



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MAESTRÍA EN ACUICULTURA

TESIS

**EFICACIA DE LA SAL COMÚN Y EXTRACTO DE AJOS *Allium sativum* PARA
ELIMINAR MONOGENOIDEOS BRANQUIALES EN ALEVINOS
DE GAMITANA *Colossoma macropomum*, LORETO PERÚ**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ACUICULTURA

PRESENTADO POR : CÉSAR AUGUSTO VARGAS DE PINA

ASESOR : BLGO. GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY, DR.

IQUITOS, PERÚ

2022



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

MAESTRÍA EN ACUICULTURA

TESIS

**EFICACIA DE LA SAL COMÚN Y EXTRACTO DE AJOS *Allium sativum* PARA
ELIMINAR MONOGENOIDEOS BRANQUIALES EN ALEVINOS
DE GAMITANA *Colossoma macropomum*, LORETO PERÚ**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ACUICULTURA

PRESENTADO POR : CÉSAR AUGUSTO VARGAS DE PINA

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° 073-2022-OAA-EPG-UNAP

En Iquitos, en la Plataforma Virtual Meet Institucional de la Escuela de Postgrado-EPG de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-UNAP, a los dieciséis días del mes de setiembre de 2022 a horas 12:00 m., se dió inicio a la sustentación de la tesis denominada "EFICACIA DE LA SAL COMÚN Y EXTRACTO DE AJOS *Allium sativum* PARA ELIMINAR MONOGENOIDEOS BRANQUIALES EN ALEVINOS DE GAMITANA *Colossoma macropomum*, LORETO PERÚ ", aprobado con Resolución Directoral N°0775-2022-EPG-UNAP, presentado por el egresado **CESAR AUGUSTO VARGAS DE PINA**, para optar 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.

El jurado calificador designado mediante Resolución Directoral N°0379-2022-EPG-UNAP, esta conformado por los profesionales siguientes:

Blgo. Enrique Rios Isern, Dr.	Presidente
Blgo. Luis Exequiel Campos Baca, Dr.	Miembro
Blga. Adriana del Pilar Burga Cabrera, Dra.	Miembro

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

Finalizado la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al resultado siguiente:

La sustentación pública y la tesis han sido: aprobada con calificación Buena

A continuación, el Presidente del Jurado da por concluida la sustentación, siendo las 13:30 del dieciséis de setiembre del 2022; con lo cual, se le declara a la sustentante apto, para recibir el **Grado Académico de Maestro en Acuicultura**.

Blgo. Enrique Rios Isern, Dr.
Presidente


Blgo. Luis Exequiel Campos Baca, Dr.
Miembro

Blga. Adriana del Pilar Burga Cabrera, Dra.
Miembro

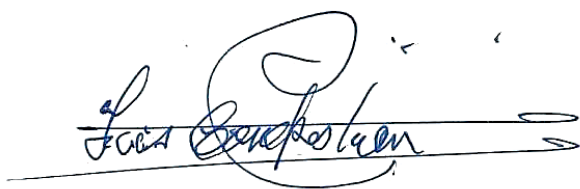
Blgo. German Augusto Murrieta Morey, Dr.
Asesor




TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN EL DÍA 16 DE SETIEMBRE DEL 2022, MEDIANTE LA PLATAFORMA VIRTUAL MEET INSTITUCIONAL DE LA ESCUELA DE POSTGRADO-EPG DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA-UNAP, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERÚ



BLGO. ENRIQUE RIOS ISERN, DR.
PRESIDENTE



BLGO. LUIS EXEQUIEL CAMPOS BACA, DR.
MIEMBRO



BLGA. ADRIANA DEL PILAR BURGA CABRERA, DRA.
MIEMBRO



BLGO. GERMÁN AUGUSTO MURRIETA MOREY, DR.
ASESOR

A mi querida madre REBECA DE PINA ISLA, por su apoyo incondicional y palabras de aliento en todo momento. A mi respetado padre RAÚL VARGAS, por ser fuente de inspiración a lo largo de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a los docentes de la Escuela de Post grado de la UNAP, por sus valiosos conocimientos brindados.

Al Dr. Germán Murrieta Morey, asesor del presente trabajo, por su dedicación y orientación constante en el transcurso de la investigación.

A mis compañeros de la Maestría, por los momentos compartidos dentro y fuera de las aulas, que contribuyeron con su apoyo en el transcurso de mis estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Caratula	i
Contracaratula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	ix
Índice de graficos	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición de términos básicos	11
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	13
2.1 Variables y su operacionalización	13
2.2 Formulación de la hipótesis	13
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de la investigación	14
3.2. Población y muestra	14
3.3. Técnicas e instrumentos	16
3.4. Procedimientos de recolección de datos	18
3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	18
3.6. Aspectos éticos	21
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	22
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	32
CAPÍTULO V: PROPUESTA	37
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	38
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	39
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

ANEXOS

1. ficha de recolección de datos
2. ficha de registro de la calidad del agua
3. Unidades experimentales con alevinos
4. Ejemplar de colossoma
5. Branquias de *Colossoma macropomum* en placa Petri para análisis parasitológico luego de aplicados productos
6. Toma de datos biométricos
7. Matriz de consistencia
8. Tabla de operacionalización de las variables

INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1 Tratamiento testigo (T0), Tratamientos de Sal común (T1 – T3) y de extracto de ajos (T4 – T6) contra monogenoideos branquiales en especímenes de <i>C. macropomum</i>	17
Tabla 2 Valores del promedio de parásitos registrados en cada tratamiento y eficacia de los tratamientos expresado en porcentaje.	24
Tabla 3 Comparaciones entre los tratamientos utilizados. T1, T2, T3 = tratamientos con sal, T4, T5, T6 = tratamientos con extracto de ajos. p = probabilidad.	24
Tabla 4 Valores de los principales índices parasitarios de monogenoideos registrados en cada tratamiento utilizado. PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad, Im = intensidad media, Am = abundancia media.	31

INDICE DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 1. Número total de monogenoideos colectados de alevinos de gamitana sometidos a diferentes tratamientos (sal g/L y extracto de ajos ml/L).	22
Gráfico 2. Promedio de monogenoideos colectados de alevinos de gamitana sometidos a diferentes tratamientos (sal g/L y extracto de ajos ml/L).	23
Gráfico 3. Gráfico de caja mostrando el valor promedio y desviación estándar de los tratamientos empleados para el control de monogenoideos branquiales en gamitana.	25

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
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	8
Figura 2 Vista lateral de la "gamitana" <i>Colossoma macropomum</i>	9
Figura 3. Monogenoideos adheridos a los filamentos branquiales de la gamitana <i>Anacanthorus spatulatus</i> (Figura 4)	26
Figura 4. A. Cuerpo completo de <i>Anacanthorus spatulatus</i> , B. Complejo copulador. <i>Notozothecium janauachaensis</i> (Figura 5)	27
Figura 5. A. Vista ventral del cuerpo completo de <i>Notozothecium janauachaensis</i> . B. Complejo copulador, C. Haptor.	28
Figura 6. A. Vista ventral del cuerpo completo de <i>Mymarothecium boegeri</i> . B. Complejo copulador, C. Haptor.	29
Figura 7. A. Vista ventral del cuerpo completo de <i>Mymarothecium boegeri</i> . B. Complejo copulador, C. Haptor.	30

RESUMEN

La gamitana *Colossoma macropomum* es una de las especies más importantes de la ictiofauna Amazónica, altamente demandada y con importante potencial para la piscicultura y desarrollo amazónico. Esta especie, al igual que otras más en la Amazonía son afectadas por infestaciones e infecciones parasitarias, destacando las infestaciones por monogenoideos branquiales, por lo cual, a lo largo de los años, diferentes productos químicos a base de diversos componentes vienen siendo utilizados como tratamientos. Actualmente existe una tendencia por el uso de productos de bajo costo, fácil acceso y armónicos con el ambiente y que además brinden buenos resultados para combatir parasitosis en peces de cultivo. Así, el presente trabajo evalúa la eficacia de la sal común y el extracto de ajos para disminuir la carga parasitaria de monogenoideos branquiales presentes en la gamitana *C. macropomum*. El presente estudio se llevó a cabo con peces colectados de estanques piscícolas del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Las muestras de branquias fueron colectadas y analizadas en el laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola del IIAP. El análisis reveló la presencia de cinco especies de monogenoideos infestando las branquias de la gamitana: *Anacanthorus spatulatus*, *Notozothecium janauachensis*, *Mymarothecium boegeri* y *M. iiapensis*. Para combatir estos parásitos se probaron dos productos en diferentes concentraciones: tratamientos con sal a razón de 20, 30 y 40 g/L y tratamientos con extracto de ajos a razón de 20, 25 y 30 ml/L. Los resultados del estudio revelaron la eficacia de ambos productos, disminuyendo la carga parasitaria en todos los tratamientos empleados. Dentro de los tratamientos empleados, el uso de sal a 40g/L y el uso de extracto de ajos a razón de 30 ml/L fueron los más eficaces. Se concluye que las dosis empleadas pueden ser utilizadas en sistemas piscícolas para disminuir y/o erradicar las parasitosis por monogenoideos branquiales en la gamitana *C. macropomum*.

Palabras clave: ajos, ectoparásitos; monogenoideos; piscicultura; sal.

ABSTRACT

The “gamitana” *Colossoma macropomum* is one of the most important species of the Amazonian ichthyofauna, highly demanded and with significant potential for fish farming and Amazonian development. This species, like others in the Amazon, are affected by parasitic infestations and infections, highlighting infestations by branchial monogenoids, for which, over the years, different chemical products based on various components have been used as treatments. Currently there is a trend for the use of low-cost, easily accessible products that are in harmony with the environment and that also provide good results to combat parasites in farmed fish. Thus, the present work evaluates the efficacy of common salt and garlic extract to reduce the parasitic load of branchial monogenoids present in the “gamitana” *C. macropomum*. This study was carried out with fish collected from fish ponds at the Fernando Alcántara Bocanegra Research Center (CIFAB) of the Peruvian Amazon Research Institute (IIAP). The gill samples were collected and analyzed in the Parasitology and Aquaculture Health laboratory of the IIAP. The analysis revealed the presence of five species of monogenoids infesting the gills: *Anacanthorus spatulatus*, *Notozothecium janauachaensis*, *Mymarothecium boegeri* and *M. iiapensis*. To combat these parasites, two products were tested at different concentrations: treatments with salt at a rate of 20, 30 and 40 g/L and treatments with garlic extract at a rate of 20, 25 and 30 ml/L. The results of the study revealed the efficacy of both products, reducing the parasite load in all the treatments used. Within the treatments used, the use of salt at 40g/L and the use of garlic extract at a rate of 30ml/L were the most effective. It is concluded that the doses used can be used in fish farming systems to reduce and/or eradicate parasites by branchial monogenoids in *C. macropomum*.

Keywords: garlic; ectoparasites; monogenoids, pisciculture, salt.

INTRODUCCIÓN

Diferentes factores como la calidad del agua, densidad de siembra alimentación, agentes químicos, inadecuada manipulación y agentes externos como parásitos pueden provocar la manifestación de enfermedades y problemas sanitarios que deterioran la calidad de los peces ¹, provocando cuantiosas pérdidas económicas en sistemas piscícolas, generando inestabilidad y problemas en la actividad acuícola ².

Entre los ectoparásitos más comunes se encuentran los monogenoideos. Los daños que puedan causar en los peces están relacionados con la especie de parásito, local de infestación, número de individuos colectados en los peces y el tipo de alimentación. La mayoría de las especies se alimentan de mucus y células epiteliales, sin embargo, otras especies pueden alimentarse de sangre. Las enfermedades provocadas por monogenoideos están entre las más importantes para la piscicultura. Su presencia en las branquias de peces puede provocar hiperplasia celular, hipersecreción de mucus, fusión de los filamentos branquiales ².

