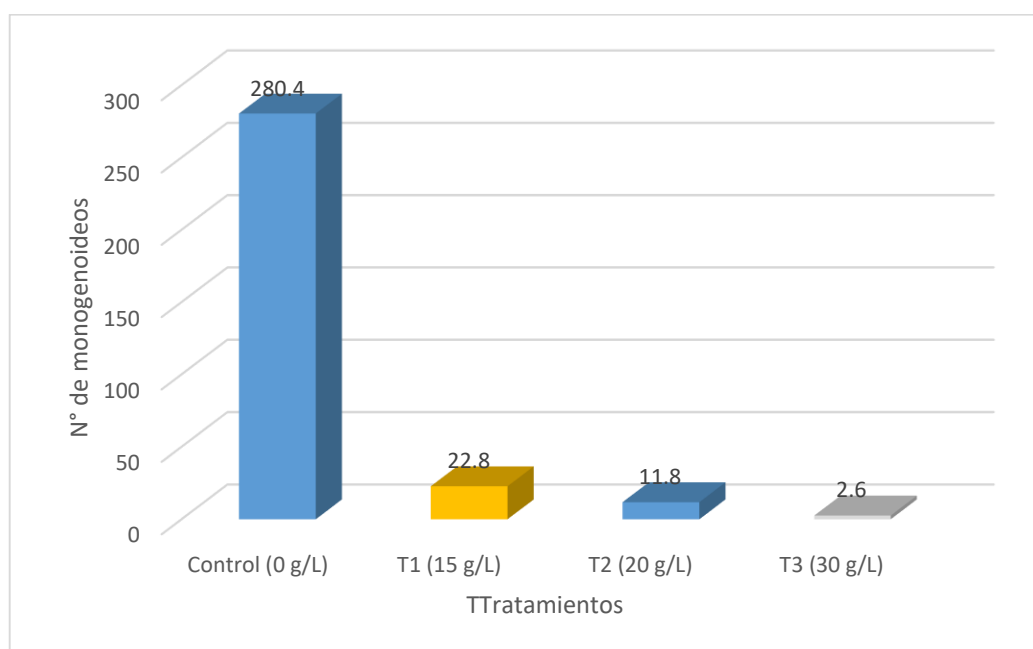
Muestra	SAL		
	T1 (15g/L)	T2 (25g/L)	T3 (30g/L)
1	8	6.3	3
2	10.2	5	4
3	11	6.9	3
4	8.3	5.4	2.5
5	9	5	3.3
6	7.2	6.1	3
Promedio	9.0	5.8	3.1

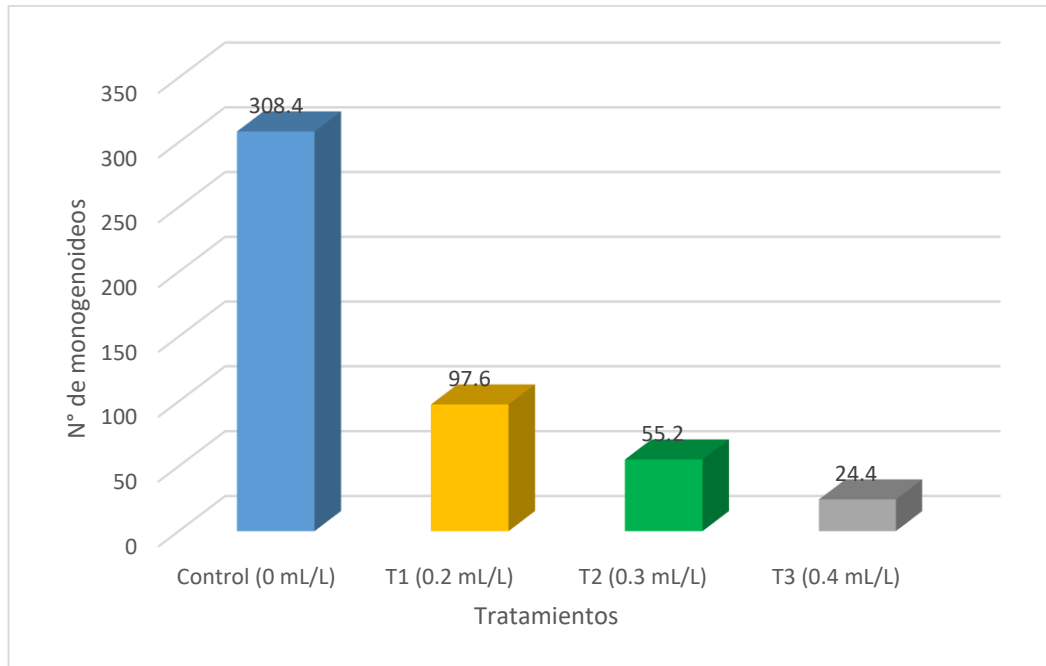
Muestra	FORMALINA		
	T1 (0.2 mL/L)	T2 (0.3 mL/L)	T3 (0.4 mL/L)
1	11.9	9	6
2	15	10	6.8
3	11	10.5	5
4	10.4	7.7	5.8
5	13	8	5
6	15	9.2	4
Promedio	12.7	9.1	5.4

### Tratamientos *in vivo*

En el tratamiento *in vivo* se registró que el número de parásitos monogenoideos disminuye a medida que se incrementa la dosis tanto de sal y formalina (Figura 8 y 9). Siendo los peces tratados con las dosis de 30g de sal/L (T3) y 0.4 mL de formalina/L (T3) quienes registraron menor cantidad de parásitos, 2.5 parásitos (Figura 8) y 24.4 parásitos (Figura 9).



