



UNAP



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

TESIS

**EFFECTO DE *Zingiber officinale* “KIÓN” EN EL CONTROL DE
PARASITOSIS CAUSADAS POR MONOGENOIDEOS (Monogenoidea)
EN ALEVINOS DE *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)
“GAMITANA” y *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) “PACO”**

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

PRESENTADO POR:

CARMEN PATRICIA PASQUEL PINEDO

ASESORES:

Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, Dra.

Blgo. GERMAN AUGUSTO MURRIETA MOREY, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ACUICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 007-CGT-UNAP-2023

En la ciudad de Iquitos, Departamento de Loreto, mediante sala presencial, a los 15 días del mes de diciembre del 2023, a las 10:00 horas se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"EFECTO DE *Zingiber officinale* "kión" EN EL CONTROL DE PARASITOSIS CAUSADAS POR MONOGENOIDEOS (Monogenoidea) EN ALEVINOS DE *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) "gamitana" y *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) "paco"**, presentado por la Bachiller **CARMEN PATRICIA PASQUEL PINEDO**, autorizada mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N°460-2023-FCB-UNAP**, para optar el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA**, que otorga la UNAP de acuerdo a Ley 30220, su Estatuto y el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante **RESOLUCIÓN DECANAL N° 355-2023-FCB-UNAP**, de fecha 02 de octubre de 2023, integrado por los siguientes Profesionales:

- | | |
|---------------------------------------|--------------|
| - Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr. | - Presidente |
| - Blgo. JAVIER DEL AGUILA CHÁVEZ, Dr. | - Miembro |
| - Blgo. LUIS GARCÍA RUIZ, M.Sc. | - Miembro |



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

ninguna

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

La sustentación pública y la Tesis han sido aprobada con la calificación de muy buena estando la Bachiller apto para obtener el Título Profesional de **BIÓLOGA ACUICULTORA**.

Siendo las 11:15 horas se dio por terminado el acto de sustentación.



Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, Dr.
Presidente

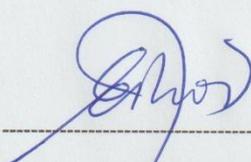
Blgo. JAVIER DEL AGUILA CHÁVEZ, Dr.
Miembro

Blgo. LUIS GARCÍA RUIZ, M. Sc.
Miembro

Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, Dra.
Asesora

Blgo. GERMAN AUGUSTO MURRIETA MOREY, Dr.
Asesor

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



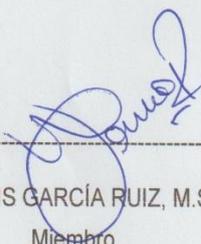
Blgo. ENRIQUE RÍOS ISERN, DR.

Presidente



Blgo. JAVIER DEL AGUILA CHÁVEZ, DR.

Miembro



Blgo. LUIS GARCÍA RUIZ, M.SC.

Miembro

ASESORES



Blga. ROSSANA CUBAS GUERRA, DRA.



Blgo. GERMAN AUGUSTO MURRIETA MOREY, DR.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud	
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
FCB_TESIS_PASQUEL PINEDO.pdf	CARMEN PATRICIA PASQUEL PINEDO
RECuento DE PALABRAS	RECuento DE CARACTERES
9318 Words	48702 Characters
RECuento DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
44 Pages	616.7KB
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Jan 29, 2024 9:45 AM GMT-5	Jan 29, 2024 9:46 AM GMT-5
<p>● 12% de similitud general</p> <p>El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos</p> <ul style="list-style-type: none">• 11% Base de datos de Internet• Base de datos de Crossref• 7% Base de datos de trabajos entregados• 1% Base de datos de publicaciones• Base de datos de contenido publicado de Crossref <p>● Excluir del Reporte de Similitud</p> <ul style="list-style-type: none">• Material bibliográfico• Coincidencia baja (menos de 10 palabras)	
Resumen	

DEDICATORIA

Con mucha amor y entusiasmo dedico esta tesis, principalmente a Dios por bendecirme con salud y bienestar todos los días, por guiarme a lo largo de todo este tiempo. Gracias a mi mamá Celia, por ser mi principal motor de mis sueños y anhelos, por los consejos, valores, principios que me inculcó y por siempre darme el apoyo moral y económico a lo largo de mis estudios, además, por la motivación que me brinda día a día para cumplir mis metas. Finalmente agradecer a mis docentes y amistades por el apoyo y haber compartido sus conocimientos a lo largo de esta investigación.

CARMEN PATRICIA

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por permitirnos ser parte de ella y formarnos como profesionales dentro de la Facultad de Ciencias Biológicas - Escuela Profesional de Acuicultura que a través de sus docentes contribuyeron y nos brindaron sus buenas enseñanzas.

Al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), asimismo al Blgo. Germán Augusto Murrieta Morey, Dr. responsable del laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola por permitirme realizar esta investigación, además por el asesoramiento, tiempo y compartir sus conocimientos que me brindó durante la elaboración y ejecución durante todo el tiempo de mi tesis.

A la Blga. Rossana Cubas Guerra, Dra. por brindarme su tiempo y disposición, asimismo, por sus consejos y asesoramiento durante la ejecución y redacción de esta tesis.

Al Ing. Gabriel Vargas Arana, Dr. por ayudarme en el proceso de sacar las concentraciones de cada dosis utilizada y por sus conocimientos brindados.

Al Blgo. Enrique Ríos Isern, Dr. por darme apoyo y brindarme sus conocimientos en ciertas dudas que me surgieron durante el tiempo de esta investigación.

Asimismo, a mis amistades más cercanas por siempre brindarme su apoyo incondicional y comprensión durante este proceso.

ÍNDICE

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR	iii
ASESORES	iv
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición en términos básicos	13
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	14
2.1. Formulación de la hipótesis	14
2.2. Variables y su operacionalización	14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño	16
3.2. Diseño muestral	16
3.3 Procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de datos	17

3.4. Técnicas de recolección de datos	22
3.5. Procesamiento y análisis de datos	24
3.6. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	26
4.1. Tiempo de acción de <i>Zingiber officinale</i> “kión” en tratamientos in vitro.	26
4.2. Tolerancia a las concentraciones de “kión” en los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> y <i>Piaractus brachypomus</i> .	28
4.3. Dosis efectiva de <i>Zingiber officinale</i> “kión” para <i>Colossoma macropomum</i> en tratamientos <i>in vivo</i> .	30
4.4. Índices parasitarios	31
4.5. Análisis estadístico: Análisis de Varianza. Prueba de Tukey	33
4.6. Parámetros físicos y químicos del agua para <i>Colossoma macropomum</i> y <i>Piaractus brachypomum</i>	35
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	40
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	43
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	44
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	45
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tiempo de acción en minutos del extracto de “kión” en tratamientos <i>in vitro</i> para <i>Colossoma macropomum</i> "gamitana".	26
Tabla 2.	Tiempo de acción en minutos del extracto de “kión” en tratamientos <i>in vitro</i> para <i>Piaractus brachypomus</i> "paco".	27
Tabla 3.	Datos registrados para realizar la DL50 para <i>Colossoma macropomum</i> .	28
Tabla 4.	Datos registrados para realizar la DL50 para <i>Piaractus brachypomus</i> .	29
Tabla 5.	Índices parasitológicos de monogenoideos parásitos de alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> después de exposición del extracto acuoso de <i>Zingiber officinale</i> .	31
Tabla 6.	Índices parasitológicos de monogenoideos parásitos de alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> después de exposición del extracto acuoso de <i>Zingiber officinale</i> .	32
Tabla 7.	Comparación del cálculo de ANOVA-Test Tukey de los tratamientos en <i>Colossoma macropomum</i> .	33
Tabla 8.	Comparación del cálculo de ANOVA-Test Tukey de los tratamientos en <i>Piaractus brachypomus</i> .	34
Tabla 9.	Mortalidad de los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> , expuesto al extracto acuoso de <i>Zingiber officinale</i> .	62
Tabla 10.	Mortalidad de los alevinos de <i>Piaractus brachypomus</i> , expuesto al extracto acuoso de <i>Zingiber officinale</i> .	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Diseño experimental in vivo para “gamitana”.....	21
Gráfico 2. Diseño experimental in vivo para “paco”	21
Gráfico 3. Diseño experimental in vitro para “gamitana”	21
Gráfico 4. Diseño experimental in vitro para “paco”	22
Gráfico 5. Relación dosis-letalidad del extracto acuoso de Zingiber officinale en alevinos de Colossoma macropomum.	28
Gráfico 6. Relación dosis-letalidad del extracto acuoso de Zingiber officinale en alevinos de Piaractus brachypomus.....	29
Gráfico 7. Tendencia de la eficacia del extracto acuoso Zingiber officinale en los tratamientos de Colossoma macropomum.	30
Gráfico 8. Tendencia de la eficacia del extracto acuoso Zingiber officinale en los tratamientos de Piaractus brachypomus.	30
Gráfico 9. Abundancia del número de monogenoideos presentes en los alevinos de Colossoma macropomum.	32
Gráfico 10. Abundancia del número de monogenoideos presentes en los alevinos de Piaractus brachypomus.....	33
Gráfico 11. Registro de la abundancia media de los monogenoideos referente a su carga parasitaria en Colossoma macropomum.....	34
Gráfico 12. Registro de la abundancia media de los monogenoideos referente a su carga parasitaria en Piaractus brachypomus.	35
Gráfico 13. Registro de las medidas de temperatura (°C) en los tratamientos en Colossoma macropomum y Piaractus brachypomus.	36
Gráfico 14. Registro de las medidas de pH (UI) en los tratamientos para Colossoma macropomum y Piaractus brachypomus.	36
Gráfico 15. Registro de las medidas de oxígeno disuelto (mg/L) en los tratamientos en Colossoma macropomum y Piaractus brachypomus	37

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Monogenoideos y sus huevos, adheridos en las branquias de alevinos de <i>Colossoma macropomum</i> y de <i>Piaractus brachypomus</i>	38
Fotografía 2. Monogenoideo <i>Notozothecium janauachensis</i> registrado parasitando a <i>Colossoma macropomum</i> , complejo copulador (A), áncora dorsal (B), barra ventral y áncora ventral (C), vista total del cuerpo (D).	38
Fotografía 3. Monogenoideo <i>Anacanthorus spathulatus</i> registrado parasitando a <i>Colossoma macropomum</i> y <i>Piaractus brachypomus</i> . Vista ventral del cuerpo (A), complejo copulador (B) y vista ventral del complejo copulador (C) haptor con presencia de ganchos (D).	39
Fotografía 4. Monogenoideo <i>Anacanthorus penilabiatus</i> registrado en <i>Piaractus brachypomus</i> . Vista ventral del complejo copulador (A), haptor con ganchos(B).	39

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ficha de recolección de datos de los registros de eficacia.	56
Anexo 2. Ficha de registro de calidad de agua para los ensayos con el extracto de Zingiber officinale	57
Anexo 3. Instalaciones del laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola-IIAP	58
Anexo 4. Acondicionamiento de “paco” y “gamitana” para la infestación experimental.	58
Anexo 5. Fase de preparación del extracto.....	59
Anexo 6. Acondicionamiento de los peces para los ensayos.....	60
Anexo 7. Ensayos de DL50 en Colossoma macropomum.	60
Anexo 8. Ensayos de DL50 en Piaractus brachypomus	60
Anexo 9. Metodología de los ensayos antiparasitarios del extracto.....	61
Anexo 10. Mortalidades de los alevinos expuestos al extracto acuoso.....	62
Anexo 11. Obtención de “kión” puro (seco).....	62

RESUMEN

La presente investigación se realizó entre junio y diciembre de 2022, el objetivo fue evaluar el efecto del extracto acuoso de *Zingiber officinale* en el control de parasitosis en alevinos de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*. Se colectaron y acondicionaron 268 alevinos en el laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola en las instalaciones del centro de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP. Para su efecto antiparasitario se probó la eficacia de las concentraciones de 0, 25, 50 y 75 mg/ml de extracto acuoso en pruebas *in vitro* y la tolerancia en pruebas *in vivo* con baños de 30 minutos. Los resultados del estudio mostraron que el mayor porcentaje de eficacia fue en el tratamiento 3 (75 mg/ml) en *Colossoma macropomum* con 89.55% de efectividad y *Piaractus brachypomus* con 90.72% de efectividad. En relación a la carga parasitaria se redujo a un 90% para *Colossoma macropomum* y 80% para *Piaractus brachypomus* después de la exposición al extracto acuoso de *Zingiber officinale*, asimismo, las pruebas de tolerancia en *Colossoma macropomum* la CL50 fue de 78.57 mg/ml y en *Piaractus brachypomus* fue 79.17 mg/ml. Por otro lado, se determinó que el extracto acuoso no altera los parámetros físicos y químicos del agua y se mantienen en sus rangos aceptables para las especies en estudio. Se concluye que el fitoterapéutico usado para controlar la parasitosis en *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* demuestra tener efecto antiparasitario lo que se le atribuye al tiempo de exposición y la concentración del producto.