La gamitana *Colossoma macropomum* es una de las especies más importantes de la ictiofauna Amazónica con amplia distribución en las cuencas del Orinoco y Amazonas, habitando lagos y áreas inundables asociadas a ríos principales. Puede alcanzar más de un metro y alcanzar hasta 30 kg. Es una especie omnívora con marcada preferencia por frutas y semillas. Tiene una alta importancia comercial y piscícola en la Amazonía. Es una especie omnívora con marcada preferencia por frutas y semillas ³. La demanda por este pez es muy grande y va aumentando, generando mucho interés por su producción en cautiverio ⁴. Dentro de la crianza de esta especie, existen muchos problemas que deterioran su calidad. Dentro de estos problemas, la infestación por monogenoideos es de suma importancia y consideración, por ser el grupo de ectoparásitos más nocivos en las producciones piscícolas ⁵.

En la Amazonía peruana, trabajos referentes a productos y dosis eficaces para controlar a este grupo de parásitos son muy escasos, siendo necesario plantear y ejecutar investigaciones que busquen encontrar protocolos y métodos para controlar estas infestaciones cuando presentes en los ambientes piscícolas. Dentro de los productos utilizados empíricamente por los productores, la sal común (NaCl) destaca por su fácil obtención, bajo costo y eficacia para el control de parásitos ⁶. Plantas tradicionales como por ejemplo el ajo (*Allium sativum*) ofrecen potenciales nuevas alternativas para tratar infestaciones e infecciones parasitarias ⁷. Los ajos poseen propiedades antibacterianas, antiparasitarias, antifúngicas y antivirales ⁸. En Brasil, el uso de los ajos y su eficacia ha sido comprobado contra infestaciones causadas por monogenoideos branquiales ⁹.

Peces criados en cautiverio son altamente afectados por infestaciones e infecciones parasitarias, por lo cual, a lo largo de los años, diferentes productos químicos a base de diversos componentes vienen siendo utilizados como tratamientos ¹⁰. Muchos de estos productos químicos son restringidos debido a sus toxicidades, por ejemplo, el verde de malaquita, ha sido prohibido en algunos países, como en el Reino Unido, para tratar enfermedades que aquejan a peces destinados al consumo humano debido a su efecto cancerígeno ¹¹. La formalina, un producto químico de bajo costo y por ende frecuentemente utilizado para tratar parasitosis, también viene siendo considerado dentro de los productos a prohibirse por razones ambientales y concernientes a la salud humana ¹².

Lamentablemente no están disponibles alternativas de bajo costo y sin efectos colaterales para tratar eficazmente enfermedades parasitarias. En este sentido, alternativas viables necesitan ser encontradas para incrementar el bienestar de los sistemas de crianza y producción, conservación del ambiente y crecimiento económico ¹³. Como alternativas propuestas destacan el uso de la sal, el cual no presenta efectos o daños colaterales en el pez y en los seres humanos y la fitoterapia. Esta última se presenta como una alternativa promisoriosa que ha mostrado efectos antiparasitarios, principalmente contra monogenoideos ¹³.

Por lo que, el estudio sobre la utilización de la sal y extracto de ajos como tratamiento antiparasitario contra monogéneos en alevinos de gamitana *C. macropomum* provenientes de estanques piscícolas del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) contribuirá a llenar los vacíos en el conocimiento actual para tratar a este grupo de parásitos y para contrarrestar las posibles consecuencias negativas del desarrollo de la acuicultura en la región Loreto.

Siendo la gamitana la principal especie piscícola comercializada en Loreto, y teniendo en cuenta que los monogéneos se destacan entre los parásitos más nocivos para la piscicultura, es necesario no sólo conocer a las especies que parasitan esta especie de pez, sino también conocer tratamientos de fácil acceso y bajo costo que permitan a los productores agenciarse de productos eficaces para controlar las infestaciones y manifestaciones clínicas causadas por estos organismos. Así el presente estudio busca contribuir con investigación básica y aplicada que sirva para contar con alternativas que reduzcan y erradiquen los niveles de infestación por monogéneos branquiales en alevinos de gamitana criados en cautiverio, a través del empleo de dosis adecuadas de sal y extracto de ajos.

Mediante el presente trabajo de investigación se intentará dar respuesta a la siguiente interrogante:

¿Cuál es la eficacia de la sal común y extracto de ajos *Allium sativum* para eliminar a monogéneos branquiales que parasitan a alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* criados en cautiverio?

- ✓ Evaluar la eficacia de la sal y extracto de ajos *Allium sativum* para la eliminación de monogéneos branquiales en alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*.

- ✓ Determinar el tratamiento más eficaz contra infestaciones causadas por monogenoideos branquiales en alevinos de gamitana *C. macropomum*.
- ✓ Identificar taxonómicamente a nivel de especie a los monogenoideos que parasitan las branquias de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum*.
- ✓ Calcular los principales índices parasitarios de las especies de monogenoideos identificados.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Monogenoideos branquiales parásitos de *Colossoma macropomum*

En **1994**, se realizó una investigación de tipo cualitativo y diseño descriptivo no experimental que incluyó como población de estudio a alevinos de gamitana *C. macropomum* provenientes de Venezuela. Los resultados indicaron altas prevalencias de *Anacanthorus spatulatus*, con prevalencias de 98.37% ¹⁴.

En **1995**, se realizó una serie de investigaciones de tipo cuantitativo y diseño descriptivo experimental que incluyó el tratamiento contra infestaciones de monogenoideos en peces tropicales. El estudio concluyó que el uso de sal entre 4.5 a 5% por máximo 3 minutos es eficaz para eliminar ectoparásitos, principalmente monogenoideos ¹⁵.

En **2002**, se realizó una serie de investigaciones de tipo cuantitativo y diseño descriptivo experimental que incluyó el tratamiento contra infestaciones de monogenoideos en ejemplares de tilapia. Como resultados se sugieren utilizar concentraciones de sal entre 3.5 al 5% por máximo 10 minutos ¹⁶.

En **2003**, se realizó una serie de investigaciones de tipo cuantitativo y diseño descriptivo experimental que incluyó el tratamiento contra infestaciones de monogenoideos en ejemplares de tilapia *Oreochromis niloticus*. Como resultados se recomienda el uso de la sal al 3% por 10 minutos contra monogenoideos ¹⁷.

En **2004**, se realizó una investigación de tipo cualitativo y diseño descriptivo no experimental que incluyó como población de estudio alevinos de *Colossoma macropomum* y el híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus brachypomus* provenientes de las lagunas de la Estación Experimental Amacuro del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola y de las fincas de la región. Los resultados

indicaron altas prevalencias de 96.4% y 69.52 respectivamente. Concluyendo que el híbrido muestra más resistencia al parasitismo por monogéoides. Adicionalmente se registró al monogéideo *Linguadactyloides brinkmanni* en híbridos de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* ¹⁸.

En **2004**, se realizó una investigación de tipo cualitativo y diseño descriptivo no experimental que incluyó como población de estudio a individuos de *C. macropomum*. La investigación reportó a las especies de monogéoides *Anacanthorus* (*A. spatulatus* y *A. penilabiatus*) *Notozothecium* (*N. janauachensis*, *N. euzeti*) parasitando a alevinos de gamitana provenientes del Brasil ¹⁹.

En **2008**, se realizó una investigación de tipo cualitativo y diseño descriptivo no experimental que incluyó como población de estudio a numerosas especies de peces de América del Sur. Dentro de los peces analizados, se reportaron a especímenes de *C. macropomum* parasitados por las especies de parásitos: *Anacanthorus* (*A. spatulatus* y *A. penilabiatus*) *Notozothecium* (*N. janauachensis*, *N. euzeti*), *Linguadactyloides brinkmanni* y *Mymarothecium* (*M. boegeri*, *M. viatorum*) procedentes de ambientes naturales ²⁰.

En **2008**, se realizó una serie de investigaciones de tipo cualitativo y diseño descriptivo no experimental que incluyó como población de estudio alevinos de peces amazónicos provenientes del medio natural y de estanques de cultivo del Brasil. El estudio concluye que en estanques de cultivo se pueden presentar condiciones desfavorables que incrementan la incidencia de parásitos, tales como, disminución de oxígeno disuelto en el agua, temperatura fuera del rango óptimo de la especie o variaciones drásticas de la misma; hacinamiento producido por las altas densidades de cría y presencia de elementos tóxicos en el agua. Estas condiciones adversas influyen considerablemente en los mecanismos inmunológicos de defensa de las especies, favoreciendo la invasión de los patógenos ¹.

En **2008**, se realizó una serie de investigaciones de tipo cualitativo y cuantitativo y diseño descriptivo experimental que incluyó a especies de peces amazónicas. En parte de los estudios se realizaron tratamientos para eliminar la carga parasitaria de monogenóideos. En el estudio son recomendados para combatir monogenoideos a baños de inmersión de cloruro de sodio (sal de cocina) de 1 a 3 % por 30 minutos a 3 horas ¹.

En **2009**, se realizó una investigación de tipo cualitativo y diseño descriptivo no experimental que incluyó como población de estudio a alevinos de *C. macropomum* provenientes de jaulas flotantes acondicionadas en lagos del Brasil. Los resultados indicaron la presencia del parásito *Linguadactyloides brinkmanni* con elevados niveles de infestación ²¹.

En **2013**, se realizó una investigación de tipo cuantitativo y diseño descriptivo experimental que incluyó el tratamiento contra infestaciones de monogenóideos en peces tropicales, utilizando extracto de ajos. El estudio reveló que los ajos son eficaces para eliminar a parásitos monogenóideos ²².

En **2016**, se realizó una investigación de tipo cualitativo y diseño descriptivo no experimental que incluyó como población de estudio a alevinos de *C. macropomum* colectadas en seis lagos del Brasil. En este trabajo se reportaron los monogenóideos que parasitaban a las narinas, encontrándose a la especie *Rhinoxenus piranhus* como la especie colonizadora de este órgano del pez ²³.

1.2. Bases teóricas

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 ²⁴.

Parásitos con ciclo de vida directo o monoxeno

Aquellos que únicamente necesitan de un hospedero para cumplir su ciclo de vida. Los ectoparásitos presentan este tipo de ciclo de vida ²⁵.

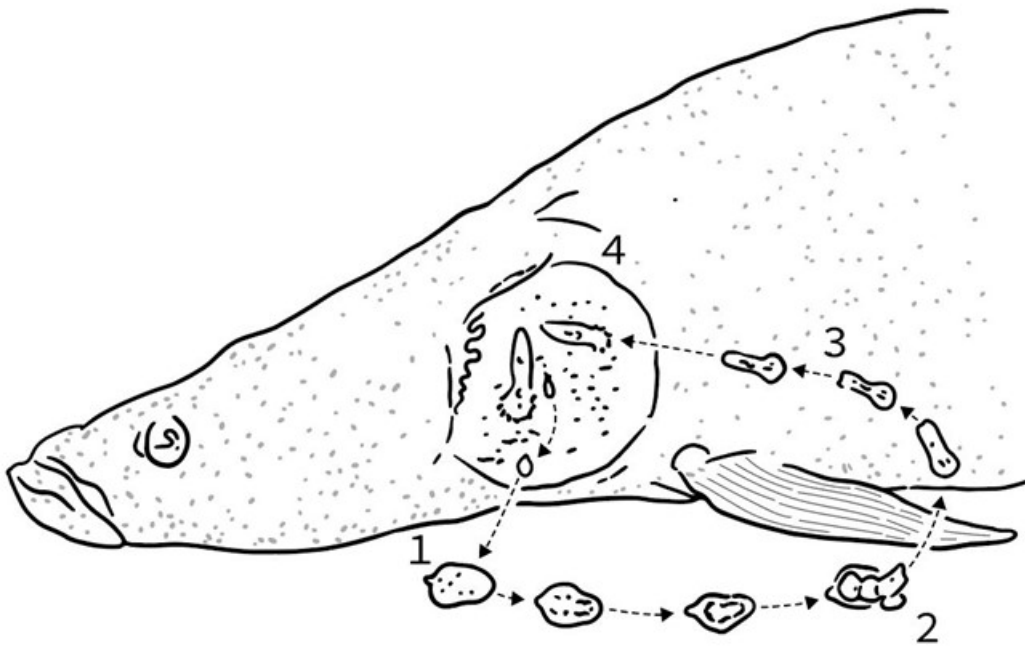


Figura 1. Ciclo de vida directo de parásitos monogenoideos. 1. Huevo, 2. Larva oncomiracideo eclosiona del huevo, 3. Ejemplar juvenil de Monogenoidea, 4. Ejemplar adulto de Monogenoidea. Fuente: Morey, Aguinaga y Nobre, 2020.