**Figura 8.** Promedio de monogenoideos colectados de ejemplares de paiche sometidos a diferentes tratamientos de sal (g/L).



**Figura 9.** Promedio de monogenoideos colectados de ejemplares de paiche sometidos a diferentes tratamientos de formalina (mL/L).

Referente al porcentaje de eficacia en el tratamiento *in vivo* en el control de los monogenoideos presentes en los alevinos de *Arapaima gigas*, los peces tratados con sal registraron eficacia por encima del 91%, siendo el tratamiento T3 (30g de sal /L) quien registró mayor porcentaje de eficacia con 95.8% (Tabla 5). Mientras que, los tratamientos con formalina registraron porcentaje de eficacia por encima del 68.4%, siendo el tratamiento T3 (0.4 mL de formalina/L) quien registro mayor porcentaje de eficacia con 91.2%.

**Tabla 5.** Valores del promedio de parásitos registrados en cada tratamiento y eficacia de los tratamientos expresado en porcentaje.

TRATAMIENTO	PROMEDIO DE PARÁSITOS	EFICACIA (%)
<b>SAL</b>		
Control (0 g/L)	280.4	-
T1 (15 g/L)	22.8	91.9
T2 (25 g/L)	11.8	95.8
T3 (30 g/L)	2.6	99.1
<b>FORMALINA</b>		
Control (mL/L)	308.4	-
T1 (0.2 mL/L)	97.6	68.4
T2 (0.3 mL/L)	55.2	82.1
T3 (0.4 mL/L)	24.4	92.1

Para determinar el tratamiento con sal más efectivo, se utilizó la prueba estadística de ANOVA-Tukey (datos paramétricos). Los resultados mostraron diferencias significativas entre todos los tratamientos ( $< 0.01$ ) (Tabla 6).

Para determinar el tratamiento con formalina más efectivo, se utilizó la prueba estadística de ANOVA-Friedman (datos no paramétricos). Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos T1-T4, T2-T4, T2-T5, T3 -T4, T3-T5 y T3-T6 ( $< 0.05$ ) (Tabla 3).

**Tabla 6.** Resultados de las pruebas ANOVA entre tratamientos con sal y formalina empleados contra monogenoideos branquiales en juveniles de paiche *Arapaima gigas*

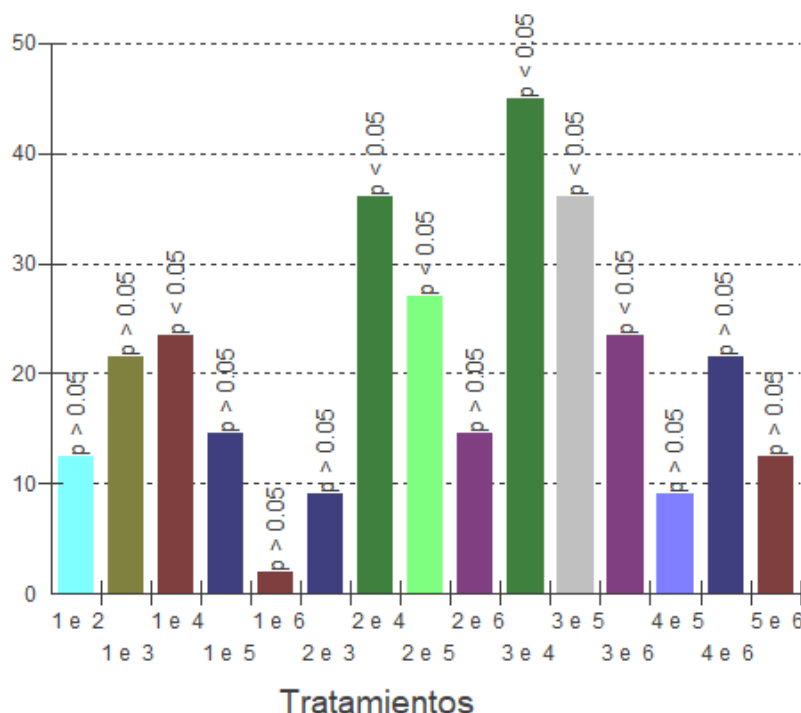
SAL		FORMALINA	
Tukey	(p)	Tukey	(p)
T1 (15 g/L) - T2 (25g/L)	$< 0.01$	T1 (0.2 mL/L) -T2 (0.3 mL/L)	ns
T1 (15 g/L) - T3 (30g/L)	$< 0.01$	T1 (0.2 mL/L) - T3 (0.4 mL/L)	$< 0.05$
T2 (25g/L) - T3 (30g/L)	$< 0.01$	T2 (0.3 mL/L) - T3 (0.4 mL/L)	ns

Con respecto a la diferencia entre todos los tratamientos empleados se registró que existen diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento con sal 30g /L (T3) quien resultó el mejor en la eliminación

de los parásitos monogenoideos de las branquias de los juveniles de *Arapiama gigas* ( $p < 0.05$ ) (Tabla 7, Figura 10).