Palabras claves: monogenoideos, fitoterapéutico, pruebas *in vivo* e *in vitro*, eficacia, dosis letal media.

ABSTRACT

The present research was carried out between June and December 2022, and its objective was to evaluate the effect of aqueous extract of *Zingiber officinale* in the control of parasitosis in *Colossoma macropomum* and *Piaractus brachypomus* fry. A total of 268 fry were collected and conditioned in the laboratory of Parasitology and Aquaculture Health at the Peruvian Amazon Research Center - IIAP. For its antiparasitic effect, the efficacy of concentrations of 0, 25, 50 and 75 mg/ml of aqueous extract was tested in in vitro tests and tolerance in in vivo tests with 30-minute baths. The results of the study showed that the highest percentage of efficacy was in treatment 3 (75 mg/ml) in *Colossoma macropomum* with 89.55% effectiveness and *Piaractus brachypomus* with 90.72% effectiveness. In relation to the parasite load was reduced to 90% for *Colossoma macropomum* and 80% for *Piaractus brachypomus* after exposure to the aqueous extract of *Zingiber officinale*, also, the tolerance tests in *Colossoma macropomum* the LC50 was 78.57 mg/ml and in *Piaractus brachypomus* it was 79.17 mg/ml. On the other hand, it was determined that the aqueous extract does not alter the physical and chemical parameters of the water and they are maintained in acceptable ranges for the species under study. It is concluded that the phytotherapeutic used to control parasitosis in *Colossoma macropomum* and *Piaractus brachypomus* shows an antiparasitic effect, which is attributed to the exposure time and concentration of the product.

Keywords: monogenoids, phytotherapeutic, *in vivo* and *in vitro* tests, efficacy, median lethal dose.

INTRODUCCIÓN

La región amazónica posee grandes beneficios para el progreso de la acuicultura, especialmente por sus múltiples zonas de agua dulce y especies ribereñas que tienen potencial para el consumo humano o como ornamental (1).

En el año 2020 la producción acuícola en la región Loreto se incrementó el 150.5 % con respecto al 2019 (2). La acuicultura presenta ser una actividad rentable, es una de las actividades que genera muchos ingresos, actualmente realizan policultivos de gamitana o paco con boquichico y otras especies (3), el productor acuícola enfrenta una serie de problemas sanitarios causadas por parásitos para dichas especies, dentro de estos parásitos que se presentan uno de los más problemáticos son los monogenoideos, es el grupo de metazoarios que causan más daños en peces criados en cautiverio, por ser parásitos situados en las branquias, siendo esta parte un órgano vital (4).

Estos parásitos presentan un ciclo de vida directo, y rápidamente aumentan sus números, lo cual puede producir una infestación severa y provocando hasta la muerte de los peces: suele ser perjudiciales en los cultivos, capaz de causar alta mortandad y pérdidas monetarias en la producción de los piscicultores (5) (11).

Los monogenoideos son un extenso grupo de parásitos de peces con alrededor de 720 géneros registrados. Estos parásitos se caracterizan por presentar una estructura de fijación, localizada en la parte posterior de su cuerpo, conocida como "haptor". El daño que los monogenoideos pueden causar a los peces depende del parásito encontrado, el área de infección y el

número de parásitos presente. Ocasionalmente cuadros de infección preocupantes como, hiperplasia celular, mayor mucosidad, unión de los filamentos branquiales, entre otros daños perjudiciales ⁽⁵⁾ por dicha razón se manifiestan pérdidas económicas en los productores ⁽⁴⁾, ante este problema de parasitismo existen ciertos productos químicos para tratar monogenoideos, (formalina ⁽⁶⁾, verde de malaquita, azul de metileno)⁽⁶⁾⁽⁷⁾, entre otros fármacos otros)⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾, sin embargo, estos productos pueden ser nocivos para el ambiente por sus residuos químicos, para el hombre y para los peces (triclorfón, praziquantel, levamisol, albendazol, mebendazol, entre, además que pueden presentar resistencia a fármacos que se usan en acuicultura⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾.

Consumir la carne de cualquier pescado contaminado con antibióticos tiene la capacidad de alterar la flora intestinal residente en los seres humanos, originando ciertas infecciones como la Salmonelosis, que puede ser resistente a los antibióticos ⁽¹²⁾, posteriormente puede causar fenómenos tóxico-alérgicos de difícil diagnóstico por la ausencia de antecedentes de toma de antibióticos ⁽¹³⁾.

En la actualidad, el uso de plantas medicinales como fitoterapéuticos para peces está en auge debido a su alta adquisición, poca toxicidad y su efectividad en el control de patógenos como parásitos, hongos y bacterias que afectan la piscicultura. Sin embargo, en la región Loreto son escasas las investigaciones que describan el uso de productos fitoterapéuticos como tratamientos y control para endoparásitos en peces, en específico parásitos de la clase Monogenea; proviniendo más investigación de Brasil y otros países ⁽¹⁰⁾. Por ello surge la necesidad de buscar otras alternativas amigables con el ambiente, sean de fácil acceso, de bajo costo y principalmente se promueva

lo que ya se conoce empíricamente en la medicina humana como el uso de plantas para prevenir y combatir enfermedades ⁽¹³⁾, por lo cual es importante promover el uso de plantas medicinales que tengan efectos antiparasitarios para tratar infestaciones provocadas por monogenoideos.

Este estudio tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de *Zingiber officinale* para el control de monogenoideos branquiales en *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*. Asimismo, los objetivos específicos fueron, a) determinar el tiempo de acción de *Zingiber officinale* “kión” en tratamientos *in vitro*, b) determinar la tolerancia de las concentraciones de *Zingiber officinale* “kión”, c) determinar la dosis efectiva de *Zingiber officinale* “kión” en tratamientos *in vivo* y d) calcular los principales índices parasitarios antes y después del uso de diferentes dosis y e) determinar si el uso del “kion” en las diferentes dosificaciones altera los parámetros físicos y químicos del agua.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En Israel en el año 2015, se desarrolló una investigación sobre la eficacia del *Zingiber officinale* “jengibre” contra el parásito monogéneo *Gyrodactylus turnbullien* en *Poecilia reticulata* “guppy”. Realizaron ensayos *in vitro*, en dichos ensayos probaron extractos etanólicos y acuosos preparados a partir de jengibre liofilizado. Concluyeron que el aumento en la concentración del extracto se asoció con una reducción del tiempo hasta la inmovilización del parásito, siendo el extracto etanólico más eficiente; a 75 y 200 ppt de extracto acuoso de jengibre los parásitos murieron a $65,6 \pm 2,8$ y $1,8 \pm 0,2$ min, respectivamente, mientras que a 5 y 40 ppt de extracto etanólico los parásitos murieron a $26,1 \pm 0,7$ y $4,9 \pm 0,3$ min, respectivamente. Demostraron que el extracto de jengibre ofrece un tratamiento alternativo eficaz contra la infección monogénica en peces ⁽¹⁴⁾.

En Brasil en el año 2015, investigaron los efectos antihelmínticos en pruebas *in vivo* e *in vitro* que posee el aceite esencial de *Lippia alba* “juanilama” hacia los monogenoideos *Anacanthorus spathulatus*, *Notozothecium janauachensis* y *Mymarothecium boegeri* de *Colossoma macropomum*. Las concentraciones de 1280 mg/l y 2560 mg/l demostraron actividad del 100% después de 20 minutos de exposición *in vitro*. Los autores indican que este aceite esencial de *Lippia alba* tiene alta eficacia en sus ensayos *in vitro* contra dichos monogenoideos e *in vivo* contra el protozoo *Ichthyophthirius multifiliis*. Sin embargo, las concentraciones que eliminan estos ectoparásitos son tóxicas para los huéspedes ⁽¹⁵⁾.

El 2016 en Brasil, realizaron un estudio sobre la actividad antiparasitaria en ensayos *in vivo* e *in vitro* del aceite esencial de *Lippia sidoides* “orégano” aplicado en *Colossoma macropomum* contra monogenoideos *Anacanthorus spathulatus*, *Notozothecium janauachensis* y *Mymarothecium boegeri* las concentraciones que

usaron fueron 320 mg/l y 160 mg/l las cuales demoraron ser 100% efectivos contra estos monogenoideos mencionados, sin embargo, en este estudio no fue totalmente efectivos contra *Ichthyophthirius multifiliis*. 10 mg/ml y 20 mg/l de este aceite esencial de *Lippia sidoides* demostró tener un efecto anestésico en los peces. Los autores concluyeron que el aceite de *Lippia sidoides* en su prueba *in vitro* demostró tener función antiparasitaria y sus bajas concentraciones han manifestado efectos tóxicos ⁽¹⁶⁾.

Asimismo, en São Paulo, en el año 2016, estudiaron a *Melaleuca alternifolia* “árbol del té” y *Mentha piperita* “menta” y la oleoresina (OR) de *Copaifera duckei* “copaiba” para determinar su actividad antihelmíntica *in vitro* contra los parásitos monogénicos del pacu *Piaractus mesopotamicus*. El tratamiento *in vivo* que hicieron en baños fue de 10 y 50 mg/l de *Copaifera duckei* durante 10 min disminuyeron alrededor 45 % en los peces que estaban en tratamiento con dosis de 50 mg/l. Los autores revelan los cambios branquiales y hepáticas en los peces, recomendando baños cortos durante sus tratamientos. Finalmente indican que *Copaifera. duckei* puede ser un tratamiento alternativo para combatir los parásitos monogenoideos ⁽¹⁷⁾.

Por otro lado, el 2017 en Brasil, en una investigación sobre los efectos histopatológicos, antiparasitarios y hematopatológicos en pruebas *in vitro* e *in vivo* del aceite esencial de *Lippia organoides* “orégano” en *Colossoma macropomum*. Reportaron 100% de efectividad usando concentraciones de 320 y 160 mg/l⁻¹ en sus pruebas *in vivo*, por lo contrario, en sus pruebas *in vitro* no reportaron reducciones en la abundancia de parásitos. Finalmente, concluyeron que este aceite de *Lippia organoides* en sus ensayos *in vitro* resulto poca efectividad de dosis hacia los parásitos monogenoideanos de *Colossoma macropomum* ⁽¹⁸⁾.