Estudios relacionados con el impacto del parasitismo en el crecimiento

Existen numerosos trabajos que tratan de estudiar las relaciones existentes entre hospedero-parásito, centrándose muchos de ellos en tratar de dilucidar si la presencia de los parásitos afecta la salud del hospedero si le perjudica o no a la

hora de alcanzar una talla o peso determinado o si el tamaño del hospedero influye en la cantidad de parásitos presentes ²⁴.

Características generales de la gamitana *Colossoma macropomum*

La gamitana *Colossoma macropomum* es un pez perteneciente al orden Characiformes, familia Serrasalminidae. Es una especie endémica de la Amazonía, siendo considerada como una de las especies de la familia más grandes de América del Sur. Puede sobrepasar los 90 cm de longitud y pesar más de 30 kg. Su carne es muy apreciada en la Amazonía, siendo considerada como un producto de alta calidad. Con respecto a la talla de los distintos estadios de la gamitana se tiene que el adulto mide un promedio de 68 cm y pesa 6 kg, los juveniles 26 cm y 250 g. y por ultimo los alevinos 8 cm y 15 g. ²⁶

1.5 ± 8 cm de longitud y 2.5 ± 18 g de peso.



Figura 1. Vista lateral de la “gamitana” *Colossoma macropomum*

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 ²⁷.

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 ¹⁸.

Sal común (NaCl)

Comúnmente llamado sal o sal de mesa, cada molécula está compuesta de un 40% de sodio y 60% de cloruro ²⁸ 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⁺ y un ion Cl⁻ y así las partículas con cargas opuestas se atraen, uniéndose para general la sal ²⁹.

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 ²⁹.

Propiedades antiparasitarias de la sal

La exposición de organismos de agua dulce a condiciones salinas afectan la osmoregulación resultando en pérdida de agua y deshidratación. Ectoparásitos que presentan estadios inmaduros de vida libre son más susceptibles a problemas de osmoregulación comparados a sus hospederos ³⁰.

Baños de sal empleando altas concentraciones durante un corto periodo de exposición actúan agresivamente contra parásitos y son más efectivos que tratamientos de larga duración ³⁰.

Propiedades antiparasitarias de los ajos

Los ajos ofrecen propiedades antivirales, antibacterianas, antifúngicas y antiparasitarias, siendo utilizadas para tratar una amplia gama de infestaciones e infecciones parasitarias. El ajo (*Allium sativum*) es una planta que históricamente se ha utilizado como remedio medicinal para tratar una amplia gama de afecciones. Las propiedades antihelmínticas del ajo machacado fueron probadas contra diversos parásitos: contra *Capillaria* sp. en la carpa común (*Cyprinus carpio*), se ha informado de los efectos inhibidores de los productos derivados del ajo para las infestaciones de parásitos de peces, entre estos, los protozoarios de agua dulce: *Ichthyophthirius multifiliis*, *Spironucleus vortens*, monogenoideos y *Trichodina* sp. en la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), *Gyrodactylus turnbulli* en el guppy (*Poecilia reticulata*)⁸.

El valor del extracto de ajo, *Allium sativum*, para el control de enfermedades bacterianas y la inmunoestimulación se ha demostrado en varios experimentos en peces de cultivo. La actividad antimicrobiana e inmunoestimulante observada del ajo en los teleósteos se explica en gran medida por la alicina fitoquímica transitoria (tiosulfonato de dialilo) y sus derivados⁸.

1.3. Definición de términos básicos

ACUICULTURA: La acuicultura se define como el cultivo de organismos acuáticos tales como peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas en todos tipos de ambientes acuáticos, incluyendo océanos, lagos, estanques y ríos³¹.

BRANQUIAS: Las branquias o agallas son los órganos respiratorios de la mayoría de los animales acuáticos, a través de los cuales se extrae el oxígeno disuelto del agua y transfiere el dióxido de Carbono al medio³¹

CICLO DIRECTO: Tipo de ciclo de vida en que los parásitos completan su desarrollo en un único hospedero²⁴.

ECTOPARÁSITO: parásitos externos, que se localizan en la superficie de los hospederos²⁴.

ESPECIFICIDAD PARASITARIA: Parasito que se desarrolla en una sola especie de hospedero o en un conjunto limitado de hospederos ²⁴

GAMITANA: Nombre común con que se le conoce en el Perú a la especie *Colossoma macropomum*, pez de agua dulce que se distribuye por Sudamérica ²⁶.

HOSPEDERO: Individuo que alberga los parásitos ²⁴.

ICTIOPATOLOGÍA: Estudio de las enfermedades de los peces ²⁴.

INFESTACIÓN: Invasión de un organismo por agentes parásitos externos ².

INFLAMACIÓN: Reacción compleja de dos tejidos por una lesión, caracterizada clínicamente por color, rubor, hinchazón y dolor ².

FIJACIÓN: Proceso de fijar los tejidos de un espécimen del deterioro o causa de la coagulación de proteínas y destrucción de bacterias que pueden ocasionar la descomposición ².

LESIÓN: Alteración en una estructura normal ².

MEDIO NATURAL: Medio físico en el que se interrelacionan una serie de elementos que comprende todos los seres vivos y no vivos que existen de forma natural en la tierra ².

MONOGENOIDEO: parásito de anfibios y peces, caracterizado por ser hermafroditas y poseer en la parte inferior del cuerpo, una estructura de fijación llamada haptor, la cual está cargada de anclas, barras y ganchos que le ayudan en su fijación en el hospedero ²⁷.

PARÁSITO: Organismo que obtiene alimento y/abrigo de otro causándole algún tipo de lesión ².

PATÓGENO: Todos los individuos que de alguna manera pueden causar algún tipo de enfermedad ².

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

La sal y el extracto de ajos en diferentes concentraciones son efectivas y eliminan la carga parasitaria de monogenoideos branquiales que parasitan a alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* provenientes de estanques piscícolas del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

2.2. Variables y definiciones operacionales

Variables independientes

- Sal común
- Extracto de ajos

Variables dependientes

- Eficacia antiparasitaria
- Especies de monogenoideos

La Eficacia antiparasitaria para el control de monogenoideos dependerá de la concentración de sal común y extracto de ajos empleada. Estos serán medidos de acuerdo a los valores obtenidos en los índices parasitológicos registrados luego de aplicados los tratamientos, los cuales a su vez determinarán numéricamente el porcentaje de eficacia de cada uno de ellos. Las especies de monogenoideos identificadas dependerán también de su presencia o ausencia, la cual se verá determinada en función del uso de los productos para el control de este grupo de parásitos.

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. De acuerdo al diseño de contrastación la investigación fue de tipo experimental cuya finalidad fue la descripción y análisis de sus variables.

3.1.2. Diseño de investigación

3.1.2.1. Área de estudio

El lugar donde se ejecutó el estudio fue en el Laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuicola del Centro de Investigaciones “Fernando Alcántara Bocanegra” del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos – 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.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población de estudio

La población de estudio estuvo compuesta por alevinos de *Colossoma macropomum* provenientes de estanques piscícolas del IIAP los cuales oscilaban entre los 1.5 ± 8 cm de longitud y 2.5 ± 18 g de peso.

3.2.2. Tamaño de la muestra de estudio

La muestra estuvo representada por 86 alevinos de *C. macropomum*. De los cuales 26 individuos fueron utilizados para determinar la carga parasitaria inicial antes de la aplicación de los tratamientos y 60 individuos fueron utilizados en los respectivos tratamientos mencionados. Los criterios para la selección de la muestra fueron aplicados siguiendo la fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Donde: N = tamaño de la población Z = nivel de confianza, P = probabilidad de éxito, o proporción esperada Q = probabilidad de fracaso D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

N = 150; Z = nivel de confianza 95%, P 50%, o proporción esperada Q = 50% D = 3%. Así la fórmula fue aplicada en hoja de cálculo Excel, utilizando el programa Excel de Microsoft Office 2010.

3.2.3. 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 alevinos para el análisis parasitológico y los destinados para el experimento con sal común y extracto de ajos en el control de monogenoideos fueron seleccionados al azar de estanques piscícolas del CIFAB-IIAP.

3.2.4. Criterios de selección

Criterios de inclusión: peces en aparente buen estado de salud, que responden a reflejos de fuga y con natación normal.

Criterios de exclusión: peces moribundos o débiles, con natación errática que no toleren la manipulación al ser expuestos a los tratamientos.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Procedimiento de recolección de datos

El trabajo se realizó en dos partes, el primero estuvo referido al análisis parasitológico e índices parasitarios y el segundo estuvo referido al experimento del efecto de la sal común y los ajos contra las infestaciones de monogenoideos.

Antes de iniciado el experimento se sacrificaron 16 peces, de los cuales se fijaron y conservaron sus branquias para conteo del número de parásitos presentes antes del inicio de los tratamientos con sal y extracto de ajos. De estas muestras se calcularon los índices parasitológicos, los cuales fueron comparados con los índices al finalizar los tratamientos.

Como unidades experimentales se usaron acuarios de vidrio de 20 cm de longitud x 10 cm de ancho x 20 cm de altura. Cada unidad experimental de 10 L de capacidad fue llenada con 5 L de agua. En cada unidad experimental se colocó un pez.

Se utilizaron un total de 70 especímenes de *C. macropomum*. Las unidades experimentales fueron distribuidas en un Diseño complemente al azar (DCA), para lo cual se utilizaron 6 tratamientos con 10 repeticiones. Cada repetición constó de un pez, usándose en total 10 peces por tratamiento (**Tabla 1**).

Tabla 1. Tratamiento testigo (T0), Tratamientos de Sal común (T1 – T3) y de extracto de ajos (T4 – T6) contra monogenoideos branquiales en especímenes de *C. macropomum*

Tratamiento	Concentración	Repeticiones
T ₀	-	10
T ₁	20 g/L	10
T ₂	30 g/L	10
T ₃	40 g/L	10
T ₄	20 ml/L	10
T ₅	25 ml/L	10
T ₆	30 ml/L	10

Uso de la sal común

Se utilizó sal común y las concentraciones fueron expresadas en g/L.

Preparación del extracto de ajos

Para la preparación del extracto de ajos, se pesaron 100g de ajos, los cuales fueron triturados en una licuadora, para luego ser colocados en una solución madre conteniendo 1 litro de agua. Así la solución madre (solución al 10%) estuvo constituida en la dilución de 100g de ajos en 1 litro de agua. De esta solución madre, se aplicaron los tratamientos mencionados en el presente estudio.