**Tabla 7.** Comparaciones entre los tratamientos utilizados mediante el ANOVA-Fredman. T1 (15 g/L), T2 (25 g/L), T3 (30g/L)= tratamientos con sal, T4 (0.2 mL/L), T5 (0.3 mL/L), T6 (0.4 mL/L) = tratamientos con formalina.  $p$  = probabilidad.

Comparaciones entre tratamientos	( $p$ )
T1 - T2	ns
T1 - T3	ns
T1 - T4	$< 0.05$
T1 - T5	ns
T1 - T6	ns
T2 - T3	ns
T2 - T4	$< 0.05$
T2 - T5	$< 0.05$
T2 - T6	ns
T3 - T4	$< 0.05$
T3 - T5	$< 0.05$
T3 - T6	$< 0.05$
T4 - T5	ns
T4 - T6	ns
T5 - T6	ns



**Figura 10.** Comparaciones entre los tratamientos utilizados mediante el ANOVA-Fredman. T1 (15 g/L), T2 (25 g/L), T3( 30g/L)= tratamientos con sal, T4 (0.2 mL/L), T5 (0.3 mL/L), T6 (0.4 mL/L) = tratamientos con formalina.  $p$  = probabilidad.

#### 4.2. Especies de monogenoideos identificadas parasitando las branquias del paiche *Arapaima gigas*

En los peces analizados fue identificada únicamente una especie de Monogenoidea: *Dawestrema cycloancistrum* (Figura 11, 12 y 13).



**Figura 11.** Ejemplar de *Dawestrema cycloancistrum* parasitando las branquias del paiche *Arapaima gigas*

Las principales características de la especie son:

El órgano copulador masculino es un tubo fino con base expandida que forma 6 anillos, la pieza accesoria se encuentra articulada con la base del copulador masculino. La vagina es tubular en posición ventro lateral, esclerotizada. Los huevos son de forma ovoide alargados, con filamento proximal bastante largo. Las anclas ventrales son robustas con la punta recta alargada, con raíz profunda ornamentada y con raíz superficial con un prominente pliegue en forma de silla de montar; ancla dorsal con punta y lámina curvada. La barra ventral en forma de placa con proyección antero-



medial cuya terminación es en forma de peine. Barra dorsal con extremos globosos.



**Figura 12.** A. Parte anterior de *Dawestrema cycloancistrum*, B. Complejo copulador: OCM = órgano copulador masculino, pa = pieza accesoria, hv = huevo.



**Figura 13.** A. Parte posterior de *Dawestrema cycloancistrum*, B. Haptor: ad = ancla dorsal, bd = barra dorsal, av = ancla ventral, bv = barra ventral, g = ganchos.

### 4.3. Cálculo de índices parasitarios

Los principales índices parasitarios calculados mostraron que las menores intensidades y abundancias medias (Im, Am) registradas se dieron en tratamientos con mayor concentración de sal (Tabla 8) y de formalina (Tabla 9). Los índices parasitarios del tratamiento control comparados con los de los tratamientos utilizados tienen mucha diferencia, demostrando un claro efecto del uso de la sal y formalina para reducir los niveles de parasitismo causado por monogenoideos branquiales en el paiche *Arapaima gigas*.

**Tabla 8.** Valores de los principales índices parasitarios de monogenoideos registrados en cada tratamiento utilizado a base de diferentes concentraciones de sal. PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad, Im = intensidad media, Am = abundancia media.

Tratamientos	PA	PP	P%	I	Im	Am
<b>Control (0 g/L)</b>	9	9	100	2524 (189-400)	280.4	280.4
<b>T1 (15 g/L)</b>	9	9	100	205 (15-38)	22.8	22.8
<b>T2 (25 g/L)</b>	9	9	100	106 (9-20)	11.8	11.8
<b>T3 (30 g/L)</b>	9	8	88.8	23 (1-7)	2.9	2.6

**Tabla 9.** Valores de los principales índices parasitarios de monogenoideos registrados en cada tratamiento utilizado a base de diferentes concentraciones de formalina. PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad, Im = intensidad media, Am = abundancia media.

Tratamientos	PA	PP	P%	I	Im	Am
<b>Control (0 mL/L)</b>	9	9	100	2776 (222-407)	308.4	308.4
<b>T1 (0.2 mL/L)</b>	9	9	100	878 (79-114)	97.6	97.6
<b>T2 (0.3 mL/L)</b>	9	9	100	497 (39-78)	55.2	55.2
<b>T3 (0.4 mL/L)</b>	9	9	100	220 (19-32)	24.4	24.4

#### 4.4. Principales signos que caracterizan a los peces infestados por monogenóideos branquiales.

- Coloración oscura atípica de los ejemplares de paiche analizados (Figura 14).



**Figura 14.** Vista lateral de *Arapaima gigas* mostrando coloración negruzca como señal típica de infestación por monogenoideos.

- Branquias pálidas, blanquecinas, con presencia de cuerpos extraños (Figura 15).