En Brasil el 2019, en una investigación evaluaron la eficacia de *Mentha piperita* “menta” en el cuerpo y branquias de *Colossoma macropomum* en experimentos *in vivo* infectados por el dinoflagelado *Piscinoodinium pillularey*, posteriormente, fueron dispersados en tanques y sometidos a 5 tratamientos diferentes: control, control + alcohol etílico y tres concentraciones de aceite esencial de *Mentha piperita* (10, 20 y 40 mg l⁻¹) por 3 días. Finalmente, demostraron que este aceite esencial presenta efectividades de 63,22% y 42,97% (utilizando 20 mg/l⁻¹) y del 79,91% y 54,56% (40 mg/l⁻¹ p < 0,05) de trombocitos en comparación a las concentraciones de 20 y 40 mg/l⁻¹ con los peces de control. Por último, concluyen que 20 mg/l⁻¹ de aceite esencial redujo la carga parasitaria de *Piscinoodinium pillularey* sin causar cambios fisiológicos significativos en *Colossoma macropomum* ⁽¹⁹⁾.

El 2019 en Perú, realizaron un estudio de la acción antihelmíntica donde utilizaron cuatro dosificaciones (250, 500, 750 y 1000 µl/l) de látex de *Ficus insipida* “ojé” sobre monogéneos de *Colossoma macropomum*. De las concentraciones dichas, donde obtuvieron mayor acción fue en las concentraciones de 750 y 1000 µl/l de látex de *Ficus insípida*, la inmovilización de los monogenoideos ocurrió después de 1 h y 30 min en comparación de las demás concentraciones que la inmovilización de los monogenoideos se dio a pasado las 4 horas de exposición aproximadamente. Los autores recomiendan el uso de 1000 µl/l para efectuar baños terapéuticos hacia monogenoideos de *Colossoma macropomum* ⁽²⁰⁾.

En Brasil en el año 2019, varios autores estudiaron la eficacia del aceite esencial de *Lippia grata* “romerillo de monte” hacia los monogéneos de *Colossoma macropomum*, donde experimentaron a *Lippia grata* con dos controles (agua del lmgar de cultivo y con el agua del lmgar de cultivo + alcohol etílico al 70%). Posteriormente, demostraron el 100 % de inmovilización en ensayos *in vitro* exponiéndoles a 700 y 350 mg/l después de 30 min de someterlos a ese ensayo. Los ejemplares de

Colossoma macropomum toleraron 700 mg/l de aceite esencial. Asimismo, concluyeron que la dosis de 700 mg/l demostraron una eficacia del 95.1% contra los monogenoideos, indicando a la concentración de 700 mg/l de *Lippia grata* es una concentración segura y eficaz para tratar a *Colossoma macropomum* afectados por monogenoideos ⁽²¹⁾.

En Iquitos el 2021, se realizó una investigación sobre efecto tóxico y antihelmíntico del extracto acuoso y aceite esencial de hojas de *Mansoa alliacea* “ajos sachá” en alevinos de *Colossoma macropomum*, registrando mayor eficacia sobre los monogenoideos (*Anacanthorus spathulatus*, *Notozothecium janauachensis* y *Mymarothecium tantaliani*) 90 ml/l del EA (63.85%) y 55 mg/l del AE (46.34%) en baños de 24 horas de exposición. Los fitoterapéuticos que se evaluaron obtuvieron resultados antiparasitarios en los alevinos de *Colossoma macropomum*, dependiendo de la concentración y del tiempo de exposición ⁽²²⁾.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Descripción de *Colossoma macropomum* “gamitana” y *Piaractus brachypomus* “paco”

La “gamitana” presenta cuerpo de forma romboidal, alcanza hasta un metro. Presenta cabeza grande; con huesos pre-opercular y opercular de borde fibroso (huesos operculares angostos con manchas negras). En los adultos el cuerpo y aletas de color oscuro uniforme (negro). El “paco” presenta cuerpo hondo y denso, con un opérculo poco desarrollado, mientras que en los juveniles presentan cuerpo plateado, con una mancha en el medio del cuerpo. Los adultos no tienen ocelos y la mitad superior de su cuerpo es naranja y la mitad superior es grisácea con aletas amarillentas ⁽²³⁾.

1.2.2. Distribución

Ambas especies presentan la misma distribución geográfica, hábitat y nicho ecológico ⁽²³⁾. Son de ambientes de agua dulce en las cuencas del Amazonas y el Orinoco de América del Sur tropical. También se localizan en ríos ricos en nutrientes y agua limpia, como Madeira, Jurua, Putumayo y otros afluentes, asimismo, en ríos particularmente oscuros y bajas concentraciones en nutrientes como el río Negro y ríos de aguas claras con diversos afluentes. Se encuentran solo en los 300 km inferiores (200 millas) y rara vez más allá de los 150 km inferiores (100 millas), son las especies más comerciales en el mercado ⁽²⁴⁾.

1.2.3. Comportamiento reproductivo

Las especies “paco” y “gamitana” comparten el mismo patrón reproductivo, reproduciéndose al inicio de la crecida del río de octubre a diciembre y pueden continuar hasta marzo ⁽²³⁾. Estas especies migran anualmente para realizar su reproducción ⁽²⁴⁾.

1.2.4. Hábitos alimenticios

Las especies “gamitana” y “paco” tienen hábitos alimenticios omnívoros, en estado larval son insectívoros, los juveniles se alimentan de zooplancton (cladóceros, rotíferos y copépodos) y los adultos comen frutas y semillas, estas especies han adecuado sus dientes (moraliformes) a sus costumbres alimenticios ⁽²³⁾.

1.2.5. Descripción taxonómica de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*.

Reino:	Animalia	Animalia
Filo:	Chordata	Chordata
Clase:	Actinopterygii	Actinopterygii

Orden:	Characiformes	Characiformes
Familia:	Serrasalminidae	Serrasalminidae
Género:	<i>Colossoma</i>	<i>Piaractus</i>
Especie:	<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)	<i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818)
Nombre común:	“gamitana”	“paco”

1.2.6. Reportes de plantas con fines fitoterapéuticos

Existen reportes donde se hicieron algunos estudios de fitoterapéuticos con efectos antiparasitarios con diferentes tratamientos contra monogenoideos presentes en *Colossoma macropomum*, las plantas que se utilizaron en 2015 fueron *Lippia alba* ⁽¹⁴⁾. En 2016 *Lippia sidoides*, *Melaleuca alternifolia* y *Mentha piperina* ⁽¹⁵⁾, sin embargo, en 2017, se usó *Lippia organoides* ⁽¹⁷⁾. En 2019 y 2021 utilizaron el latex de *Ficus insípida* ⁽¹⁹⁾. Asimismo, en el 2021 en Iquitos, se usó *Mansoa alliacea* “ajos sachá”.

1.2.7. Reportes de monogenoideos presentes en *C. macropomum* y *P. brachypomus*.

Se encuentran investigaciones sobre la existencia de monogenoideos en branquias de *C. macropomum*, en 2015 se reportó a *Anacanthorus spathulatus*, *Notozothecium janauachensis* y *Mymarothecium boegeri* ⁽¹⁶⁾ en 2021, se registró a *Mymarothecium tantaliani* ⁽²²⁾ infestando a “gamitana”. Por otro lado, también hay registros de monogenoideos parasitando a “paco”, en 2009 y 2019 se reportó a *Mymarothecium*

viatorum, *Anacanthorus penilabiatus* ⁽²⁷⁾ y *Anacanthorus spathulatus* ⁽²⁸⁾ ⁽²⁹⁾.

1.2.8. Características y distribución de *Zingiber officinale*

Es una plantita herbácea rizomatosa, mide hasta de 1 m, tiene gran apariencia y con hojas de forma lanceoladas, sus flores son irregulares, el pétalo (modificado) de color morado claro con terminaciones verdosas y espigas agrupadas ⁽³⁰⁾. Su rizoma (la parte que más se usa) tiene un olor aromático característico de esta planta y presenta sabor picante. La parte superficial del rizoma tiene una coloración marrón medio amarillento y presenta finos surcos de forma alargado, esta parte presenta fisura corta y amilácea ⁽³¹⁾.

Es originaria de las regiones tropicales del sudeste asiático, siendo China e India los principales productores. Posteriormente, impactó en Europa y América cuando se le utilizó como planta medicinal ⁽³²⁾. Asimismo, el “jengibre” o “kión” fue llevado al Perú durante el siglo XVIII, se adaptó y se cultiva actualmente en las diferentes regiones de nuestro país ⁽⁵²⁾.

Descripción taxonómica de *Zingiber officinale*

Reino:	Plantae
División:	Angiospermas
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Zingiberaceae
Género:	<i>Zingiber</i>
Especie	<i>Zingiber officinale</i> (Rosc., 1807)

Nombre conocido: Kión o jengibre (Perú), ajengibre (Cuba), jengibre dulce (Puerto Rico), gengembre ((Antillas Francesas), Ingwer (alemán), Gingembre (francés), Gengibre (portugués) ⁽³³⁾.

1.2.9. Composición química de *Zingiber officinale*

Su rizoma contiene un alto contenido de agua (80 a 90%) alto contenido en fibra y almidón (5.4 a 16.2 %) ⁽³⁸⁾. El extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* “kión”, presenta un 50% de su composición de almidón, del 1 al 3% de aceite esencial es el responsable de su sabor característico (d-camfeno, felandreno, zingibereno, cineol, citral, borneal, gingerol y sesquiterpenos), además de azúcares, proteínas, vitaminas del complejo B y vitamina C ⁽³³⁾, antocianinas, alcaloides, flavonoides, aminoácidos, saponinas, taninos, azúcares reductores y fenoles ⁽³⁴⁾. Asimismo, mediante las técnicas de tamizaje fitoquímico, demostraron que también posee lactosa, aceites, glicósidos cardiotónicos, triterpenos, quinonas, resinas y mucílagos ⁽³⁶⁾ ⁽³⁷⁾.

Sus compuestos volátiles (aceites esenciales), son derivados por el proceso de sublimación de la emanación del rizoma, son los responsables de brindarle su olor, mientras que los componentes no volátiles son los compuestos fenólicos, que le suministran el picante a esta planta ⁽³⁸⁾ ⁽³⁹⁾.

1.2.10. Uso antiparasitario de *Zingiber officinale*

El extracto acuoso que se obtiene del rizoma de *Z. officinale* adquieren significativas actividades antiparasitarias. La función que se le denomina como antiparasitario, es por la respuesta de resistencia de los parásitos. La acción antiprotozoaria del jengibre es profundamente asociada a su acción antioxidante, afectando a los trofozoítos, ocasionando el desintegrado de los protozoos. La influencia del extracto de jengibre puede llegar a alterar el pH del medio donde se aplica, interrumpiendo con el metabolismo y absorción de los parásitos, lo que puede ocasionar un retraso en su movimiento y como consecuencia la muerte del parásito ⁽³⁹⁾ ⁽⁴⁰⁾ ⁽⁴¹⁾.

Existen estudios que afirman que “jengibre” elimina los monogenoideos en especies como “guppy”, disminuyendo la prevalencia e intensidad de la infección de *Gyrodactylus turnbulli*, demostrando que es un tratamiento eficaz y alternativo contra la infección por monogenoideos en los peces ⁽⁵³⁾. Asimismo, se reportó el uso de “jengibre” como antiparasitario contra la infección provocada por *Fasciola gigantica* (tremátodo), manifestando disminución en su movimiento ⁽⁵⁴⁾.

Igualmente realizaron un estudio utilizando al “kión” contra acantocéfalos infectando a “gamitana”, suministrando su aceite esencial con las dietas experimentales demostrando menor efecto antihelmíntico contra acantocéfalos ⁽⁵⁵⁾.