3.3.2. Técnicas de recolección de datos

Colecta de las muestras

La colecta de muestras biológicas se realizó en estanques piscícolas del IIAP. Estos peces salidos de los estanques fueron trasladados en bolsas plásticas hasta el

Laboratorio de parasitología y Sanidad Acuícola del IIAP. Del total de los peces colectados, se analizaron 16 peces para determinar la carga parasitaria inicial y para incrementar los niveles parasitarios, los restantes 70 peces fueron acondicionados en estanques de concreto por 10 días. Luego de los 10 días se retiraron a los peces para someterlos a los respectivos tratamientos. Previo al sacrificio de los peces, se tomaron datos biométricos de longitud (cm) y peso (g).

Fijación y análisis de branquias

Para fijar las muestras de branquias, se extrajeron los arcos branquiales y fueron 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 en alcohol de 96°.

3.4. Procesamiento de recolección de datos

Los parámetros que se analizaron durante el desarrollo del experimento fueron los siguientes: Temperatura (°C), Oxígeno (mg/l) y pH (I.U), el registro se realizó al inicio del experimento en los especímenes de los peces en estudio (en cada pecera, de cada tratamiento). Para ello se utilizó el Kit LaMotte y todos los datos obtenidos fueron registrados en una ficha de campo.

3.5. Procesamiento y análisis de la información

3.5.1. Índices parasitarios

Los índices parasitarios calculados fueron los siguientes (2): Prevalencia (%P), Intensidad (I), Intensidad media (Im) y Abundancia media (Am)³².

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.

3.5.2. Eficacia de los tratamientos con sal común y extracto de ajos

Para el cálculo de la eficacia de los medicamentos utilizados en el control de los monogenoideos se utilizó la fórmula siguiente ³³.

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

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.

3.5.3. Identificación y descripción de monogenoideos

Para el estudio de estructuras esclerotizadas que se utilizan en la identificación taxonómica de las especies de parásitos, se utilizó el medio de Hoyer,²⁷. Este medio clarifica el tejido de los parásitos permitiendo la visualización del complejo copulador y estructuras del haptor, necesarias para la identificación taxonómica.

Análisis estadístico

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 no paramétrica de ANOVA – Krustal Wallis. El nivel de confianza adoptado en el presente estudio fue de $p < 0.05$. Las pruebas estadísticas se realizaron en el programa estadístico BioEstat 5.0.

3.6. Aspectos éticos

El sacrificio de las especies se llevó a cabo siguiendo las siguientes recomendaciones ²: 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 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.

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 a ejecutarse se regirá 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 extracto de ajos *Allium sativum* para la eliminación de monogoneos branquiales

Los 16 peces analizados antes de empezar la aplicación de los tratamientos sumaron un total de 574 ± 6.03 monogoneos branquiales, con un promedio de 35.87 parásitos.

La diferencia entre el número total y el promedio de monogoneos branquiales registrados tanto en el tratamiento control como en los seis tratamientos empleados son mostrados en el gráfico 1 y 2.

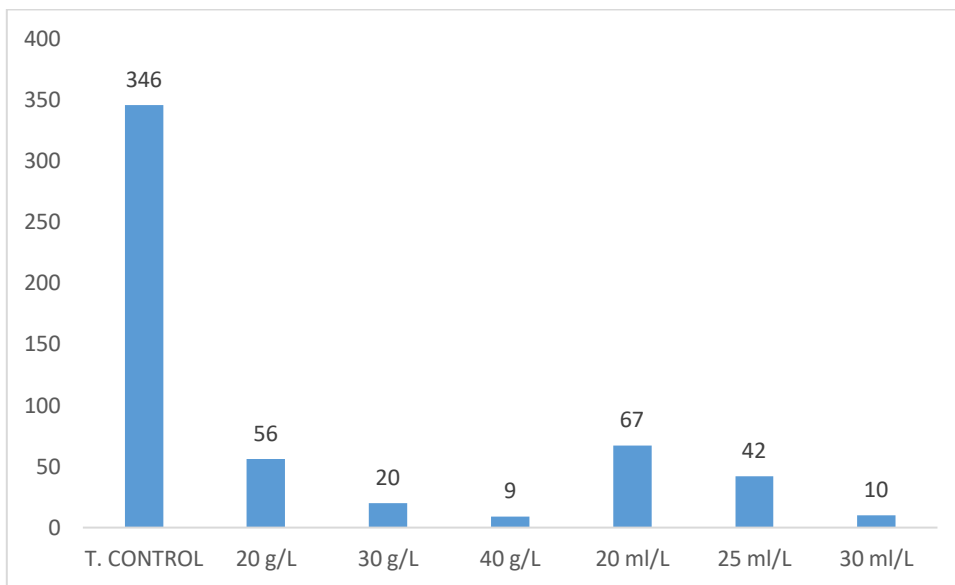


Gráfico 1. Número total de monogoneos colectados de alevinos de gamitana sometidos a diferentes tratamientos (sal g/L y extracto de ajos ml/L).

El gráfico 1 muestra que el número total de monogoneos registrados fue disminuyendo a medida que se aumentaba la dosis, tanto de sal como de extracto de ajos. Así, se demuestra que todos los tratamientos empleados ayudan a disminuir el número de parásitos en los peces. La diferencia entre la muestra inicial de 346 parásitos registrados, contra todos los valores obtenidos utilizando tanto sal como ajos comprueba que estos productos a las dosis empleadas son útiles para reducir la carga de monogoneos branquiales. En el gráfico 1 también se aprecia

que las dosis más altas de sal (40g/L) y de extracto de ajos (30 ml/L) son las que reducen casi en su totalidad a la carga parasitaria.

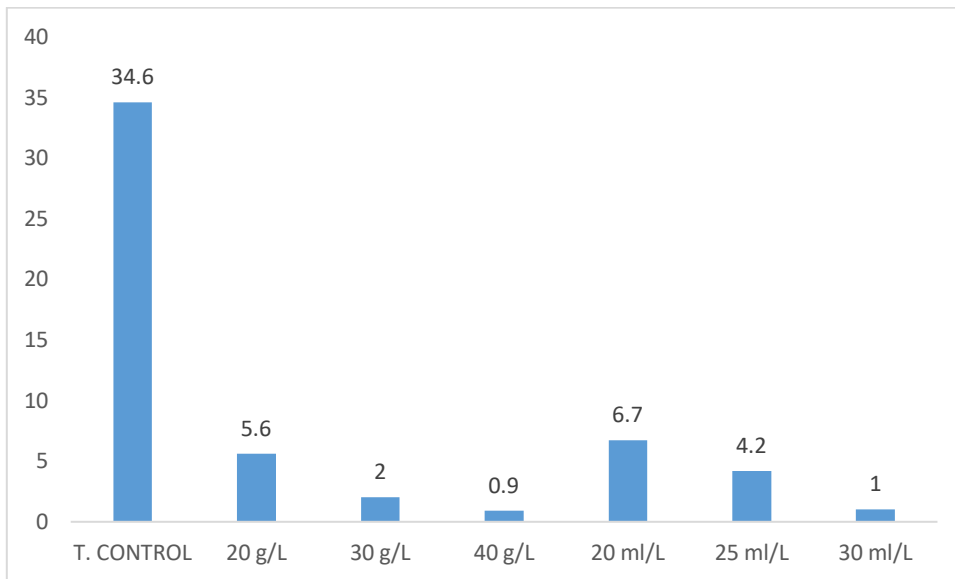


Gráfico 2. Promedio de monogenoideos colectados de alevinos de gamitana sometidos a diferentes tratamientos (sal g/L y extracto de ajos ml/L).

De igual manera el gráfico 2 revela que el promedio de parásitos registrados para cada tratamiento va disminuyendo a medida que se incrementa la dosis de ambos productos utilizados. La diferencia entre el promedio inicial de parásitos (sin aplicación de ningún tratamiento) contra todos los resultados promedios obtenidos tanto para sal, como para los extractos de ajos, corrobora la eficacia de los productos. Es importante señalar que las dosis más altas de sal y de ajos mostraron los mejores resultados, siendo recomendadas para eliminar a este tipo de parásitos.

La eficacia de los tratamientos reveló que todos los tratamientos utilizados son efectivos para reducir la carga de monogenoideos branquiales. Todos los tratamientos tuvieron una eficacia mayor al 80%. El tratamiento más eficaz fue utilizando extracto de ajos a razón de 30 ml/L de agua (tabla 2).

Tabla 2. Valores del promedio de parásitos registrados en cada tratamiento y eficacia de los tratamientos expresado en porcentaje.

	SAL				EXTRACTO AJOS		
	CONTROL	20 g/L	30 g/L	40 g/L	20 ml/L	25 ml/L	30 ml/L
PROMEDIO PARÁSITOS	34.6	5.6	2	0.9	6.7	4.2	1
EFICACIA DEL TRATAMIENTO (%)		83.82	94.22	97.40	80.64	87.86	97.11

Con respecto a la diferencia entre los tratamientos empleados se aprecia que existen tratamientos cuyos resultados no difieren estadísticamente entre unos y otros (ns), mientras que otros si difieren significativamente ($p < 0.05$) (Tabla 2), resultando en T3 (40 g sal/L agua) y T6 (30 ml de extracto de ajos/L de agua) como los tratamientos más eficaces en el control de monogenoideos branquiales (Gráfico 3).

Eficacias superiores al 90% fueron registradas con el uso de la sal a 30 y 40g/L y el de ajos al uso de 30ml/L. Los valores obtenidos en la eficacia de los tratamientos son relacionados con los valores obtenidos con respecto al número total de parásitos y número promedio de parásitos comparados antes y después de aplicados los tratamientos.

Tabla 3. Comparaciones entre los tratamientos utilizados. T1, T2, T3 = tratamientos con sal, T4, T5, T6 = tratamientos con extracto de ajos. p = probabilidad.

Comparaciones entre tratamientos	<i>P</i>
T1 - T2	< 0.05
T1 - T3	< 0.05
T1 - T4	Ns
T1 - T5	Ns
T1 - T6	< 0.05
T2 - T3	Ns
T2 - T4	< 0.05
T2 - T5	ns
T2 - T6	ns
T3 - T4	< 0.05
T3 - T5	< 0.05
T3 - T6	ns
T4 - T5	ns
T4 -T6	< 0.05
T5 - T6	< 0.05

El Análisis de Varianza nos permite observar que estadísticamente utilizar 30 y 40g/L de sal reduce más la carga parasitaria que utilizando 20g/L. También nos muestra que el uso de extracto de ajos a razón de 30ml/L es el único tratamiento que difiere significativamente de los tratamientos con sal. Comparando estadísticamente el tratamiento de sal que dio mejores resultados (40g/L) contra el tratamiento de extracto de ajos con mejores resultados (30ml/L) se puede observar que estadísticamente no difieren, por lo que ambos pueden ser considerados como los ideales para la eliminación de monogenoideos branquiales.