**Figura 15.** Branquias de *Arapaima gigas* mostrando coloración pálida y/o blanquecina

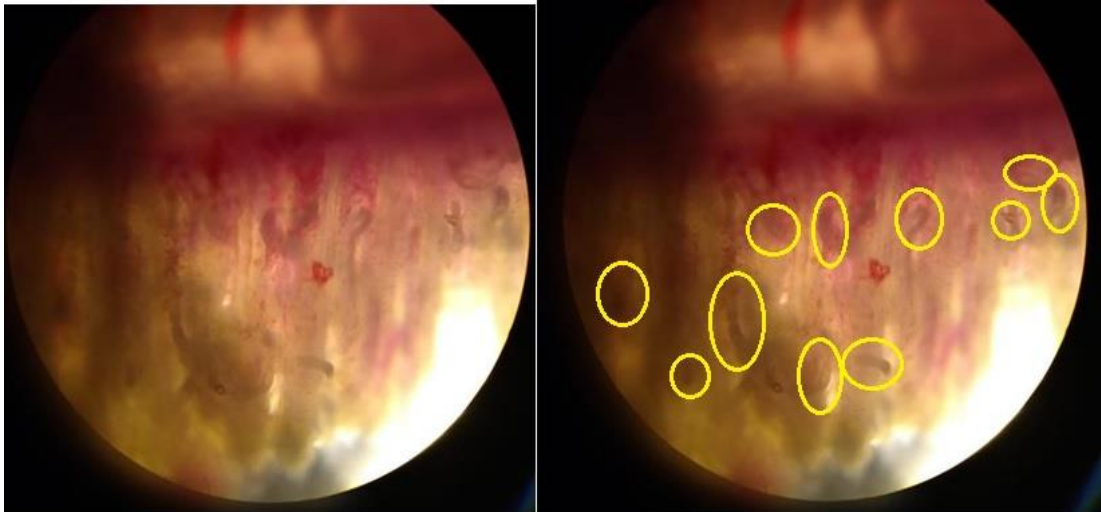
- Lesiones en la piel como: úlceras, hemorragias internas y aletas deshilachadas como producto de infecciones secundarias (Figura 16)



**Figura 16.** Lesiones secundarias en la piel de *Arapaima gigas* producto de infestación masiva por monogenoideos.

- Cuando observadas las branquias al microscopio, se observa la presencia de helmintos con actividad (Figura 17).





**Figura 17.** Observación al microscopio de branquias de *Arapaima gigas* mostrando monogenoideos adheridos a los filamentos branquiales (círculos amarillos).

#### **4.5. Principales parámetros fisicoquímicos registrados en los estanques de cría de los ejemplares de paiche *Arapaima gigas***

En la tabla 10 se muestra los valores de los parámetros físicos-químicos del agua de los estanques de cultivo donde fueron colectados los juveniles de *Arapaima gigas*.

**Tabla 10.** Valores de los parámetros físicos-químicos

Parámetros	Valores
Temperatura	28 ± 2°C
Oxígeno disuelto	3.5 ± 1.5 mg/L
pH	6.5 ± 0.6
Nitrito	> 0.05 ppm
Amonio	(> 0.1 ppm)

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Baños de sal que utilizan altas concentraciones durante un corto el tiempo de exposición actúa de forma agresiva contra los parásitos y son más eficaces que los baños de larga duración<sup>(32)</sup>. Confirmándose lo mencionado con los resultados de este estudio, donde el tratamiento utilizando la mayor concentración (30g/L) de sal mostró mejores resultados (99.1%). La ausencia de motilidad y desprendimiento de los parásitos durante la aplicación del tratamiento confirman la eficiencia de la sal en altas concentraciones contra la infestación de *Dawestrema cycloancistrum*. Según Cone<sup>(33)</sup>, los ectoparásitos o las etapas parasitarias de vida libre son más afectadas por tal interrupción en la osmorregulación en comparación con sus peces hospedadores, lo cual podría haber sucedido al utilizar diferentes concentración de sal en este estudio.

Pavanelli y Takemoto<sup>(9)</sup> recomiendan el uso de sal en concentraciones entre 1 a 3% durante 60 min para el tratamiento de ectoparásitos. Según Vargas et al.,<sup>(34)</sup> el tratamiento con 3% de sal durante 10 min es eficaz contra el parasitismo por especies de *Gyrodactylus* pero es menos eficiente contra especies de *Dactylogyrus*. Kubitza<sup>(35)</sup> sugirió una mayor concentración de sal (3,5 al 5% durante cinco a 10 minutos) y <sup>(34)</sup> recomienda usar 4.5 a 5% de sal por 2.5 minutos. Los resultados de esos autores mostraron que el uso de un producto puede ser eficaz para algunas especies pero ineficaz para otras. De esta manera, es importante probar la eficacia de un producto para una especie definida porque no todas las especies pueden reaccionar de la misma forma a los medicamentos.

Concentraciones inadecuadas de sal pueden interferir en la osmorregulación e incrementar los niveles de glucosa en los peces<sup>(36,37)</sup>, asimismo la sal estimula a la secreción de mucus en cuerpo y branquias (dificultando la respiración), reduce los niveles de amonio en la sangre y contrae los filamentos branquiales<sup>(38)</sup>.