1.3. Definición en términos básicos

Extracto acuoso: Producto sólido o viscoso obtenido por evaporación de un jugo o una solución de materia vegetal o animal ⁽⁴³⁾.

Antiparasitario: Medicamento utilizado para tratar infecciones causadas por parásitos ⁽⁴⁴⁾.

Concentración letal: Es la concentración obtenida estadísticamente de una sustancia que produzca la muerte en el 50% de los animales expuestos a la sustancia durante un período de tiempo determinado, siendo durante o después de la exposición ⁽⁴⁵⁾.

Monogenoideos: Son parásitos del filo platelmintos que pueden llegar a ocasionar pérdidas económicas al parasitar a especies de peces de interés comercial ⁽⁴⁶⁾.

Fitoterapia: El uso terapéutico de productos a base de plantas con fines terapéuticos para prevenir, aliviar o curar enfermedades, o para el mantenimiento de una buena salud ⁽⁴⁷⁾.

Terapéuticos: Tratamientos con la finalidad de curar una enfermedad o de aliviar las molestias ⁽⁴⁸⁾.

Ciclo de vida directa: Es cuando el parásito vive su vida completa comprendida dentro del hospedero y se reproduce dentro de él ⁽⁴⁹⁾.

Parásitos: Organismos que son fisiológicamente dependientes de su hospedero para sobrevivir, suele causarle algún daño o enfermedad ⁽⁵⁰⁾.

Dosis letal media: Dosis de una sustancia o radiación con efecto letal para la mitad de un grupo de plantas o animales de prueba; utilizado como indicador de la toxicidad aguda de una sustancia ⁽⁵¹⁾.

Alevinos: Especímenes que aún no han alcanzado su madurez sexual ⁽⁵²⁾.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Zingiber officinale “kión” presenta un efecto antiparasitario en el control de monogenoideos en alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana” y *Piaractus brachypomus* “paco”

2.2. Variables y su operacionalización

Independiente

Extracto acuoso de *Zingiber officinale* “kión”

Dependiente

Efecto antiparasitario para el control de monogenoideos (Dosis efectiva)

Variable	Definición	Tipo	Indicador	Esca la de medi ción	Categorí a	Valores de la categorí a	Medios de verificación
Extracto acuoso de <i>Zingiber officinale</i> “kión” (Independiente)	Sustancia extraída mediante el licuado de “kión” con agua como solvente.	Cuantitativa	Dosis (ml/l)	Ordinal	Alta	30 ml/l	Tratamientos establecidos y tratamiento control.
					Media	20 ml/l	
					Baja	10 ml/l	
Efecto antiparasitario para control de monogenoideos : Dosis efectiva (Dependiente)	Concentración del producto que provoca la muerte de los parásitos.	Cuantitativa	Mortalidad de los parásitos. Eficacia de los tratamientos: $Ef = (M_{cont} - M_{trat} / M_{cont}) \times 100$	Ordinal	Alta	> 66%	Ficha de base de datos. Cálculo de la eficacia de los tratamientos .
					Media	> 33% pero < 66%	
					Baja	< 33%	
			Prevalencia (%) = (Peces parasitados/peces totales) * 100		Alta	> 66%	
					Media	> 33% pero < 66%	
					Baja	< 33%	

Especies de monogenoideos	Parásitos que se encuentran en las branquias	Cuantitativa	Intensidad media de infestación Im = Nro total de parásitos de una determinada especie/Peces parasitados.	Ordinal	Alta	> 100	Ficha de base de datos. Cálculo de los índices parasitarios (Prevalencia, Intensidad media de infestación, Abundancia media de infestación).
					Moderada	> 50 pero < 100	
					Baja	Im < 50	
					Alta	> 100	
					Moderada	> 50 pero < 100	
					Baja	< 50	
Dosis letal media DL50	Concentración del producto capaz de causar la muerte del 50% de la población en estudio.	Cuantitativa	DL50 = (y-b)/m	Ordinal	Letal	Mata al 50% de peces	Ficha de base de datos. Cálculo del DL50 en Microsoft Excel.
					No Letal	Mata a menos del 50% de peces	

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

El diseño fue experimental transversal y del nivel descriptivo; se considera experimental, porque se manipularon de manera intencional de las variables de interés, transversal por que se analizaron las variables de interés en un tiempo determinado y descriptivo porque consideró la evaluación de las variables en un tiempo determinado.

3.1.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en el laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola dentro del IIAP. Ubicado en la carretera Iquitos-Nauta, a la altura del km 4.5, distrito de San Juan Bautista, Maynas, región Loreto, en las coordenadas 3°49'01.81" S 73°19'15.54" O. (anexo 3)

3.2. Diseño muestral

Población de estudio

Constituida por alevinos de *Colossoma macropomun* "gamitana" y *Piaractus brachypomus* "paco", obtenidos de los estanques del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Posteriormente fueron adecuados en peceras para realizar los 3 tratamientos diferentes para el estudio.

Muestra

Se utilizaron un total de 268 peces, siendo 134 de *Colossoma macropomum* y 134 de *Piaractus brachypomus*. Los peces fueron empleados en diferentes pruebas, las cuales son descritas a continuación:

Para las pruebas *in vitro* se utilizaron 04 individuos de *Colossoma macropomum* y 04 de *Piaractus brachypomus*.

Para las pruebas de tolerancia se emplearon 40 individuos de *Colossoma macropomum* y 40 de *Piaractus brachypomus*.

Para las pruebas *in vivo* se utilizaron 90 individuos de *Colossoma macropomum* y 90 de *Piaractus brachypomus*.

Criterios de selección

Criterio de inclusión

Alevinos de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* con branquias infestadas.

Criterio de exclusión

Alevinos que no presenta branquias infestadas.

3.3 Procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Procedimiento de recolección de datos.

a) Infestación experimental

Los alevinos *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* se les acondicionó en un tanque de concreto (Anexo 4) y recibieron un manejo inadecuado durante 10 días, con la finalidad de causarles estrés en los peces e inducir a la infestación; por ello, se introdujo 200 “gamitanas” y 200 “pacos”. Los peces fueron alimentados una vez al día *Ad libitum* utilizando alimento balanceado. Se monitoreo la prevalencia de los monogenoideos cada 3 días, en total se dejó 20 días. Hasta registrar el 100% de prevalencia y presencia de números parásitos que se verificó con la revisión de las branquias bajo el estereoscopio, siendo indicador para iniciar los experimentos.

b) Colecta y acondicionamiento de los peces

Los alevinos de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* fueron trasladados de los tanques de concreto para acondicionarlos en peceras de vidrios de 0.20 x 0.20 x 0.25 m (capacidad de 10 litros) del laboratorio de Parasitología y Sanidad acuícola del IIAP.

c) Colecta de la raíz de *Zingiber officinale* “kión” y obtención del extracto acuoso.

Las muestras de *Zingiber officinale* “kión” fueron adquiridos del mercado Belén. Se usó la parte de la raíz (rizoma) frescos y sanos.

d) Preparación del extracto de *Zingiber officinale* “kión” y obtención del extracto acuoso liofilizado.

Para la preparación de *Zingiber officinale* “kión” se utilizó 100 gr de la raíz (rizoma), el cual fue licuado en un litro de agua, asimismo, fue filtrada con ayuda de papel filtro. Posteriormente, se obtuvo una solución “madre” obtenida de la dilución de 100 g de “kión” en 1l de agua, anexo 5.

En la obtención de extracto acuoso liofilizado se usó el mismo procedimiento explicado anteriormente (100 gr + 1l de agua), luego de ello se procedió a colocar en envases debidamente rotulados por cada envase se puso 50 ml, se lo llevó a congelación (24 horas). Posteriormente, se introdujo en la máquina liofilizadora (el proceso de liofilización se realiza al vacío y a bajas temperaturas) por un periodo de tres días que dura el proceso. Finalmente se juntó el producto, se puso en una fiola y se diluyó con ayuda de agua destilada (50 ml) hasta que la solución llegue a estar homogeneizada.

e) Determinación de las dosis de “kión” a emplearse

Las dosis de 10 ml, 20 ml y 30 ml se seleccionaron previamente por ensayos anteriores con las mismas especies.

Cálculo de las concentraciones de las dosis empleadas.

Las concentraciones de “kión” que tuvieron las dosis de 10, 20, 30 ml/l. fueron calculadas por la fórmula de soluciones ($V_1 \cdot C_1 = V_2 \cdot C_2$). En un previo ensayo piloto que se realizó en el laboratorio, al liofilizar muestras de “kión”, se sacó el peso de lo que queda de la muestra (peso seco), se

calcularon el peso obtenido de kión puro y se sacó las concentraciones. Por ello las concentraciones dadas en los ensayos fueron 25 mg/ml = 10 ml/l, 50 mg/ml = 20 ml/l y 75 mg/ml=30 ml (equivalentes a cada uno de las dosis). (anexo 10).

f) Tolerancia a las concentraciones de “kión”

Para probar la tolerancia de los peces “gamitana” y “paco” a las concentraciones 25 mg/ml, 50 mg/ml y 75 mg/ml y un control (0 ml/l), se utilizaron 4 peces por tratamiento (4 de “gamitana” y 4 de “paco”) un total de 20 peces. Se aplicó el producto y se monitoreo por una hora (los baños fueron de 30 minutos). Se anotaron si hay cambios de comportamiento. Se monitoreo por una hora ya que en el experimento el tiempo de acción está estipulada para baños de 30 minutos. En esta parte se evaluó si el producto les daña, mata o toleran las concentraciones.

g) Cálculo de la dosis letal media DL50

Para esta prueba se utilizaron 40 alevinos de “gamitana”, 40 alevinos de “paco” para el ensayo con extracto acuoso. Asimismo, los peces fueron acondicionados en peceras de 10 litros de capacidad. Se evaluaron 4 tratamientos, cada tratamiento tenía su repetición y fueron distribuidas al azar. Las concentraciones se obtuvieron de los resultados del test de prueba de tolerancia. Se controló la supervivencia de los peces luego de las 24 horas.

Asimismo, los valores de DL50 del fitoterapéutico se calcularon según Sprague (1973) ⁽⁶⁵⁾, con la prueba aritmética de la dosis letal media aplicando la fórmula de $x=(y-b)/m$, utilizando un gráfico de dispersión para establecer sus valores. En este tipo de análisis se grafica en las ordenadas el porcentaje de mortalidad contra la concentración del tóxico en las abscisas.

h) Ensayos *in vitro* de la eficacia de los tratamientos

Se colocaron un arco branquial en cada placa petri, con los tratamientos de 10 ml, 20 ml y 30 (3 placas petri por tratamiento) adicionalmente 3 placas del tratamiento testigo con concentraciones de 25 mg/ml, 50 mg/ml y 75 mg/ml. A cada placa se le suministraron 10 ml de agua. Posteriormente de la solución madre (extracto acuoso de “kión”) se extrajo y se aplicaron a cada una de las placas con las concentraciones acordadas. Se controlaron el tiempo de acción del extracto, de acuerdo a la mortalidad de los parásitos con ayuda del estereoscopio.

i) Ensayos *in vivo* de la eficacia de los tratamientos

De la solución “madre” (extracto acuoso de kión) se emplearon las dosis establecidas que fueron: T1 = 10 ml/l, T2 = 20 ml/l y T3 = 30 ml/l, con concentraciones de 25 mg/ml, 50 mg/ml y 75 mg/ml, en cada tratamiento se contó con una réplica. Por ello, se colocaron en cada pecera (unidad experimental) 10 peces por tratamiento, adicionalmente 10 peces más (para el tratamiento testigo o control) un total de 40 peces por especie. Se aplicó el producto una vez al día durante 30 minutos por espacio de 3 días, luego se sacrificó a todos los peces para realizar el conteo de los parásitos para poder visualizar cuanto disminuyó la carga parasitaria (del inicio del experimento) en comparación a los posteriores 3 días de aplicar el tratamiento.

j) Diseño experimental *in vivo*

El experimento se realizó una sola vez. Se colocaron 10 peces por pecera para ambos especímenes con las correspondientes concentraciones de extracto acuoso de “kion” basado en 3 tratamientos y un testigo. (gráfico 1 y 2).