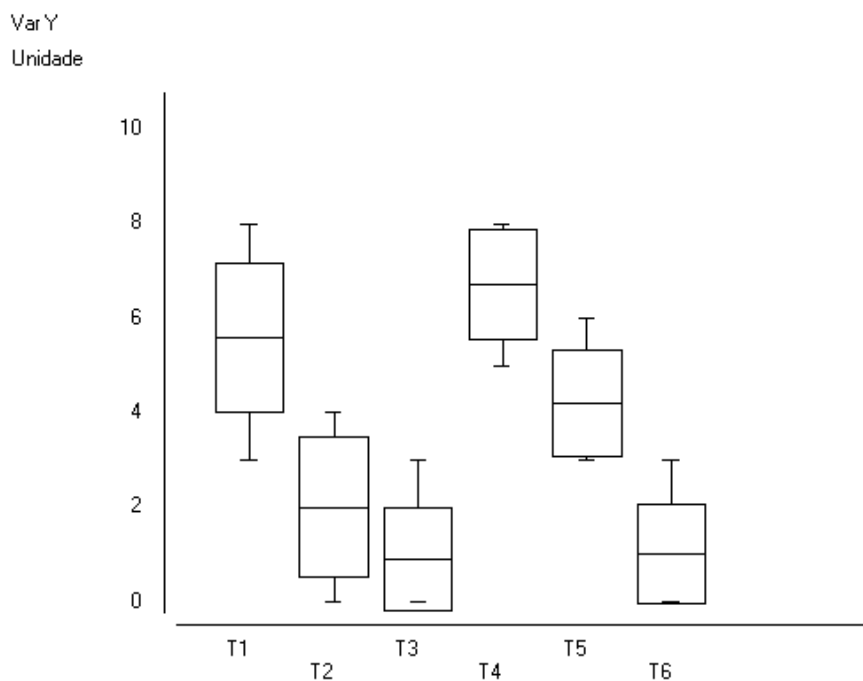


Gráfico 3. Gráfico de caja mostrando el valor promedio y desviación estándar de los tratamientos empleados para el control de monogenoideos branquiales en gamitana.

El gráfico 3 muestra el valor promedio con sus respectivas desviaciones estándar de los tratamientos con sal y extracto de ajos empleados en el presente estudio. Así, los valores menores promedio de cantidad de parásitos son registrados para el T3: 40g/L de sal y para T6: 30ml/L de extracto de ajos.

4.2. Especies de monogenoideos identificadas

De los peces analizados fueron identificados cuatro especies de monogenoideos: *Anacanthorus spatulatus*, *Notozothecium janauachensis*, *Mymarothecium boegeri* y *M. iiapensis*.

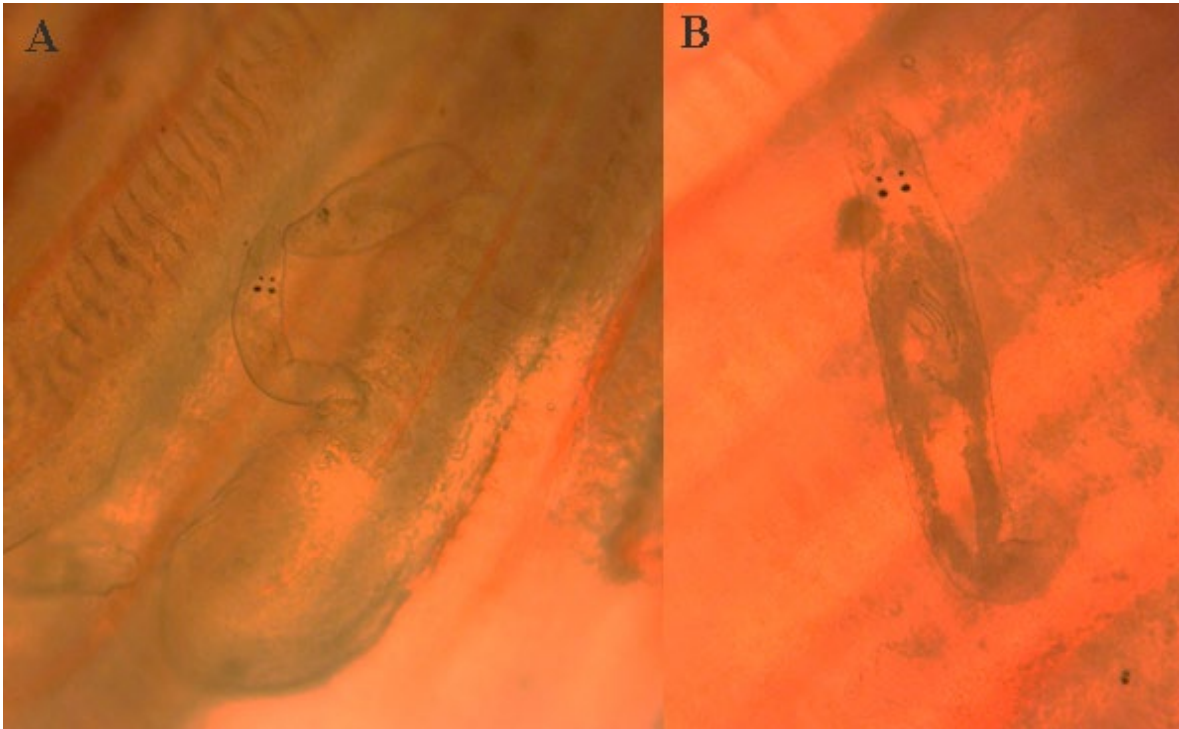


Figura 3. Monogenoideos adheridos a los filamentos branquiales de la gamitana

Anacanthorus spatulatus (Figura 4)

Esta especie es caracterizada por la ausencia de barras y anclas en el haptor y principalmente por presentar el complejo copulador en forma de pinza, siendo el órgano copulador masculino en forma de espátula y la pieza accesoria en forma de rama.

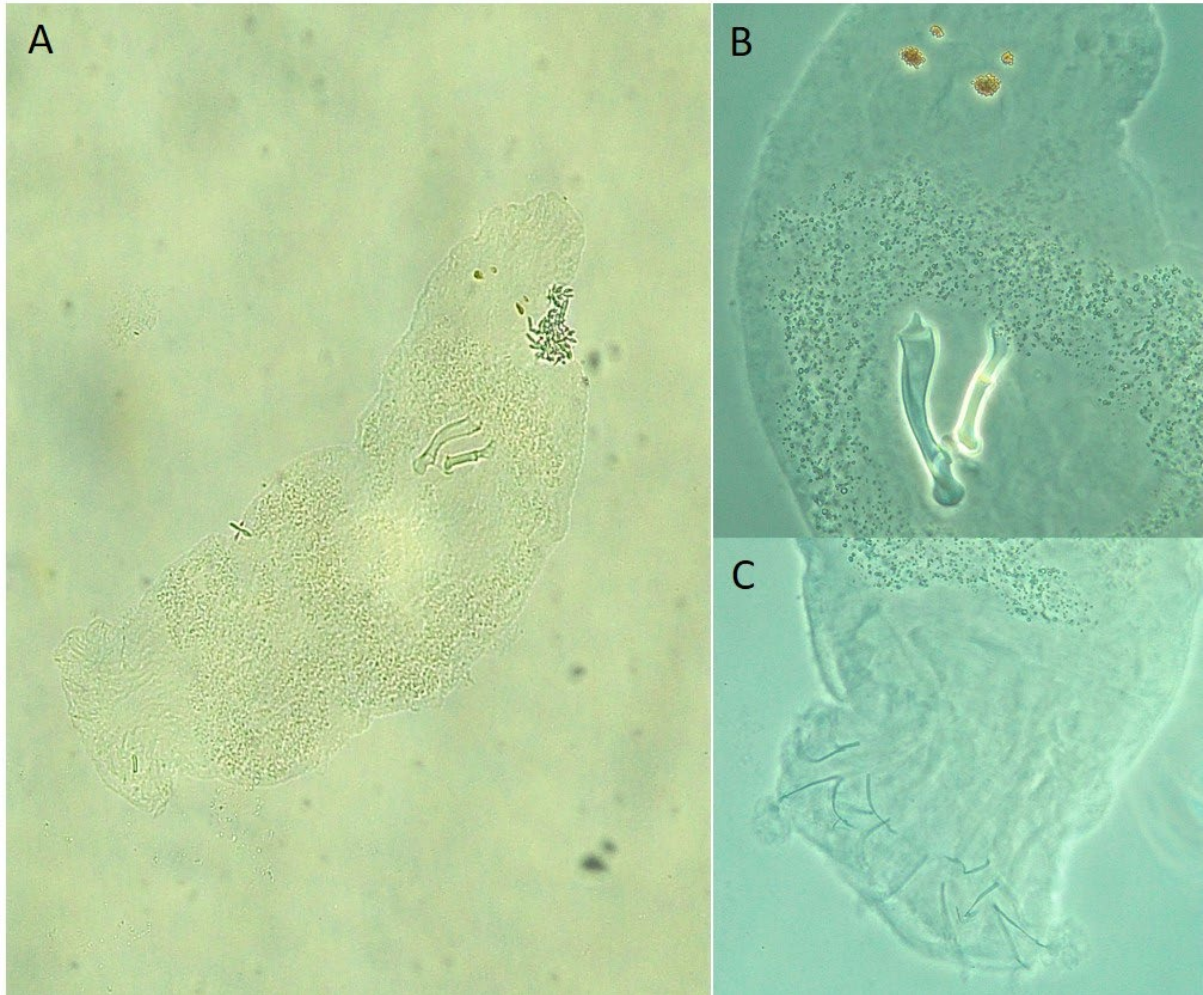


Figura 4. A. Cuerpo completo de *Anacanthorus spatulathus*, B. Complejo copulador, C. Haptor
Escala de la barra 300 μ m.

Notozothecium janauachensis (Figura 5)

Caracterizado por presentar las anclas ventrales de gran tamaño, aproximadamente el triple de tamaño que las anclas dorsales, barra ventral con proyección antero medial pequeña, barra dorsal fina y deliqueda, arqueada. Órgano copulador masculino en forma de “coma” (,), pieza accesoria en forma de cinta.

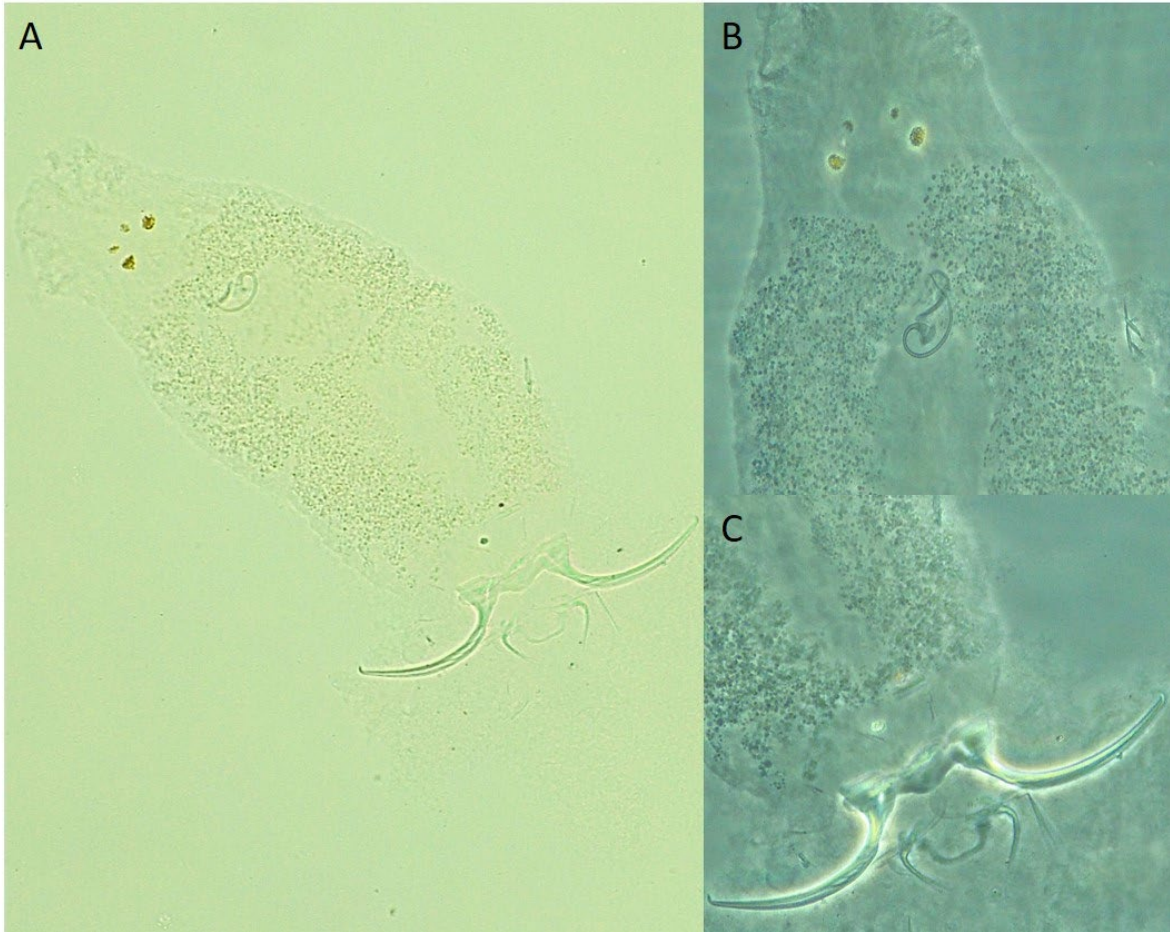


Figura 2. A. Vista ventral del cuerpo completo de *Notozothecium janauachaensis*. B. Complejo copulador, C. Haptor.