Referente al uso de formalina en el control de los parásitos de los peces, según la literatura es eficaz en el control de ectoparásitos como monogenoideos, isópodos y copépodos<sup>(39)</sup>. Refutándose la afirmación con los resultados de este estudio, donde la formalina fue eficaz en el control de la infestación del ectoparásito monogenoideo *Dawestrema cycloancistrum* presente en *Arapaima gigas*. Cabe mencionar que la formalina es un producto químico registrado para uso directo en acuicultura, siendo recomendado para el tratamiento de altas tasas de infestaciones por monogenoideos<sup>(40)</sup>.

Paixão<sup>(41)</sup> registra eficacia de 100% en control de parásitos monogeneo de *Hemigrammus* sp. en la concentración de 0.1 mL/L; Fujimoto *et al.*,<sup>(42)</sup> registran 71% de eficacia contra monogeneo de *Pterophyllum scalare*, en 0.15 mL/L (15 mg de formol/L) mediante baños de 24 horas; asimismo, Villacorta y Chuquipiondo<sup>(18)</sup>, registran eficacia del 100% contra monogeneos de *Otocinclus affinis* en baños de larga duración, 24h por 5 días. La diferencia de la valores de eficacia de este estudio y de los autores mencionados, podría deberse a las especies de parásitos, hospederos y las condiciones experimentales (aplicación del tratamiento y concentración del formol). Para Martíns <sup>(43)</sup> el formaldeído al 37%, puede ser utilizado en las concentraciones de 0.15 a 0.25 mL/L mediante baños de corta duración (hasta 60 min) y concentración de 0.010 a 0.015 mL/L, mediante baños de larga duración (24h)<sup>(43)</sup>.

Concentraciones inadecuadas de formalina para el control de parásitos puede ocasionar hiperplasia e hipertrofia lamelar, incremento de células mucosas en el epitelio branquial, ruptura epitelial y aneurisma, conllevando a la muerte de los peces<sup>(21)</sup>; asimismo ocasiona el incremento de la acides y disminución del oxígeno disuelto en el agua.

Según la literatura en *Arapaima gigas* se han reportado tres especies de monogenoideos asignados al género *Dawestrema* (*D. cycloancistrum*, *D. cycloancistrioides* y *D. punctatum*) según Bonar (2006)<sup>(44)</sup> y Araujo

(2009)<sup>(26)</sup> evidenciando alta carga parasitaria. En el presente estudio se identificó a *Dawestrema cycloancistrum* parasitando las branquias de *Arapaima gigas*, registrando elevados índices parasitarios similares a los reportados por los autores citados.

En Perú, en las regiones de Loreto<sup>(25,45-47)</sup> y Ucayali<sup>(48)</sup> existen reportes de altos niveles de infestación por *Dawestrema cycloancistrum* que afecta a especímenes de *Arapaima gigas* de piscicultura. En el presente estudio, este monogenoideo fue identificado parasitando las branquias de *Arapaimas gigas* de diferentes pisciculturas ubicadas en el eje de carretera Iquitos Nauta, Iquitos, Perú.

En el presente trabajo el análisis cuantitativo presentó una prevalencia de 100%, resultado que coincide con el trabajo de investigación reportado por Mathews et al.,<sup>(23,46)</sup> y García et al.,<sup>(25)</sup> y Dos Santos et al.,<sup>(49)</sup>. Según Hanek<sup>(50)</sup> la prevalencia mostrada en este trabajo está influenciada por factores bióticos y abióticos del ambiente acuático. Probablemente los factores físicos químicos estarían influyendo negativamente en la calidad del agua induciendo al estrés de los peces y consecuentemente a una reducción del sistema inmune, tornando a los peces menos resistentes y más susceptibles a la infestación por *D. cycloancistrum*.

Los ambientes lénticos favorecen la transmisión de monogenoides <sup>(5)</sup>. En regiones con clima tropical, el ciclo de vida de los monogenoideos se pueden completar en pocas horas<sup>(5)</sup>. De este modo, los parásitos proliferan rápidamente, aumentando la transmisión de un individuo a otro. Según los propietarios de las pisciculturas, las temperaturas registradas diariamente en sus estanques fluctúan entre 27 al 29 °C, favoreciendo la rapidez del ciclo de vida de *D. cycloancistrum* justificando así la alta carga parasitaria. Cabe mencionar, que existen varios factores que influyen en la proliferación



de parásitos en los cultivos, sido los principales la densidad de siembra y la mala del agua<sup>(52,53)</sup>.

En general los valores de los parámetros físicos y químicos del agua de los estanques donde procedieron los juveniles de *Arapaima gigas* estaban dentro de los rangos reportado para el cultivo de esta especie<sup>(54)</sup>. Sin embargo los valores de nitrito y amonio registrado en este estudio cuando son mantenidos por tiempos prolongados puede perjudicar el bienestar de los peces. Asumimos que la mala calidad del agua provocada por los compuestos nitrogenados, influyó negativamente en la salud de *A. gigas*, haciéndolos más susceptibles a la infestación por *Dawestrema cycloancistrum*. Cabe mencionar que los peces cultivados en piscifactorías están expuestos a mala calidad del agua, hacinamiento, manipulación inadecuada y muchos otros factores de estrés que pueden afectar negativamente su sistema inmunológico y, en consecuencia, su resistencia a enfermedades parasitológicas<sup>(50,51)</sup>.