Gráfico 1. Diseño experimental in vivo para “gamitana”



Gráfico 2. Diseño experimental in vivo para “paco”

k) Diseño experimental del tratamiento *in vitro*

Se utilizaron 3 placas Petri para los tratamientos, con las concentraciones de 25 mg/ml, 50 mg/ml y 75 mg/ml en 10 ml de agua. Cada placa con un arco branquial, asimismo para el tratamiento testigo (T0). En cada tratamiento se usó 4 réplicas por tratamiento como se puede ver en el esquema. En este ensayo se usó 8 peces (se aplicaron para las dos especies en estudio). (Gráfico 3 y 4)

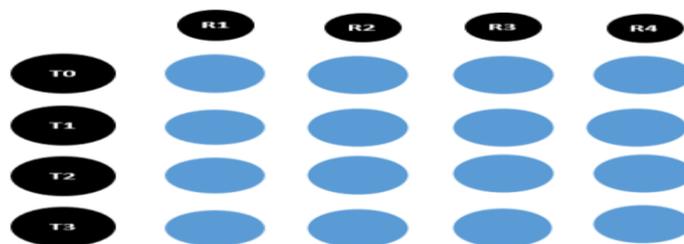


Gráfico 3. Diseño experimental in vitro para “gamitana”

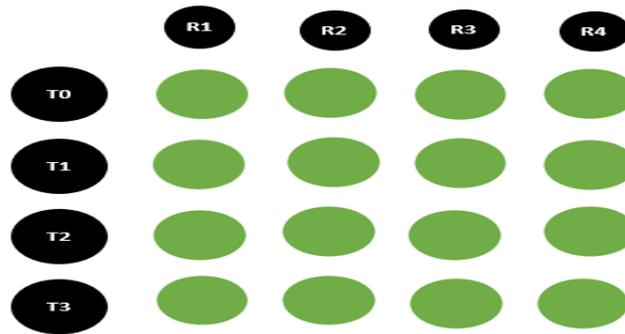


Gráfico 4. Diseño experimental in vitro para “paco”

I) Registro de los parámetros físicos y químicos.

Se registraron parámetros físicos, temperatura (°C) y parámetros químicos, oxígeno (mg/ml) y pH (IU). Se registro por un periodo de tres días (duración de la prueba *in vivo*) en el testigo (T0) y en los 3 tratamientos (T1, T2 Y T3). Para ello se utilizó el multiparámetro (HANNA HI98194) y todas las anotaciones se registraron en una ficha.

3.4. Técnicas de recolección de datos

3.4.1. Fijación y análisis de branquias

Para fijar, se extrajeron los arcos branquiales de los peces y se colocaron 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 (para visualizar mejor los órganos y sus estructuras). Se conservaron las branquias utilizando formol al 5%. Este proceso se realizó antes de ejecutar el experimento para determinar la carga parasitaria inicial de monogenoideos y también se realizó al finalizar los 03 días de experimentación.

3.4.2. Preparación de las láminas

Para aclarar a los monogenoideos, los parásitos se ubicaron en láminas portaobjetos con una gota de solución purificadora de Hoyer, cubriéndolo

con laminillas cubre objetos y dejándolas secar por 24 horas, luego ser observaron al microscopio para su identificación.

3.4.3. Identificación y descripción de monogenoideos

Para la identificación, fue necesario visualizar las estructuras esclerotizadas de las láminas clarificadas. Posteriormente, se identificaron a las especies de monogenoideos por las características morfológicas. Por ello, se utilizaron artículos científicos actualizados y libros especializados, además de contar con el apoyo de expertos en la identificación de estos parásitos.

3.4.4. Registro fotográfico de las especies de monogenoideos identificadas

Para poder identificar las estructuras externas e internas de cada parásito las fotografías fueron registradas en un software con conexión del microscopio al computador.

3.4.5. Cálculo de los índices parasitarios

Se calcularon fueron los siguientes: Prevalencia (%P), Intensidad (I), Intensidad media (Im) y Abundancia media (Am).

Prevalencia (%P):

$$P = \frac{PP}{PE} \times 100$$

Dónde:

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

PE = 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.

Para estimar la eficacia de los medicamentos mencionados en el control de los monogenoideos se utilizó la siguiente fórmula.

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

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. Procesamiento y análisis de datos

Análisis estadístico

Para el procesamiento y análisis de la información se utilizó estadística descriptiva, y los datos se almacenaron en una hoja de cálculo de Excel para la identificación de índices monogenoideos y parasitarios, así como para el cálculo de la mediana de la dosis letal, también realizado en el mismo Microsoft Excel versión 10.

Para la verificación de la distribución normal o no de los datos se utilizaron la prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Posteriormente, se utilizó el análisis de varianza ANOVA-Test Tukey dado que los datos

fueron considerados como paramétricos según la prueba de normalidad aplicada.

3.6. Aspectos éticos

Se han hecho las siguientes recomendaciones para sacrificar a los alevinos: Con la ayuda de una aguja o estilete, se introdujo a la altura de la zona de la cabeza (fontanela), realizando un ligero movimiento lateral que destruye el cerebro y provoca la muerte inmediata del pez.

Asimismo, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP cuenta con la R. D. N° 132-2014-GRL-DIREPRO del Ministerio de la Producción, otorgándole la facultad de recolectar, investigar y producir peces, así como desarrollar trabajos en acuicultura el mismo que esta actualizado con la R. D. N° 217-2016-GRL-DIREPRO.

El IIAP cuenta con habilitación PTH-068-16-PEC-SANIPES para trabajos acuícolas de acuerdo con las normas sanitarias. Con esta normativa, los planes de investigación vigentes se registrarán por las normas éticas establecidas a nivel institucional, nacional e internacional para generar nuevos conocimientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Tiempo de acción de *Zingiber officinale* “kión” en tratamientos *in vitro*.

En las pruebas de acción de “kión” para la muerte de los parásitos (monogonoideos) presentes en *Colossoma macropomum*, el tiempo más corto lo tiene el T3 (75 mg/ml) con el tiempo de 24 ± 3 minutos, el T2 (50mg/ml) se registró 37 ± 3 minutos, Sin embargo, el tratamiento que más demoro en matar fue el T1 (25 mg/ ml) con el tiempo promedio de 55 ± 13 , como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Tiempo de acción en minutos del extracto de “kión” en tratamientos *in vitro* para *Colossoma macropomum* “gamitana”

Tratamientos	Repeticiones	Conc. (mg/ml)	Tiempo de muerte (min)	Tiempo Promedio (min)
T0 (control con agua)	R1	0	730	781±58
	R2		860	
	R3		785	
	R4		748	
T1	R1	25	42	55±13
	R2		73	
	R3		55	
	R4		48	
T2	R1	50	40	37±3
	R2		33	
	R3		38	
	R4		35	
T3	R1	75	23	24±3
	R2		28	
	R3		20	
	R4		25	

En las pruebas de acción de “kión” para la muerte de los parásitos (monogonoideos) presentes en *Piaractus brachypomus*, el T3 (75 mg) se registró el tiempo más corto con 26±6 minutos, el T2 (50 mg/ml) con 42±5 minutos, sin embargo, el tratamiento que más demoro en matar fue el T1 (25 mg/ml) un tiempo promedio de 61±7 minutos. (Tabla 2)

Tabla 2. Tiempo de acción en minutos del extracto de “kión” en tratamientos *in vitro* para *Piaractus brachypomus* “paco”

Tratamientos	Repeticiones	Conc. (mg/ml)	Tiempo de muerte (min)	Tiempo Promedio (min)
T0 (control con agua)	R1	0	650	656±58
	R2		735	
	R3		642	
	R4		596	
T1	R1	25	54	61±7
	R2		70	
	R3		61	
	R4		59	
T2	R1	50	45	42±5
	R2		39	
	R3		48	
	R4		37	
T3	R1	75	33	26±6
	R2		20	
	R3		28	
	R4		22	

4.2. Tolerancia a las concentraciones de “kión” en los alevinos de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*.

DL50 en *Colossoma macropomum*

Al realizar las pruebas de toxicidad o dosis letal media (DL50), se obtuvo un DL50 = 78.57 mg /ml “kión”, tal y como es reflejado en el gráfico 1. Con respecto a las dosis empleadas, se registró una mortalidad del 40% de los peces al tercer día de tratamiento para el T3 (75mg/ml = 30ml/l), un 20% de mortalidad para el T2 (50 mg/ml = 20ml/l) registrando también mortalidad al tercer día de tratamiento. Para el T1 (25 mg /ml = 10 ml/l) no se registraron mortalidades. (tabla 3 y gráfico 5)

Tabla 3. Datos registrados para realizar la CL50 para *Colossoma macropomum*.

DOSIS (mg /ml)	Nro peces	Mortalidad	% mortalidad
75	10	4	40
50	10	2	20
25	10	0	0
0	10	0	0

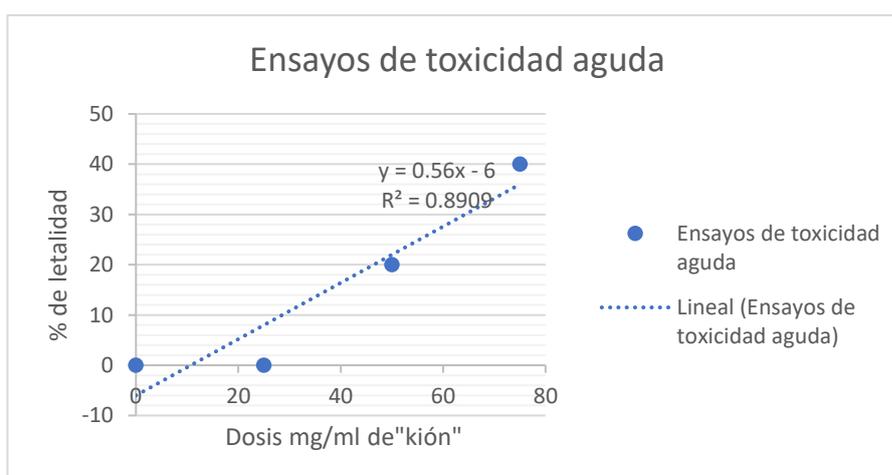


Gráfico 5. Relación dosis-letalidad del extracto acuoso de *Zingiber officinale* en alevinos de *Colossoma macropomum*.

DL50 en *Piaractus brachypomus*

Al hacer las pruebas de toxicidad o dosis letal media (DL50), se obtuvo un DL50 = 76.67 mg /ml "kión", tal y como es reflejado en el gráfico 2. Con respecto a las dosis empleadas, se registró una mortalidad del 50% de los peces al tercer día de tratamiento para el T3 (75mg/ml = 30ml/l), un 30% de mortalidad para el T2 (50mg/ml = 20ml/l) registrando también mortalidad al tercer día de tratamiento. Para el T1 (25mg/ml = 10 ml/l) no se registraron mortalidades, registrándose en la tabla 4 y gráfico 6.