Mymarothecium boegeri (Figura 6)

Caracterizado por presentar las anclas de igual forma y tamaño, barra ventral con proyección antero medial, barra ventral arqueada en forma de “U”, órgano copulador masculino tubular alargado, pieza accesoria arqueada en el medio dando la forma de una boca.

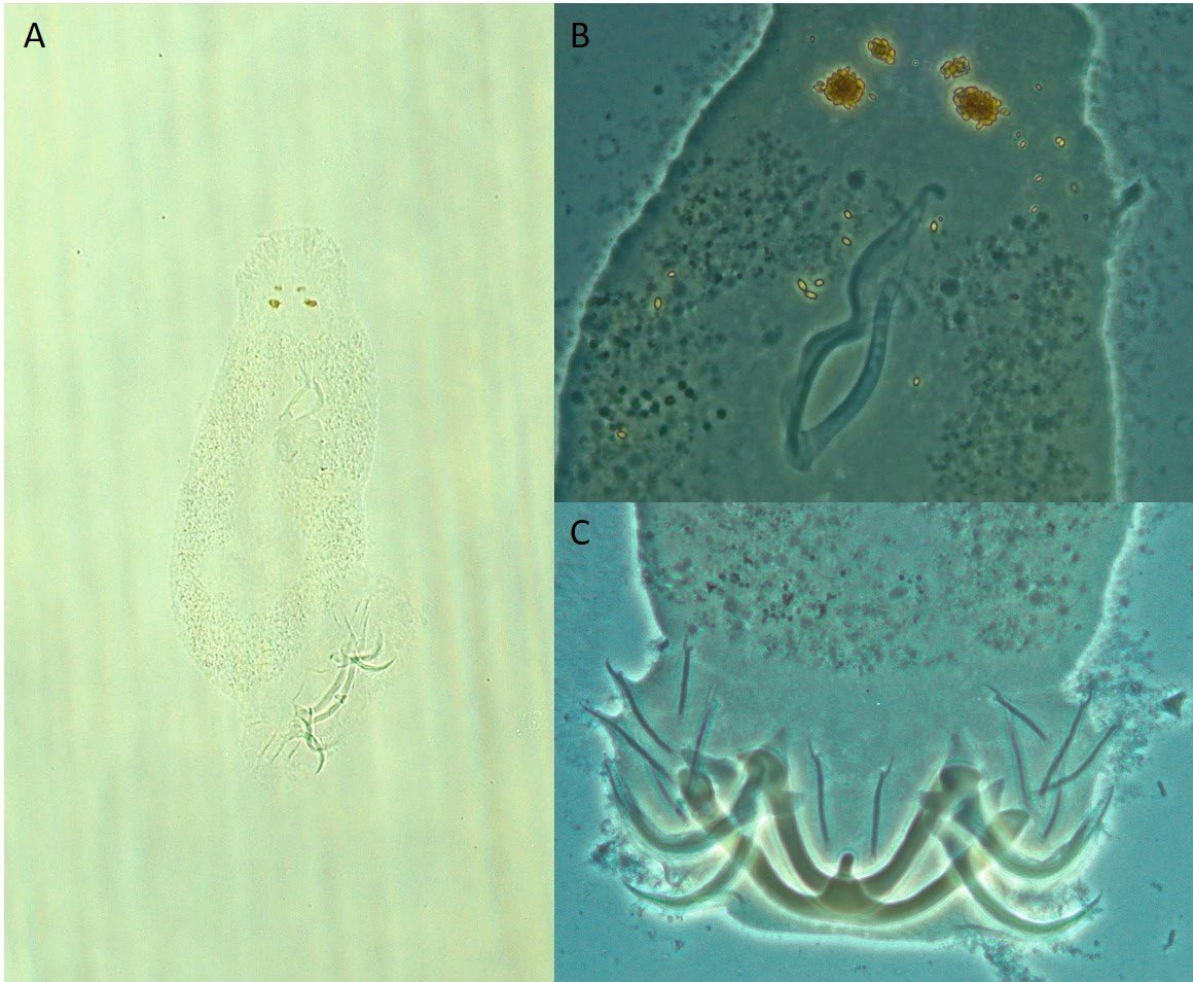


Figura 3. A. Vista ventral del cuerpo completo de *Mymarothecium boegeri*. B. Complejo copulador, C. Haptor.

Mymarothecium iiapensis (Figura 7)

Caracterizado por presentar las anclas de igual forma y tamaño, barra ventral con proyección antero medial alargada, barra ventral arqueada en forma de “U”, órgano copulador masculino tubular alargado, pieza accesoria en forma de llave americana.

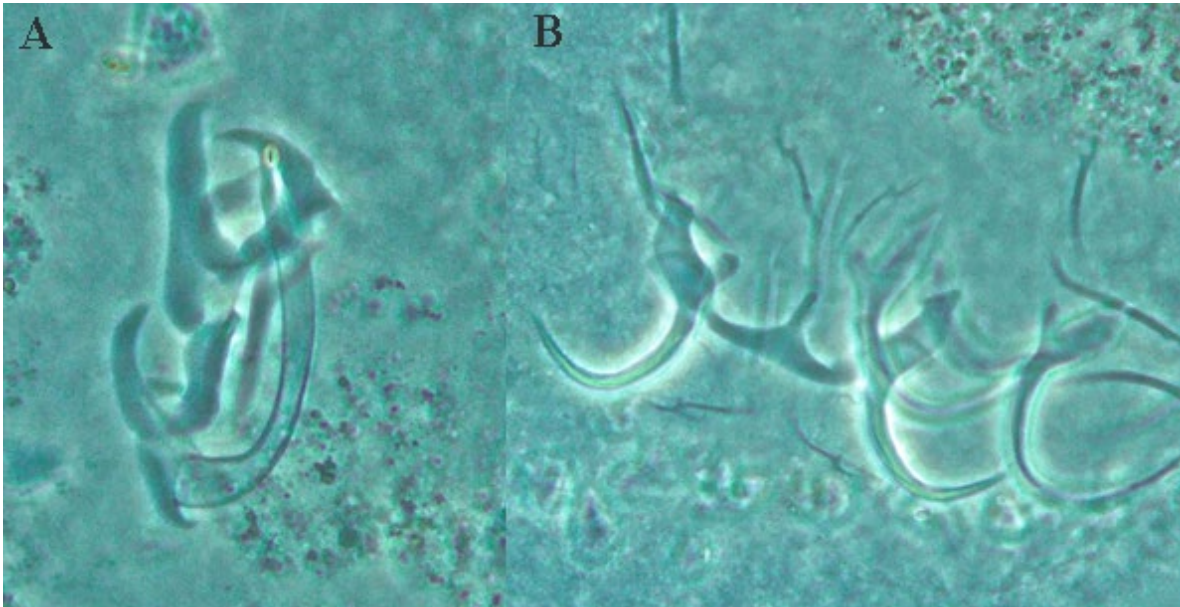


Figura 4. A. Vista ventral del cuerpo completo de *Mymarothecium iiapensis*. B. Complejo copulador, C. Haptor.

4.3. Cálculo de índices parasitarios

Los principales índices parasitarios calculados mostraron que las menores intensidades y abundancias medias (I_m , A_m) registradas se dieron en tratamientos con mayor concentración de sal y de extracto de ajos. 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 extracto de ajos para reducir los niveles de parasitismo causado por monogenoideos branquiales (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de los principales índices parasitarios de monogenoideos registrados en cada tratamiento utilizado. PA = peces analizados, PP = peces parasitados, P% = prevalencia, I = intensidad, Im = intensidad media, Am = abundancia media.

PRODUCTO	TRATAMIENTO	PA	PP	P%	I	Im	Am
	T. CONTROL	10	10	100	346 (25-43)	34.6	3.5
SAL	20 g/L	10	10	100	56 (4-8)	5.6	5.6
	30 g/L	10	8	80	20 (1-4)	2.5	2.0
	40 g/L	10	5	50	9 (1-3)	1.8	0.9
AJOS	20 ml/L	10	10	100	67 (5-8)	6.7	6.7
	25 ml/L	10	10	100	42 (3-6)	4.2	4.2
	30 ml/L	10	6	60	10 (1-3)	1.7	1.0

Los valores obtenidos en las prevalencias reportan intensidades parasitarias muy bajas en peces sometidos a sal y extracto de ajos. La menor intensidad de 9 parásitos registrados en 10 peces analizados muestra la eficacia de la sal, al igual que los extractos de ajos en su concentración más elevada.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la gamitana *C. macropomum* han sido reportadas cinco especies de monogenoideos: *Anacanthorus spathulatus*, *Linguadactyloides brinkmanni*, *Mymarothecium boegeri*, *Notozothecium euzeti*, *Notozothecium janauachaensis*¹⁸ y *Mymarothecium iiapensis*²⁰. En el presente estudio, las especies mencionadas con excepción de *N. euzeti* fueron identificadas. Adicionalmente, *M. iiapensis*, especie descrita en alevinos de estanques piscícolas del IIAP-Loreto, fue identificado por segunda vez en alevinos criados en cautiverio en estas instalaciones. A la fecha, peces del IIAP son los únicos hospederos de gamitana que han sido registrados siendo parasitados por este parásito, por lo que este estudio vuelve a reportarlo de peces criados en estanques del CIFAB-IIAP.

Estudios en diferentes lugares de América del Sur han reportado la presencia de parásitos monogenoideos infestando las branquias de la gamitana con índices parasitarios elevados; por ejemplo, en Venezuela¹⁴ reportó un 94% de prevalencia para *A. spatulathus* en branquias de *C. macropomum*. En Colombia,¹⁸ reportaron al monogenoideo *L. brinkmanni* con prevalencias superiores al 95% para *C. macropomum* criadas en cautiverio. En Brasil,¹⁹ reportaron prevalencias mayores a 90% para parásitos monogenoideos de las especies *A. spatulathus*, *A. penilabiatus*, *N. janauachensis* y *N. euzeti*. Con peces provenientes de Brasil, Colombia, Venezuela, Perú, se han reportado diferentes especies de monogenoideos pero con prevalencias entre 50 a 60%, para peces analizados provenientes de ambientes naturales²⁰. La carga parasitaria elevada presente en peces provenientes de piscicultura puede ser explicado por⁽¹⁾ quienes comentan que condiciones adversas por factores físico-químicos, así como por manejo y por la propia naturaleza de los estanques, en los cuales el agua es estática y los peces se encuentran confinados en un espacio más reducido que el de ambientes naturales, favorece a la transmisión de los monogenoideos y el incremento en sus números al enfrentar a peces sujetos a estrés, propio de un ambiente artificial. En el presente estudio, se puede corroborar lo enunciado por los autores citados, ya

que los índices parasitarios registrados inicialmente fueron elevados, con prevalencias de 100% en la muestra inicial analizada proveniente de un estanque piscícola del CIFAB-IIAP. Aparentemente las condiciones de cría en cautiverio influyen en la carga parasitaria, a diferencia de peces analizados de ambientes naturales, donde la carga parasitaria no es tan elevada.