## CAPÍTULO VI: PROPUESTA

El cultivo de paiche "*Arapaima gigas*", llamado Paichecultura es una actividad que se viene incrementando en la región Loreto, con alta demanda de semilla (alevinos) y carne. En el proceso productivo se vienen registrando infestaciones producidas principalmente por ectoparásitos, entre ellos los monogenoideos branquiales. Para el control de estos ectoparásitos se utilizan diversos productos químicos, que en algunos casos pueden ser perjudiciales para el pez, cuando la dosis no ha sido validada y verificada rigurosamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos del presente estudio, se propone que los juveniles de *Arapaima gigas* antes de ser sembrados en los estanques acuícolas tienen que ser desinfectados, mediante el uso de sal común (30 g/L) o formalina (0.4 mL/L) en baños de 30 minutos por tres días. Asimismo, durante el cultivo se tiene que monitorear periódicamente (cada 15 días) la calidad del agua, principalmente los compuestos nitrogenados, como: amonio y nitrito, ya que estos alteran la calidad del agua de los cultivos, perjudican el bienestar de los peces y contribuyen a la proliferación de patógenos, entre ellos los monogenoideos de la especie *Dawastrema cycloancistrum*. Asimismo, en el control de los parásitos monogenoideos se tiene que utilizar dosis, verificadas y validadas, para no generar mortalidad de los peces durante el tratamiento.

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

1. La sal común y formalina en tratamiento *in vitro* son eficaces en control de los monogenoideos procedentes de juveniles de *Arapaima gigas*, siendo las dosis de sal 30 g/L y formalina de 0.4 ml/L quienes eliminan al 100% los monogenoideos en un tiempo de 3.2 minutos y 5.4 minutos.
2. La sal común y formalina en tratamiento *in vivo* son eficaces para reducir los niveles de infestación causada por monogenoideos branquiales presentes en los alevinos de *Arapaima gigas*, siendo las dosis de sal 30 g/L y formalina de 0.4 ml/L quienes registraron elevada eficacia, con 99.1% y 92.1%.
3. Los juveniles de *Arapaima gigas* estuvieron infestados por el monogenoideo *Dawestrema cycloancistrum*, presente en las branquias.
4. Las concentraciones de sal común (15 g/L, 25g/L y 30g/L) y formalina (0.2 mL/l, 0.3 mL/L y 0.4mL/L) disminuyen los índices parasitarios, intensidad: abundancia media e intensidad media, a excepción de la prevalencia.
5. Los juveniles infestados por el monogenoideo *Dawestrema cycloancistrum* presentan signos externos como: coloración negruzca de la piel, branquias pálidas y blanquecinas, y nado irregular.

## CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

1. Utilizar sal común (30g/L) o formalina (0.4 ml/L) en baños de corta duración de 30 minutos por tres días, para eliminar los monogenoideos branquiales en juveniles de *Arapaima gigas*.
2. Determinar las alteraciones que causan las infestaciones de monogeneos en *Arapaima gigas* en los estadios de alevino y juvenil, mediante estudios histológicos y hematológicos.
3. Investigar en uso de sal y formalina en otros parásitos de importancia económica en el cultivo de *Arapaima gigas*, como los protozoarios; asimismo en otros peces como: *Colossoma macropomum*, *Brycon amazonicus*, *Piaractus brachypomus*, etc.

## CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García Dávila Carmen Rosa, Sánchez Riveiro Homero, Flores Silva Mayra Almendra, Mejia de Loayza Jose Eduardo, Angulo Chávez Carlos Alberto Custodio, Castro Ruiz Diana, et al. Peces de Consumo de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú; 2018. 218 p.
2. Tavares-Días M, Ferreira Santos J, Affonso Gusmão E, Ono Akifumu E, Martins Laterça M. Toxicity and effects of copper sulfate on parasitic control and hematological response of tambaqui *Colossoma macropomum*. Bol Inst Pesca. 2011; 37(4):355–365.
3. Imbiriba E. Potencial de criação de pirarucu. Acta Amazónica. 2001; 31:299–316.
4. Gaines A, Lozona L, Moraes G, Monteiro P. Tissue changes in the gut of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), infected by the nematode *Spirocamallanus inopinatus* (Travassos, 1929). Neotropical Helminthology. 2012; 6(12):147–57.
5. Flores-Crespo J, Crespo R. Monogeneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2003; 41(2):175-192.
6. Silva WC, de Souza Martins JR, de Souza HEM, Heinzen H, Cesio MV, Mato M, et al. Toxicity of *Piper aduncum* L. (Piperales: Piperaceae) from the Amazon forest for the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Vet Parasitol. 2009; 164(2–4):267–74.
7. Martins M. Cuidados básicos e alternativas no tratamento de enfermidades de peixes na aquicultura brasileira. In: Sanidade de Organismos Acuáticos. Sao Paulo, Brasil; 2004. p. 357–70.
8. Ogawa K. Diseases of cultured marine fishes caused by Platyhelminthes (Monogenea, Digenea, Cestoda). Parasitology. 2015;142(1):178–95.
9. Pavanelli G, Eiras J, Takemoto R. Doencas de Peixes: Profilaxia, Diagnostico e Tratamiento. 3 era. Maringa: Eduem; 2008.
10. Schalch S, Tavares-Dias M, Onaka E. Principais métodos terapéuticos para peixes em cultivo. In: Manejo e sanidad de peixes em cultivo. Macapá: Embrapa Amapá; 2009.
11. Pironet E, Jones J. Treatments for ectoparasites and diseases. Aquaculture International. 2000;(81):349–61.
12. Andrade R, Andrade L, Boscolo W, Soares C. Comportamento, sobrevivência e desenvolvimento de lebistes, *Poecilia reticulata*, submetidos a agentes utilizados na profilaxia de doenças. Acta Scientiarum Animal Science. 2005;17(4):537–528.
13. Veltman K, Hendriks A, Huijbregts M, Wannaz C, Jolliet O. Toxicokinetic toxicodynamic (TKTD) modeling of Ag toxicity in freshwater organisms:

- whole-body sodium loss predicts acute mortality across aquatic species. *Environmental Science & Technology*. 2014;48(24):14481–9.
14. Picón-Camacho S, Taylor N, Bron J, Guo F, Shinn A. Effects of long duration, low dose bronopol exposure on the control of *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora), parasitising rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Veterinary parasitology*. 2012; 186(3):237–44.
  15. Farmen E, Mikkelsen HN, Evensen ø., Einset J, Heier LS, Rosseland BO, et al. Acute and sub-lethal effects in juvenile Atlantic salmon exposed to low µg/L concentrations of Ag nanoparticles. *Aquat Toxicol*. 2012; 108:78–84.
  16. Vargas L, Ribeiro R. Homeopatia populacional em tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus*. In: Manejo e sanidade de peixes em cultivo. Amapá, Macapá: EMBRAPA; 2009. p. 106–31.
  17. Nyman A, Schirmer K, Ashuaer R. Importance of toxicokinetics for interspecies variation in sensitivity to chemicals. *Environmental Science & Technology*. 2014; 48(10):5946–54.
  18. Flores Villacorta L, Chuquipiondo Guardia C. Efecto del formol y extracto acuoso de las hojas de *Mansoa alliacea* “ajos sacha” en el control de parásitos monogéneos presentes en adultos de *Otocinclus affinis*, Iquitos-Perú, 2018. [Iquitos - Perú]: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2019.
  19. Dos Santos S, Ceccarelli P, Luque L. Helmintos parásitos do pirarucu, *Arapaima gigas* (SCHINZ, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae), no rio Araguaia, Estado de Mato Grosso, Brasil. *Brasil J Vet Parasitol*. 2008; 17(3):171–3.
  20. Maciel PO, Muniz CR, Alves RR. Eggs hatching and oncomiracidia lifespan of *Dawestrema cycloancistrum*, a monogenean parasitic on *Arapaima gigas*. *Vet Parasitol*. 2017 Nov;247:57–63.
  21. Andrade-Porto SM, Affonso EG, Kochhann D, Malta JCO, Roque R, Ono EA, et al. Antiparasitic efficacy and blood effects of formalin on *Arapaima gigas* (Pisces: Arapaimidae). 2017 [cited 2022 Jan 18]; Available from: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1070034>
  22. Rebellato-Junior J. Reprodução e engorda do pirarucu: Levantamento de processos produtivos e tecnologias Brasília. EMBRAPA; 2015.
  23. Mathews P, Malheiros A, Vásquez N, Chavez M. High Infestation by *Dawestrema cycloancistrioides* in *Arapaima gigas* Cultured in the Amazon Region, Perú. *Journal of Veterinary Medicine*. 2014; 2014.
  24. Mathews P, Mathews J, Ismiño O. Parasitic infections in juveniles of *Prochilodus nigricans* kept in a semi-intensive fish farm in the Peruvian Amazon. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*. 2013;33(1):28–32.
  25. García-Ruiz L, Cubas-Guerra R, Arbildo Ortiz H. Interrelación de factores ambientales del agua en infección parasitaria de alevinos de *Arapaima gigas*

en ambientes controlados de la piscigranja Quistococha de la UNAP, Loreto, Perú. Conocimiento amazónico. 2013; 4(2):115–23.