Tabla 4. Datos registrados para realizar la CL50 para *Piaractus brachypomus*.

DOSIS (mg/ml)	Nro de peces	Mortalidad	% mortalidad
75	10	4	40
50	10	3	30
25	10	0	0
0	10	0	0

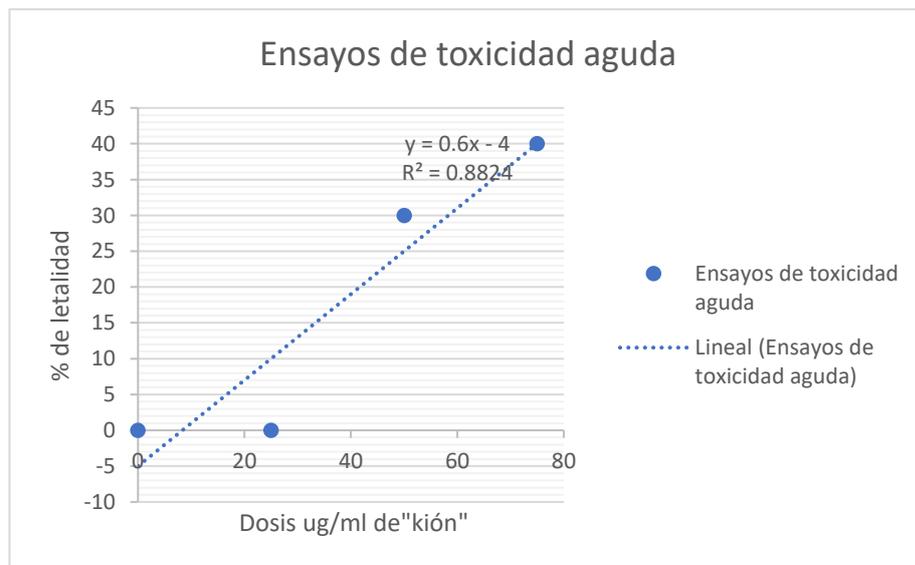


Gráfico 6. Relación dosis-letalidad del extracto acuoso de *Zingiber officinale* en alevinos de *Piaractus brachypomus*.

4.3. Dosis efectiva de *Zingiber officinale* “kión” para *Colossoma macropomum* en tratamientos *in vivo*.

En las pruebas terapéuticas, la dosis más eficaz fue para el T3 con 89.55% en la eliminación de los parásitos monogenoideos, y la menor eficacia fue para el tratamiento 1 con 41.06 %, (Gráfico 7).

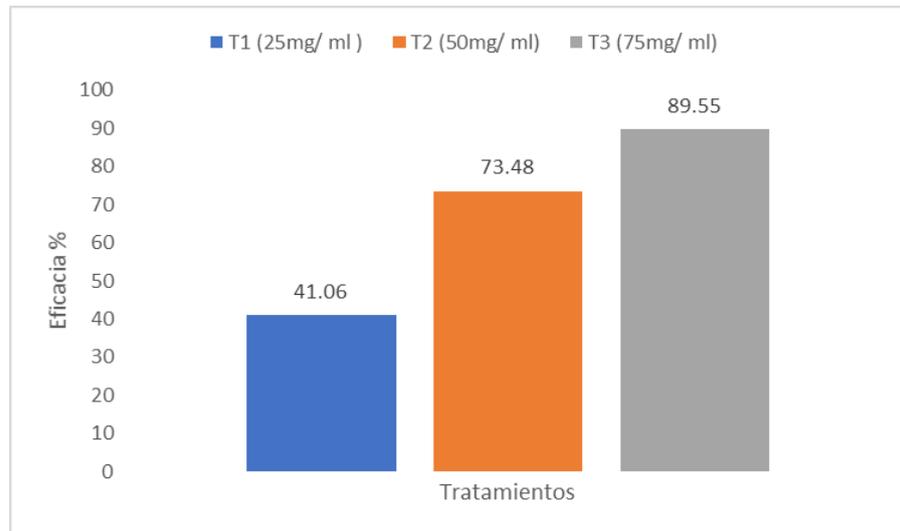


Gráfico 7. Tendencia de la eficacia del extracto acuoso *Zingiber officinale* en los tratamientos de *Colossoma macropomum*.

En las pruebas terapéuticas para *Piaractus brachypomus* “paco”, la dosis más eficaz fue para el T3 con 90.72% y la menor eficacia fue para el tratamiento 1 con 45.29%, como se muestra en el gráfico 8.

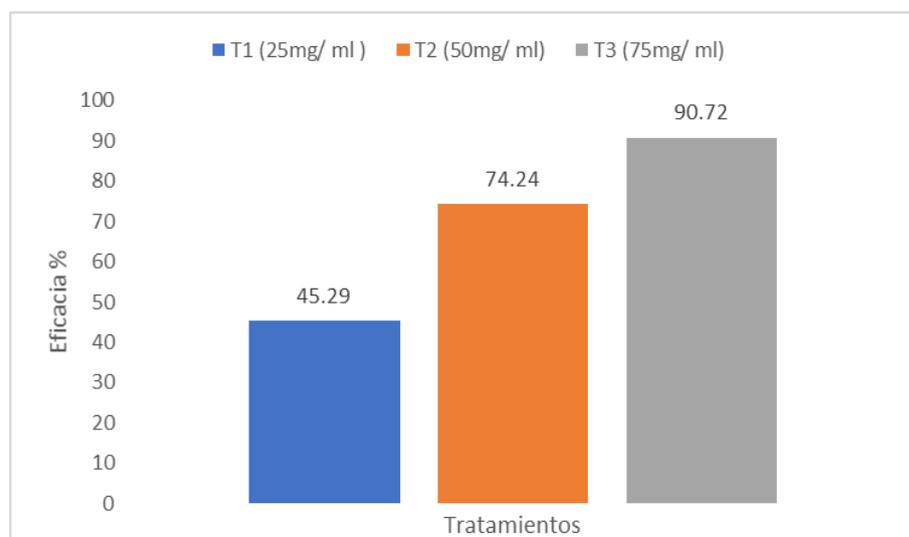


Gráfico 8. Tendencia de la eficacia del extracto acuoso *Zingiber officinale* en los tratamientos de *Piaractus brachypomus*.

4.4. Índices parasitarios

Al realizar baños del extracto acuoso de *Zingiber officinale* “kión” por 30 minutos en periodos de 3 días, disminuyó los valores de los índices parasitarios. Los monogenoideos que estaban presentes en *Colossoma macropomum*, se registró una prevalencia del 100% en los tratamientos 1, 2 y el tratamiento control. De esta manera, el tratamiento 3 es quien registró mejores resultados en la disminución de los índices parasitarios, prevalencia un 90%, intensidad media (7.7 monogenoideos/pez infestado) y abundancia media (6.9 monogenoideos/pez analizado), lo que se visualiza en la tabla 5 y gráfico 9.

Tabla 5. Índices parasitológicos de monogenoideos parásitos de alevinos de *Colossoma macropomum* después de exposición del extracto acuoso de *Zingiber officinale*.

Índices P. Tratamientos	PE	PP	P%	A	IM	AM
Inicial						
Inicio	10	10	100	716	71.6	71.6
Final						
T0	10	10	100	660	66	66
T1	10	10	100	389	38.9	38.9
T2	10	10	100	175	17.5	17.5
T3	10	9	90	69	7.7	6.9

Leyenda: PE= peces examinados PP= peces parasitados P= prevalencia A= abundancia Im= intensidad media AM= abundancia media.

En el grafico 9, se observa la abundancia de monogenoideos presentes en *Colossoma macropomum*, asimismo la disminución de parásitos de acuerdo a los tratamientos que se realizaron.

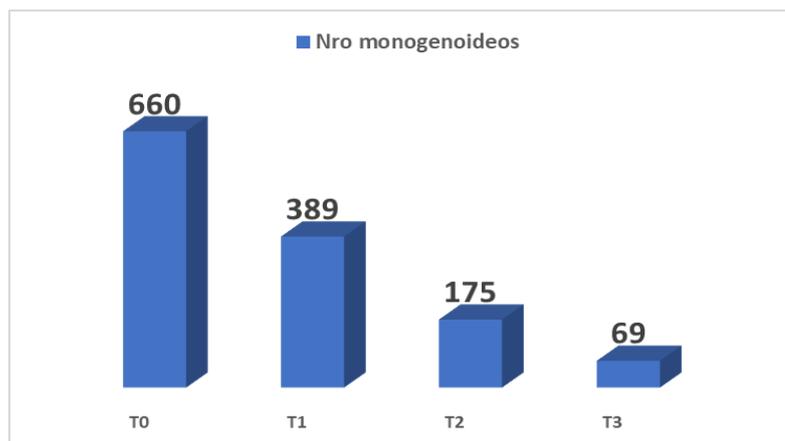


Gráfico 9. Abundancia del número de monogenoideos presentes en los alevinos de *Colossoma macropomum*.

En *Piaractus brachypomus* al inicio de experimento los alevinos estaban infectados con prevalencia de 100%. Del mismo modo, la exposición al extracto acuoso de “kión” se redujo significativamente los valores de índices parasitarios. Sin embargo, el tratamiento T3 es quien registró los mejores resultados en la disminución de los índices parasitarios, prevalencia un 80%, intensidad media (8.4 monogenoideos/pez infestado) y abundancia media (6.7 monogenoideos/pez analizado), lo que se puede observar en la tabla 6 y gráfico 10).

Tabla 6. Índices parasitológicos de monogenoideos parásitos de alevinos de *Piaractus brachypomus* después de exposición del extracto acuoso de *Zingiber officinale*.

Índices P. Tratamientos	PE	PP	P%	A	IM	AM
Inicial						
Inicio	10	10	100	759	75.9	75.9
Final						
T0	10	10	100	722	72.2	72.2
T1	10	10	100	395	39.5	3.95
T2	10	10	100	186	18.6	18.6
T3	10	8	80	67	8.4	6.7

Leyenda: PE= peces examinados PP= peces parasitados P= prevalencia A= abundancia Im= intensidad media AM= abundancia media.

Asimismo, en el gráfico 10, se observa la abundancia de monogenoideos presentes en *Piaractus brachypomus*, asimismo la disminución de parásitos de acuerdo a los tratamientos que se realizaron.

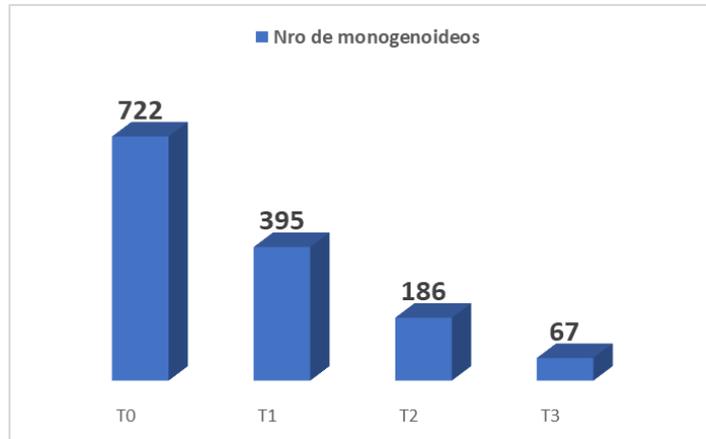


Gráfico 10. Abundancia del número de monogenoideos presentes en los alevinos de *Piaractus brachypomus*.