En la piscicultura, la sal (cloruro de sodio) se utiliza como mediador del estrés cuando se manipulan los peces ³⁴ y para el tratamiento de enfermedades parasitarias. Es menos dañino para los peces en comparación con otros tratamientos antiparasitarios, como la formalina o verde malaquita. Además, su bajo costo y disponibilidad son características importantes para recomendar este producto contra una variedad de enfermedades en peces. Sin embargo, a pesar de su uso práctico, se han realizado pocos estudios para probar la concentración efectiva frente a monogenoideos. Algunos ejemplos son citados, ¹⁵ utilizaron la sal a razón de 50g/L en baños de 30 minutos, con resultados positivos eliminando no sólo a monogenoideos, sino también a otros ectoparásitos presentes en los peces. De igual manera, ^{16, 17} utilizaron sal para tratar a tilapias infestadas por monogenoideos de *Cichlidogyrus* spp. Los resultados fueron similares a ¹⁵, con baños de 10 minutos utilizando sal a razón de 35 a 50g/L. En el presente estudio, se empleó sal a una concentración máxima de 30g/L, por 30 minutos con resultados positivos eliminando casi la totalidad de parásitos y disminuyendo considerablemente la abundancia de monogenoideos. Es posible que también este tratamiento sea útil para eliminar otro ectoparásito como algún protozoario o crustáceo parásito de las branquias.

Pulido e Iregui (2009) ³⁵ mencionan que en todas las labores de manipulación para alevinos de “gamitana” *C. macropomum* se debe mantener las capas de moco y de escamas lo más íntegras posibles; esto se consigue con el buen cuidado y correcta manipulación de los peces. Como señalado por ¹ el cuidado de los peces en base a buen control de parámetros físicos y químicos, así como de correcta manipulación de los peces es fundamental para evitar el estrés y consecuente baja del sistema

inmune de los peces. Es necesario contar con peces de buena calidad para evitar la manifestación de enfermedades y daños en los peces, principalmente de monogenoideos branquiales, parásitos con ciclo de vida directo y rápidamente transmisibles cuando las condiciones son favorables para los mismos. La sal es utilizada en la manipulación de los peces, no solo sirve para eliminar parásitos, sino también puede ser utilizada para estimular la secreción de moco y disminuir la cantidad de algunos microorganismos se pueden hacer baños con sal en la misma agua de transferencia (10 a 30 g/L por algunos minutos); la cantidad de sal se puede ajustar de acuerdo al tiempo aproximado que van a estar los peces en la solución.

El tratamiento con sal a razón de 30 g/L durante 10 minutos no se mostró eficaz en la reducción de ectoparásitos presentes en la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*³⁶. En contraparte, los autores si encontraron buenos resultados para combatir a girodactilídeos, reduciendo la carga parasitaria en 1%. Para Pavanelli et al. (1998)³⁷ lo recomendado es utilizar esa concentración por un tiempo mayor, entre 30 minutos a 3 horas. Para Kubitzka (2000)³⁸, concentraciones de sal entre 30 – 50 g/L durante cinco a 10 minutos o de 25 – 30 g/L durante 30 a 60 minutos, o incluso 5 a 10 g/L por tiempo indefinido mostró resultados eficaces para el control de ectoparásitos. En el presente estudio, tratamientos entre 20-40 g de sal/L durante 3 minutos por 3 días consecutivos, fueron eficaces para la disminución de la carga de monogenoideos presentes en las branquias de la gamitana.

La exposición de organismos de agua dulce a condiciones salinas altera su osmorregulación, lo que resulta en pérdida de agua y deshidratación. Los ectoparásitos o las etapas parasitarias de vida libre se ven más gravemente afectados por dicha alteración en la osmorregulación en comparación con sus peces hospedadores³⁹. Los baños de sal que utilizan altas concentraciones durante un tiempo de exposición corto actúan agresivamente contra los parásitos y son más efectivos que los baños de larga duración⁴⁰. En el presente estudio, el tratamiento

con la mayor concentración de sal mostró los mejores resultados, eliminando en más del 90% a la carga parasitaria inicial.

La sal es una opción de tratamiento segura en la acuicultura en comparación con otros tratamientos antiparasitarios como la formalina o el verde malaquita ⁴¹. En el presente estudio, no se produjeron mortalidades durante la aplicación de los tratamientos, pero consideramos necesario probar otras concentraciones de sal y diferentes tiempos de exposición, con el fin de encontrar el tratamiento más eficaz y seguro para combatir infestaciones por monogenoideos afectando las branquias de “gamitana” *C. macropomum*.

Investigaciones enfocadas en sanidad acuícola se dirigen ahora hacia la vasta fuente inexplorada de antimicrobianos e inmunoestimulantes para el manejo de enfermedades, muchos de los cuales no tienen los efectos secundarios negativos asociados con la quimioterapia sintética ⁴². El valor del extracto de ajos, *Allium sativum*, para el control de enfermedades bacterianas y la inmunoestimulación se ha demostrado previamente en varios peces cultivados ⁴³. La actividad antimicrobiana e inmunoestimulante observada en el extracto de ajos en los teleósteos se explica en gran medida por la alicina fitoquímica transitoria (dialil tiosulfonato) y sus derivados ⁴⁴.

La premisa del modo de acción del ajo para prevenir y combatir patógenos en los peces no está bien entendida. Sin embargo, se ha demostrado que tanto el ajo crudo como los suplementos dietéticos de extracto puro de alicina mejoran el sistema inmunológico de los teleósteos al conferir actividad antimicrobiana directa al suero, aumentando el número de leucocitos y aumentando las actividades fagocíticas, lisozimas y anti-proteasas ⁴³.

La evidencia más cercana al presente estudio en el uso y eficacia de los ajos contro monogenoideos branquiales son evidenciados en el trabajo realizado por Martins et

al. (2002) ⁴⁵. Estos autores demostraron la eficacia del extracto de ajos contra *Anacanthorus penilabiatus* que infestaban las branquias del “paco” (*Piaractus mesopotamicus*). Resultados de eficacia del uso del extracto de ajos para combatir parasitosis por monogenoideos ha sido reportada también por ²², quienes utilizaron diferentes concentraciones de ajos para eliminar la carga de monogenoideos en diferentes peces tropicales, registrando resultados positivos que indican que el extracto de ajos es útil para eliminar a este grupo de parásitos y garantizar el bienestar de los peces criados en ambientes controlados. En el presente estudio, los extractos de ajo en todas sus concentraciones se mostraron eficaces contra monogenoideos de las branquias de la “gamitana” *Colossoma macropomum* provenientes de acuicultura.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

La gamitana *Colossoma macropomum* es la especie de mayor importancia para el sector piscícola en la región de Loreto. Este pez tiene alta aceptación en el mercado, siendo consumido por el poblador amazónico durante los 12 meses de año. Actualmente existen numerosos productores de esta especie, establecidos en piscigranjas a lo largo del eje carretero Iquitos-Nauta y en zonas aledañas a la ciudad de Iquitos. Gran parte de estos piscicultores tienen dificultades para combatir parasitosis causadas por monogenoideos branquiales, desde que, el uso de productos químicos eficaces como: verde de malaquita, azul de metileno o formalina son de difícil acceso, son fiscalizados y prohibidos por SANIPES, son productos no armónicos con el ambiente y son productos no recomendables para su uso en animales destinados como carne de consumo. Es por ello, que es necesario identificar productos eficaces, de bajo costo, accesibles y armónicos con el ambiente, así como con la salud del consumidor. En tal sentido, el presente estudio tiene como propuesta de investigación el uso de la sal en concentraciones de 20-40 g/L en baños de máximo 30 minutos por espacio de tres días, tiempo en el cual, la carga parasitaria de monogenoideos branquiales disminuye considerablemente. De igual forma, se propone utilizar extracto de ajos de una manera simple y fácilmente replicable. Licuar 100g de ajos en 1 L de agua y de esta “solución madre” utilizar concentraciones de 20-30 ml/ L por 30 minutos durante tres días. Se tiene que tener en cuenta la calidad de agua de los estanques ya que de eso depende el bienestar del pez y la carga parasitaria que estos puedan tener, por tal motivo se tiene que prestar un especial interés a que el agua tenga los parámetros físico – químicos adecuados para evitar el estrés de los alevinos y por ende su aumento en la carga parasitaria. La propuesta de investigación es de utilidad para mejorar la producción piscícola de la gamitana, evitando altas infestaciones causadas por monogenoideos branquiales.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que el uso de sal y extracto de ajos es eficaz para reducir en casi el 100% los niveles de infestación causados por monogenoideos branquiales.

Dentro de los tres tratamientos empleados con sal, la mayor dosis (40 g/L) por 30 minutos por tres días fue la más eficaz. De igual forma, la mayor dosis de extracto de ajos (30 ml/L) utilizada.

Comparando el uso de la sal y el extracto de ajos en las concentraciones empleadas, el tratamiento con mejores resultados fue con sal a razón de 40 g/L, sin embargo, estadísticamente, no existieron diferencias significativas entre la mayor dosis de sal y la mayor dosis de extracto de ajos, siendo ambos tratamientos recomendados para eliminar monogenoideos en “gamitana” *C. macropomum*.

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

1. En cuanto a los resultados obtenidos se recomienda a las empresas, sean acuarios, piscicultores, entre otros, que utilice la sal y el extracto de ajos para combatir parasitosis causadas por monogenoideos. De igual forma al no haber mortalidades causadas por el uso de estos productos, se recomiendan también como productos profilácticos.
2. Se recomienda utilizar la sal a 30g/L y el extracto de ajos a 25ml/L para eliminar la mayor cantidad de parásitos monogenoideos parasitando a la gamitana.
3. Se recomiendan realizar estudios similares probando otras concentraciones de sal y extracto de ajos con tiempos de exposición diferentes, sean de mayor concentración a menor tiempo, para viabilizar tal vez baños de corta duración de entre 1-5 minutos con la misma o mayor eficacia que los utilizados en el presente estudio.
4. Evaluar en investigaciones posteriores si la sal y el extracto de ajos es eficaz para eliminar a otro tipo de ectoparásitos que puedan poner en riesgo la salud y calidad de los peces, como por ejemplo, los protozoarios o crustáceos parásitos en peces amazónicos.

CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Pavanelli GC, Eiras JC, Takemoto RM.** Doenças de peixes, profilaxia, diagnóstico e tratamento 3ª edição. Maringá, Brasil. 2008. 311pág.
2. **Morey GA.** Parasitología en peces de la Amazonía. Fundamentos y Técnicas parasitológicas, Profilaxis, Diagnóstico y Tratamiento. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 1ª edición. Iquitos, Perú. 2019. 100 pág.
3. **Goulding ML.** Life story and management of the tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae). Revista Brasileira de Zoologia. 1982; 1 (107-133).
4. **Varella AM.** Monitoramento de parasitofauna de *Colossoma macropomum* cultivados em tanques rede em um lago de várzea da Amazonia, Brasil. Simposio Brasileira de Aquicultura. 2003; 2(95-106).
5. **Malta JCO.** Infestações maciças por acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956, (Eoacanthocephala : Neoechinorhynchidae) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia central. Acta Amazónica. 2001; 31(133-143).
6. **Wurts WA.** Using salt to reduce handling stress in channel catfish. World Aquacult. 1995; 56 (80-81) pág.
7. **Anthony, JP, Fyfe L, Smith H.** Plant active components – a resource for antiparasitic agents? Trends Parasitol. 2005; 21 (462–468).
8. **Williams C, Lloyd, D.** Composition and antimicrobial properties of sulphur-containing constituents of garlic (*Allium sativum*). In: Val-gimigli, L. (Ed.), Essential Oils as Natural Food Additives: Composition Quality and Antimicrobial Activity. Nova Publishers, New York, 2012; pp.287–304.
9. **Martins, ML, Moraes, FR, Miyazaki DM, Brum CD, Onaka EM, Fenerick Jr.J, Bozzo FR.** Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatum* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and its haematological effects. Parasite. 2002; 9, (175–180).

10. **Wooster, GA, Martinez, CM, Bowser, PR.** Human health risks associated with formalin treatments used in aquaculture: initial study. *North Am. J. Aquacult.* 2005; 67, (111–113).
11. **Srivastava S, Sinha R, Roy D.** Toxicological effects of malachite green. *Aquat. Toxicol.* 2004; 66, (319–329).
12. **Cabello FC.** Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environ. Microbiol.* 2006; 8, (1137–1144).
13. **Ashley PJ.** Fish welfare: current issues in aquaculture. *Appl. Anim. Behav.* 2007; 104, (199–235).
14. **Kubitza F. Tilápia.** Tecnologia e planejamento na produção comercial, Jundiaí, 2000; 316 pp.
15. **Morais AM.** A fauna de parasitos em juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818) (Characidae: Serrasalminae) criados em tanques-redes em lago de várzea da Amazônia Central. *Biología Geral e Experimental.* 2009; 9(14-23).
16. **Belmont-Jégu ED.** *Notozothecium janauachensis* n.sp. (Monogeneoidea: Dactylogyridae) from wild and cultured tambaqui, *Colossoma macropomum* (Teleostei: Characidae: Serrasalminae) in Brazil. *Zootaxa.* 2004; 736(1-8).
17. **Centeno LS.** Fauna ectoparasitaria asociada a *Colossoma macropomum* y al híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus brachypomus*, cultivados en el estado de Amacuro, Venezuela. *Bioagro.* 2004; 16(121-126).
18. **Cohen S.** South American Monogenea-list of species, hosts and geographical distribution from 1997 to 2008. *Zootaxa.* 2008; 1924(1-42).
19. **Vargas L, Povh JÁ, Ribeiro RP, Moreira HLM, Loures BTRR, Maroneze MS.** Efeito do tratamento com cloreto de sódio e formalina na ocorrência de ectoparasitas em alevinos de Tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR.* 2003; 6, (39-48).

- 20. Morey GM.** Metazoários parasitas das narinas do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) coletadas em lagos de várzea da Amazônia central, Brasi. *Folia Amazónica*. 2016; 25(71-76).
- 21. Cone DK.** Monogenea (Phylum Platyhelminthes). In: Woo, P.T.K. (Ed.). *Fish diseases and disorders. Protozoan and metazoan infections. v.1.* CAB International, Wallingford, 1995; (289-327).
- 22. Militz TA, Southgate PC, Carton AG, Hutson KS.** Dietary supplementation of garlic (*Allium sativum*) to prevent monogenean infection in aquaculture. *Aquaculture*, 2013; 409, (95–99).
- 23. Argot A.** Parasitismo por tremátodos monogénicos branquiales en cachama, *Colossoma macropomum*, bajo condiciones de cultivo: El caso de la sub-Estación Experimental Papelón, Estado Portuguesa. Tesis doctoral. Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela; 1994.
- 24. Thatcher V.** Amazon fish parasites. Segunda ed. Sofia, Moscú: Pensoft Publishers; 2006; 385 pág.
- 25. Marcogliese D.** The role of zooplankton in the transmission of helminth parasites to fish. *Reviews in fish Biology and fisheries*. 1995; 5(336-371).
- 26. Gomes LC, Chagas EC, Martins H, Roubach R, Ono EA, Lourenço JNP.** Cage cultured of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. *Aquaculture*, 2006; 253, (374-384).
- 27. Boeger WA, Vianna RT.** Monogenoidea. In V, Thatcher (Ed.), *Aquatic Biodiversity in Latin America – Amazon Fish Parasites (2nd edn)*. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers. 2006. 42–116 pág.
- 28. Gilbert P, Heiser G.** Salt and health: The CASH and BPA perspective. *Nutrition Bulletin*, 30(1), 62-69. 2005. 62-69 pág.
- 29. Estrada CMC.** Determinación de Cloruro de Sodio en las Raciones Alimenticias del Programa de Alimentación Escolar de la JUNAEB. Valdivia –Chile. 2007.
- 30. Shephard, KL.** Functions for fish mucus. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 1994; 4, (401–429).

31. **FAO.** Contributing to Food Security and Nutrition for All, (The State of World Fisheries and Aquaculture). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2016.
32. **Bush A, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW.** Parasitology meets ecology on its own terms. *R. Journal of Parasitology.* Canada. 1997; 83, (575-583).
33. **Onake EM, Martins ML, Moraes FR.** Eficácia do albendazol e praziquantel no controle de *Anacanthorus penilabiatu*s (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae). I. Banhos terapêuticos. *Boletim do Instituto de Pesca.* 2003; 29, (101-7).
34. **Lim C, Webster CD.** Nutrition and Fish health. New York, USA. Food Products Press, 2001; 678 pág.
35. **Pulido EA, Iregui C.** Manual básico de sanidade de Pacús y Tambaquís. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. 2009. 51 pág.
36. **Vargas L, Povh J, Ribeiro R, Moreira H, Rocha L, Maroneze M.** Efeito do tratamento com cloreto de sódio e formalina na ocorrência de ectoparasitas em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente. *Arq. Cien. Vet. Zool. UNIPAR,* 2003; 39-48.
37. **Pavanelli G.** Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento. Maringá: EDUEM. CNPq e NUPÉLIA, 1998; 264 pág.
38. **Kubitza F.** Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. 1ra ed. Jundiaí: F, Kubitza, 2000; 365 pág.
39. **Shephard, KL.** Functions for fish mucus. *Reviews in Fish Biology and Fisheries,* 1994; 4: 401–429.
40. **Bakke, TA, Cable, J, Harris, PD.** The biology of gyrodactylid monogeneans: the 'Russian-doll killers'. *Advances in Parasitology,* 2007; 64: 161–376.
41. **Buchmann, K.** Salinity tolerance of *Gyrodactylus derjavini* from rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists,* 1997; 17: 123–125

- 42. Palavesam A, Sheeja L, Immanuel G.** Antimicrobial properties of medicinal herbal extracts against pathogenic bacteria isolated from the infected grouper *Epinephelus tauvina*. *J. Biol. Res.* 2006; 6: 167–176.
- 43. Talpur AD, Ikhwanuddin M.** Dietary effects of garlic (*Allium sativum*) on haematoimmunological parameters, survival, growth, and disease resistance against *Vibrio harveyi* infection in Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture*, 2012; 364: 6–12.
- 44. Nya EJ, Dawood Z, Austin B.** The garlic component, allicin, prevents disease caused by *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish Dis.* 2010; 33: 293–300.
- 45. Martins ML, Moraes, F.R., Miyazaki, DM, Brum CD, Onaka, EM., Fenerick Jr., J., Bozzo, F.R.,** 2002. Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Plaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and its haematological effects. *Parasite*, 2002; 9: 175–180.

ANEXOS

Anexo 3. Unidades experimentales con alevinos de *Colossoma macropomum*



Anexo 4. Ejemplar de *Colossoma macropomum* en placa Petri para análisis parasitológico



Anexo 5. Branquias de *Colossoma macropomum* en placa Petri para análisis parasitológico luego de aplicados productos



Anexo 6. Toma de datos biométricos (Longitud y peso) de *Colossoma macropomum*



Anexo 7. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Variables	Indicadores/índices	Población/muestra	Metodología
¿La utilización de la sal común y extracto de ajos en diferentes concentraciones es efectiva para eliminar a especies de monogenoideos branquiales que parasitan a alevinos de gamitana <i>C. macropomum</i> criados en cautiverio?	<p><u>General</u></p> <p>Evaluar la eficacia de la sal común y extracto de ajos <i>Allium sativum</i> para la eliminación de monogenoideos branquiales en alevinos de gamitana <i>C. macropomum</i></p>	<p><u>Independientes</u></p> <p>Tratamientos con Sal común (NaCl) y extracto de ajos para el control de monogenoideos</p> <p><u>Dependientes</u></p> <p>Diversidad Abundancia parasitaria</p> <p>Especies de monogenoideos</p>	<p><u>Indicadores parasitarios</u></p> <p>Prevalencia (%P), Intensidad (I), Intensidad media (Im) y Abundancia media (Am).</p>	<p><u>Población</u></p> <p>86 alevinos de <i>C. macropomum</i></p> <p><u>Muestra</u></p> <p>57% del total de la población</p>	<p>Diseño de tipo experimental</p> <p>Análisis parasitológico</p> <p>Fijación de muestras</p> <p>Índices parasitarios</p> <p>Identificación de monogenoideos</p> <p>Diseño experimental</p>

Anexo 8. Tabla de operacionalización de variables

Variable	Definición	Tipo	Indicador	Escala de medición	Categoría	Valores de la categoría	Medios de verificación
Sal común	Es un tipo de sal denominada Cloruro de sodio utilizada para combatir parasitosis en peces.	Independiente Cuantitativa	Dosis (g/L)	Razón	Alta Media Baja	Alta: 40 ml/L Media: 30 ml/L Baja: 20 ml/L.	Tratamientos establecidos y tratamiento control.
Extracto de ajos	Sustancia extraída mediante el licuado de "ajos" con agua como solvente.	Independiente Cuantitativa	Dosis (mL/L)	Razón	Alta Media Baja	Alta: 30 ml/L Media: 25 ml/L Baja: 20 ml/L.	Tratamientos establecidos y tratamiento control.
Eficacia antiparasitario para control de monogenoideos	Sustancia para provocar variaciones o muerte de los parásitos.	Dependiente Cuantitativa	Mortandad de los parásitos. Eficacia de los tratamientos: $Ef = (M_{cont} - M_{trat} / M_{cont}) \times 100$	Razón	Alta Media Baja	Alta: > 66% Media: > 33% pero < 66% Baja: < 33%	Ficha de base de datos. Cálculo de la eficacia de los tratamientos.

Variable	Definición	Tipo	Indicador	Escala de medición	Categoría	Valores de la categoría	Medios de verificación
Especies de monogeneos	Parásitos que se encuentran en las branquias	Dependiente Cuantitativa	Prevalencia (%) = (Peces parasitados/peces totales) * 100 Intensidad media de infestación Im = Nro total de parásitos de una determinada especie/Peces parasitados.	Razón	Alta Media Baja Alta Moderada Baja	Alta: > 66% Media: > 33% pero < 66% Baja: < 33% Im > 100 Im > 50 pero < 100 Im < 50	Ficha de base de datos. Cálculo de los índices parasitarios (Prevalencia, Intensidad media de infestación, Abundancia media de infestación).
			Abundancia media de infestación Am = Nro total de parásitos de una determinada especie/Peces totales		Alta Moderada Baja	Am > 100 Am > 50 pero < 100 Am < 50	