26. Araujo Oliveira CS, Gomez AL, Tavares-Dias M, Andrade Sampaio SM, Belém-Costa A, Borges JT, et al. Parasitic infections in pirarucu fry, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimatidae) kept in a semi-intensive fish farm in Central Amazon, Brazil. Veterinarski Arhiv. 2009; 79(5):499–507.
27. Mathews P, Malta J, Gómez A, Valera A, Martins S. Fauna ectoparasitaria en alevinos de paiche *Arapaima gigas*. Folia Amazonica. 2007;16:23–7.
28. Marcogliese D. The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites in fish. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 1995;(5):3.
29. Cohen S., Justo MC., Kohn A. South American Monogeneoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles. Brasil;
30. Amato J, Boger W, Amato S. Protocolos para laboratório coleta e processamento de parasitas do pescado Rio de Janeiro. Imprensa Universitaria; 1991.
31. Cohen S, Justo M, Kohn A. South American Monogeneoidea parasites of fishes, amphibians and reptiles. Barzil, Sao Paulo: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); 2013. 659 p.
32. Shephard K. Functions for fish mucus. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 1994;4:401–29.
33. Cone D. Monogenea (Phylum Platyhelminthes). In: Fish diseases and disorders Protozoan and metazoan infections. CAB. International, Wallingford; 1995. p. 289–327.
34. Vargas L, Povh J, Ribeiro R, Moreira H, Loures B, Maroneza M. Efeito do tratamento com cloreto de sódio e formalina na ocorrência de ectoparasitas em alevinos de Tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente.
35. Kubitz F. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. Acqua Supre Com Suprim Aquicultura. 2000; 316.
36. Silva AL da, Alves FCM, Talmelli EF de A, Ishikawa CM, Nagata MK, Rojas NET. Utilização de cloreto de sódio, formalina e a associação destes produtos no controle de ectoparasitas em larvas de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Bol Inst Pesca. 2018 Nov 6;35(4):597–608.
37. Araujo Alves P. Tratamentos contra Monogenea (*Dawestrema cycloancistrum*) em pirarucu (*Arapaima gigas*) [Tesis de maestría]. [Florianópolis, Brasil]: Universidad Federal de Santa Catarina; 2021.
38. Kubitz F, Kubitz L. Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados. Degaspari; 1999. 96 p.

39. Katharios P, Papandroulakis N, Divinach P. Treatment of *Microcotyle* sp. (Monogenea) on the gills of cage-cultured red porgy *Pagrus* following with formalin and mebendazole. *Aquaculture*. 2006;251(2):167–71.
40. Bakke T, Cable J, Harris P. The biology of gyrodactylid monogeneans: the “Russian-doll killers.” *Advances in Parasitology*. 2007;64:161–376.
41. Paixão L, Santos Brandão R, Ramos Menezes F, Yudi Fujimoto R. Efeitos do tratamento com formalina e sulfato de cobre sobre os parâmetros hematológicos e parasitos monogenéticos em juvenis de *Hemigrammus* sp. (Osteichthyes: Characidae). *Acta Amazónica*. 2013;43(2):211–6.
42. Fujimoto Y, Vendruscolo L, Schalch H, R. Avaliação de três diferentes métodos para o controle de monogenéticos e *Capillaria* sp. (Nematoda: Capillariidae), parasitos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare* Liechtenstein, 1823). *Boletim do Instituto de Pesca*. 2006;32(2):183–90.
43. Martins Laterça M. Cuidados básicos e alternativas no tratamento de enfermidades de peixes na aquicultura brasileira. In: *Sanidad de organismos acuáticos*. Brasil: Varela; 2004. p. 355–68.
44. Bonar S. Hepatic *Calyptospora* sp. (Apicomplexa) infection in a wild-born, aquarium-held clutch of juvenile *Arapaima gigas* (Osteoglossidae). *Diseases of Aquatic Organisms*. 2006;70(1–2):81–92.
45. Iannacone J, Luque J. Monogeneos parásitos del “Paiche” *Arapaima gigas* (C.) y del “Turushuqui” *Oxidoras niger* (V.) en la Amazonia Peruana. *Boletín de Lima*. 76:43–8.
46. Mathews Delgado P, Mathews Delgado JP, Ismiño Orbe R. Parasitic infections in juveniles of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) cultivated in the Peruvian Amazon. 2013; 59(1):43–8.
47. Serrano-Martínez E, Tantaleán M, Quispe H M, Casas G, Londoño B P. Desarrollo de un PCR para la identificación del parásito *Dawestrema* (Trematoda: Monogenea) en el pez *Arapaima gigas*. 29/01/2016. 2016;27(3):581–8.
48. Tafur Zevallos L, Cotrina M. Identificación de parásitos en paiches “*Arapaima gigas*” juveniles. *Sci Agropecu*. 2017 Oct;8(4):305–14.
49. Santos S, Ceccarelli P, Luque J. Helminths parasites do pirarucu, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes: Arapaimidae), no rio Araguaia, estado de Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. 2008; 17(3):171–3.
50. Hanek C. *Ecological aspects of parasitology*. Amsterdam: North- Holland Publishing Company; 1976. 209-226 p.
51. Sado R, Bicudo A, Cyrino J. Dietary levamisol e influenced hematological parameters of juvenile pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887). *Journal of the World Aquaculture Society*. 2010;41:66–75.
52. Vargas L M, Sandoval C N, Casas A E, Pizango P G, Manchego S A. Parásitos y lesiones histopatológicas en branquias de gamitanas (*Colossoma*



*macropomum*) juveniles bajo crianza semiintensiva. Rev Investig Vet Perú. 2015 Dec;26(4):577–86.

53. Baia R, Santos Gomes G, Silva Silva A, Sousa B, Tavares-Dias M. Parasite fauna of tambaqui reared in net-cages at two stocking densities. Boletim do Instituto de Pesca. 2019; 45(3):e492.
54. Rios Isern E. Calidad de agua en el cultivo de los organismos acúaticos amazónicos. Lima, Perú: Barreto; 2021.

# **ANEXOS**