4.5. Análisis estadístico: Análisis de Varianza. Prueba de Tukey

a) Prueba para *Colossoma macropomum*

Al realizar el cálculo de ANOVA-Test Tukey, se registraron valores estadísticamente significativos ($p < 0.01$), indicando que existen diferencias significativas entre el tratamiento testigo (T0) y los demás tratamientos, existiendo un efecto en el uso de extracto de kiñon para el control de monogenoideos branquiales en ejemplares de *Colossoma macropomum*. Con respecto a la comparación entre tratamientos, se reporta que T2 y T3 son estadísticamente más eficaces que T1 ($p < 0.01$) y que entre T2 y T3 no se reportaron diferencias estadísticamente significativas (ns), asumiendo que ambos tratamientos tienen el mismo efecto para el control de monogenoideos. (Tabla 7 y gráfico 11)

Tabla 7. Comparación del cálculo de ANOVA-Test Tukey de los tratamientos en *Colossoma macropomum*.

Tukey:	(p)
Comparación (T0 -T1)	< 0.01
Comparación (T0 -T2)	< 0.01
Comparación (T0 -T3)	< 0.01
Comparación (T1-T2)	< 0.01

Comparación (T1 -T3)	< 0.01
Comparación (T2 -T3)	Ns

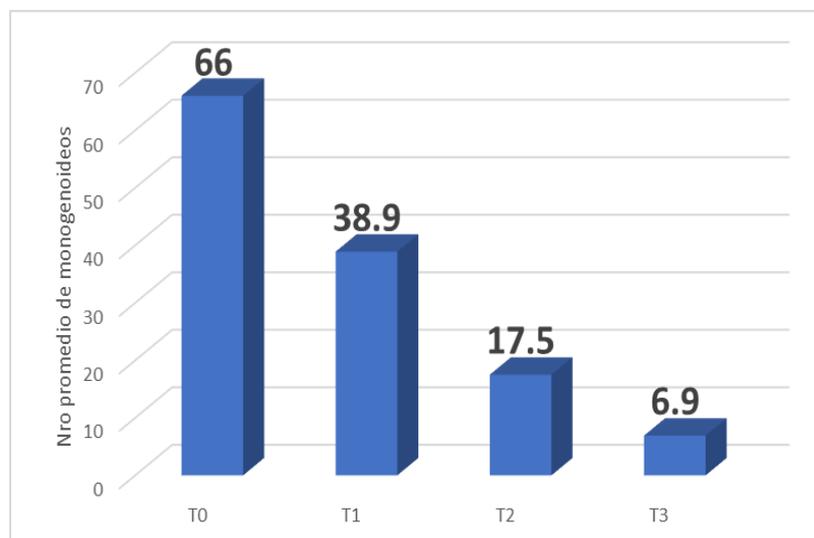


Gráfico 11. Registro de la abundancia media de los monogéneos referente a su carga parasitaria en *Colossoma macropomum*.

b) Prueba para *Piaractus brachypomus*

Al realizar el cálculo de ANOVA-Test Tukey, se registraron valores estadísticamente significativos ($p < 0.01$), indicando que existen diferencias significativas entre el tratamiento testigo (T0) y los demás tratamientos, existiendo un efecto en el uso de extracto de kión para el control de monogéneos branquiales en ejemplares de *Piaractus brachypomus*. Con respecto a la comparación entre tratamientos, se reporta que T2 y T3 son estadísticamente más eficaces que T1 ($p < 0.01$) y que entre T2 y T3 no se reportaron diferencias estadísticamente significativas (ns), asumiendo que ambos tratamientos tienen el mismo efecto para el control de monogéneos. (tabla 8 y gráfico 12)

Tabla 8. Comparación del cálculo de ANOVA-Test Tukey de los tratamientos en *Piaractus brachypomus*.

Tukey:	(p)
Comparación (T0 -T1)	< 0.01
Comparación (T0 -T2)	< 0.01

Comparación (T0 -T3)	< 0.01
Comparación (T1-T2)	< 0.01
Comparación (T1 -T3)	< 0.01
Comparación (T2 -T3)	Ns

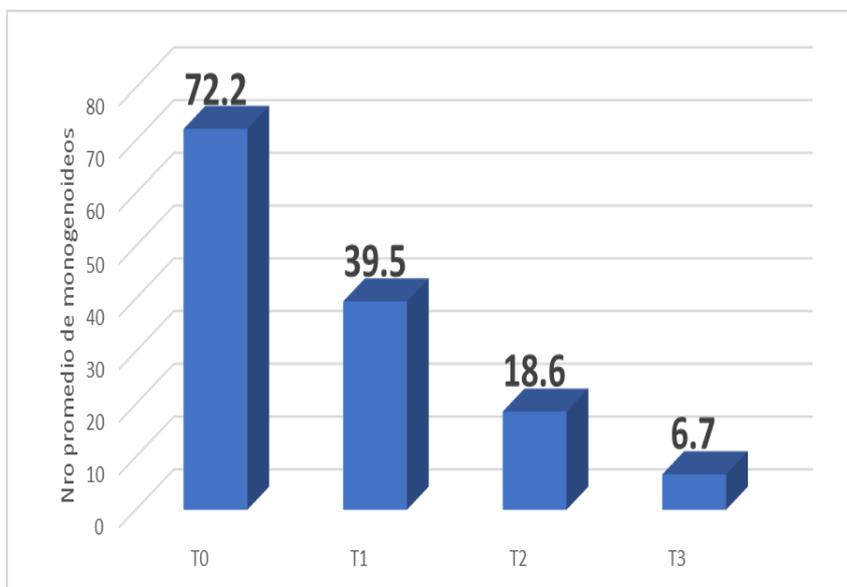


Gráfico 12. Registro de la abundancia media de los monogéneos referente a su carga parasitaria en *Piaractus brachypomus*.

4.6. Parámetros físicos y químicos del agua para *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*

Medición de temperatura

Las diferencias de temperatura del agua máxima y mínima que se registró durante los días de ensayos, se mostraron de la siguiente manera: la temperatura máxima para *Colossoma macropomum* fue de 26.5°C; en tanto, el valor mínimo que fue de 25°C. Asimismo, para *Piaractus brachypomus* su valor máximo fue de 27 °C y como mínimo llegó a medir 26 °C. (Gráfico 13).

Las mediciones de temperatura se presentan en rangos estables demostrando ser niveles favorables para las ambas especies.

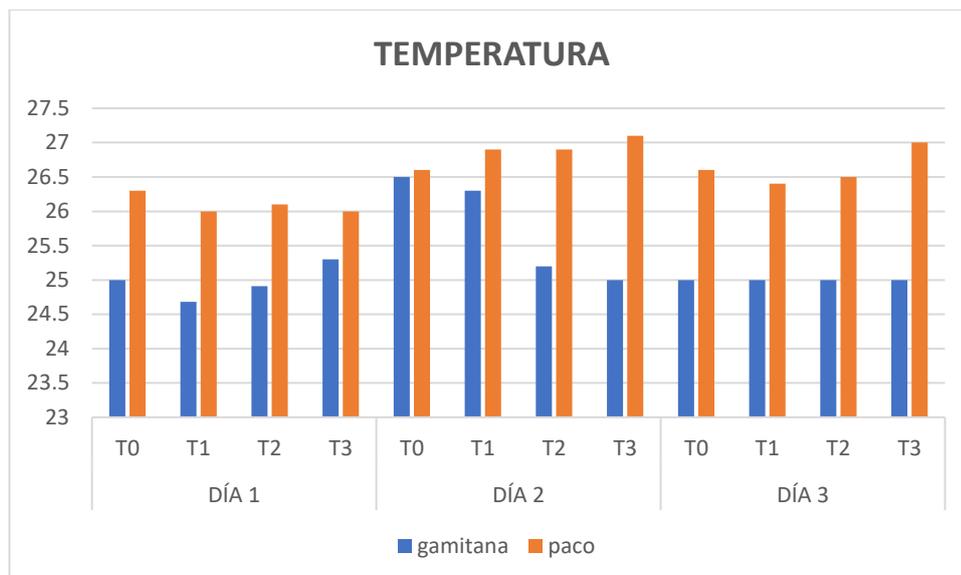


Gráfico 13. Registro de las medidas de temperatura (°C) en los tratamientos en *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*.

Medición de pH

La concentración de pH se registra en promedio mínimo de 6.9 UI y como máximo 7.4 UI, valores aceptables para la especie *Colossoma macropomum* y para *Piaractus brachypomus* registraron valores de 6.5 UI y 7.2 UI como máximo. (Gráfico 14).

El pH durante el periodo de estudio fue estable permitiendo que algunos cambios en el aspecto fisiológico de los especímenes estudiados no se presenten de manera brusca.

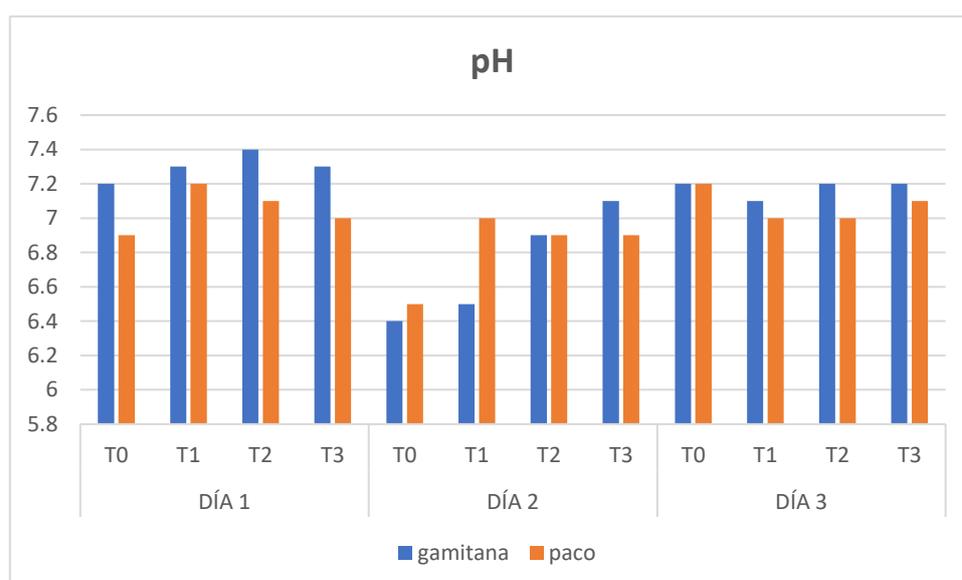


Gráfico 14. Registro de las medidas de pH (UI) en los tratamientos para *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*.

Medición de OD

Se registró en *Colossoma macropomum*, el pico más alto registrado fue de 6.6 mg/l, mientras que el valor mínimo registrado fue de 6.1 mg/l, de igual manera, para *Piaractus brachypomus* el valor más alto registrado fue de 6.6mg/l, mientras que el valor mínimo registrado fue de 6.1 mg/l. (Gráfico 15).

Los valores de este parámetro demostraron concentraciones optimas, indicando una excelente calidad de agua para ambas especies.

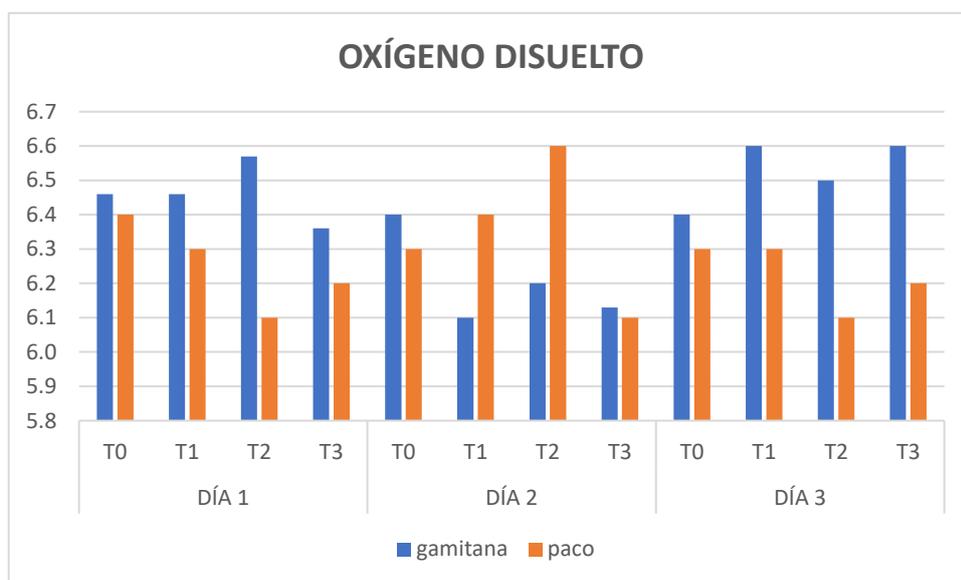


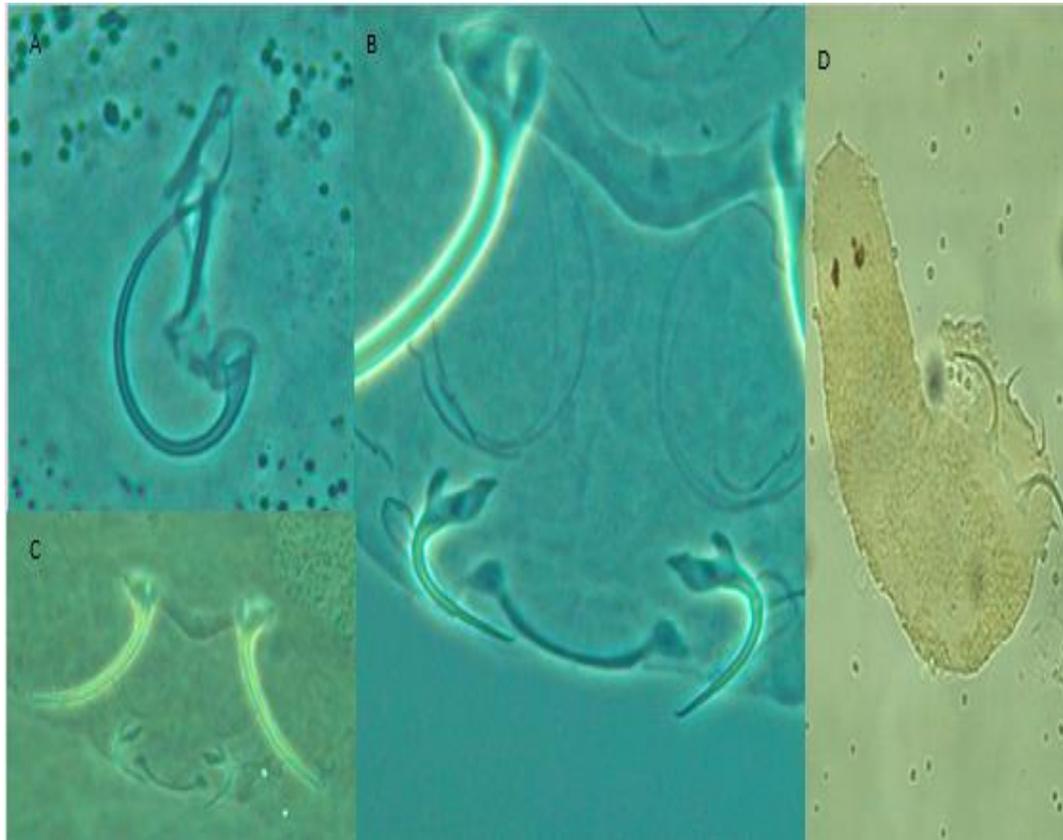
Gráfico 15. Registro de las medidas de oxígeno disuelto (mg/L) en los tratamientos en *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*

Reporte de monogenoideos registrados

De las muestras previas en alevinos de *Colossoma macropomum* “gamitana” se encontraron dos ectoparásitos monogenoideos y sus huevos localizados en las branquias (Fotografía 1) dichos parásitos fueron, *Notozothecium janauachensis* Belmont-Jégui, Domingues & Martins, 2004 (Fotografía 2) y *Anacanthorus spathulatus* Kritsky, Thacher & Kayton, 1979 (Fotografía 3). Asimismo, en *Piaractus brachypomus* “paco” se encontró a *Anacanthorus penilabiatus* Boeger, Husak & Martins, 1995 (Fotografía 4) y *Anacanthorus spathulatus*.



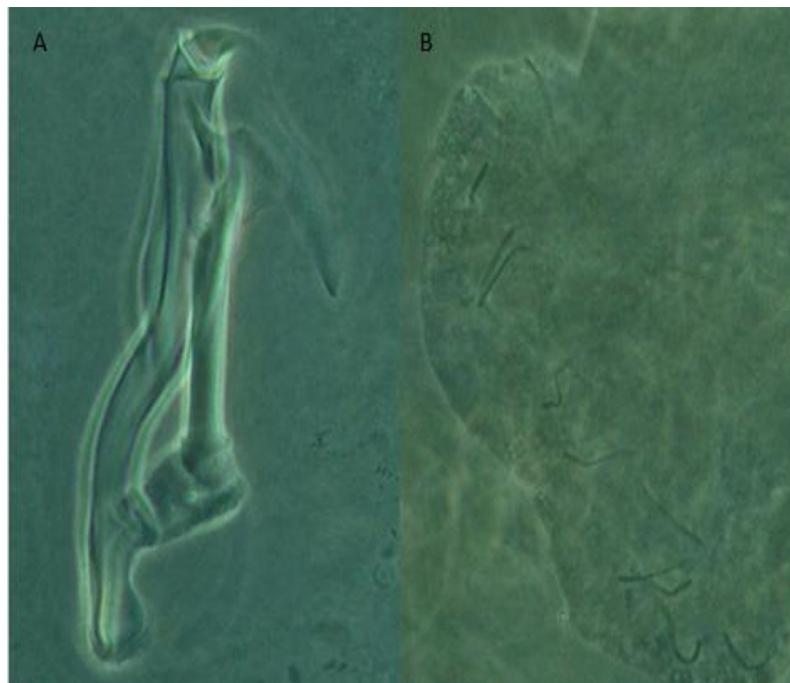
Fotografía 1. Monogenoideos y sus huevos, adheridos en las branquias de alevinos de *Colossoma macropomum* y de *Piaractus brachypomus*.



Fotografía 2. Monogenoideo *Notozothecium janauachensis* registrado parasitando a *Colossoma macropomum*, complejo copulador (A), áncora dorsal (B), barra ventral y áncora ventral (C), vista total del cuerpo (D).



Fotografía 3. Monogenoideo *Anacanthorus spathulatus* registrado parasitando a *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*. Vista ventral del cuerpo (A), complejo copulador (B) y vista ventral del complejo copulador (C) haptor con presencia de ganchos (D).



Fotografía 4. Monogenoideo *Anacanthorus penilabiatus* registrado en *Piaractus brachypomus*. Vista ventral del complejo copulador (A), haptor con ganchos(B).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Al registrar el tiempo de acción del extracto acuoso de *Zingiber officinale* en esta investigación, se probó tres tratamientos *in vitro* de 25 mg/ml, 50 mg/ml y 75 mg/ml para “gamitana” y “paco” con resultados variados en de tiempo de acción que corresponde a 55, 37, 24 y 61, 42 y 26 minutos respectivamente, lo que difiere de lo obtenido en *Poecilia reticulata* “guppy” que uso concentraciones de 75 ppt, 100 ppt, 150 ppt, y 200 ppt del extracto acuoso etanólico de *Zingiber officinale* con tiempos que variaron en 26.1; 18.8; 14.6; 9.9 y 4,9 minutos ⁽¹⁴⁾, determinando que el tiempo de acción *in vitro* está influenciado por el tipo de extracto acuoso/etanólico y el tiempo de exposición.

Estudios *in vitro* para la “carpa común” *Cyprinus carpio* contra *Dactylogyrus* sp. con concentraciones más altas, expusieron a los parásitos a concentraciones de 10, 50, 100 y 250 mg/ml presentando valores de mortalidad del 100% en 5 minutos en la concentración de 250 mg/ml (medición más alta) y en 9 minutos tras la exposición a 100 mg/ml y 50 mg/ml. La mortalidad acumulada fue del 58% en la concentración de 10 mg/ml ⁽⁶¹⁾, lo que difieren con la presente investigación donde se usaron menores concentraciones que van de 25 mg/ml, 50 mg/ml y 75 mg/ml para “gamitana” y “paco” y cuyos tiempos son totalmente diferentes.

No existe muchos trabajos sobre DL50 de *Zingiber officinale*, siendo así este el primer registro, los valores de DL50 en este estudio resultaron ser en alevinos de *C. macropomum* de DL50 = 78.57 mg/ml y para alevinos de *P. brachypomus* fue DL50= 76.67 mg/ml nuestros resultados difieren a los obtenidos utilizando el extracto acuoso de *Mansoa alliacea* cuya concentración letal media de CL50-96h de 188.43 ml/l para *C. macropomum* ⁽²²⁾, demostrando que ambos estudios los concentraciones no tóxicas para *C. macropomum*.

El uso fitoterapéutico de *Mansoa alliacea* en alevinos de *P. brachypomus*, no lograron establecer la DL50-96h del extracto acuoso en dosificaciones de 40,

60, 80, 120 y 160 ml/l, coincidiendo con nuestra investigación que no fue posible establecer toxicidad para el caso de *P. brachypomus*.

En la presente investigación las concentraciones y el tiempo de exposición a los baños fitoterapéuticos con *Zingiber officinale* para los peces en estudio *C. macropomum* y *P. brachypomus*; se determinó que tercer tratamiento (T3) con la concentración de 75 mg/ml del extracto acuoso registró la mayor eficacia para “gamitana” fue el 89.55% y para “paco” fue 90.72% en la eliminación de monogenoideos, en baños terapéuticos de 30 minutos por el periodo de tres días para las dos especies, lo que difiere a la investigación que utilizó otro fitoterapéutico extracto acuoso de hojas de *M. alliacea* que registró una eficacia de 78.61, 89.68 y 80.3% contra monogenoideos de *Otocinclus affinis* en concentraciones de 1, 3 y 5 ml/l, en un tiempo de exposición de 24 horas por el periodo de cinco días ⁽⁶¹⁾.

Usando extracto acuoso de hojas de *M. alliacea* con la especie *P. brachypomus* se determinó una eficacia de 100% en la eliminación del monogeneideo *Anacanthorus* sp., a concentraciones de 40, 80, 120, y 160 ml/l, un tiempo de exposición de seis días, resultados que difieren con la presente investigación con extracto acuoso de *Z. officinale* a concentraciones de 25, 50 y 75 mg/ml con una eficacia de 45.29, 74.24 y 90.72% de efectividad ⁽²²⁾.

Otro estudio utilizando el extracto acuoso de *Mansoa alliacea* registró mayor eficacia en la eliminación de monogenoideos, en la concentración de 90 ml/l con 63.85% de efectividad en baños terapéuticos de 24 horas ⁽²²⁾ para el caso de *C. macropomum*, lo que difiere con nuestra investigación utilizando extracto acuoso *Z. officinale* 75 mg/ml con 89.55% de efectividad en baños terapéuticos de 36 horas, siendo 24 horas el menor periodo en comparación con la presente investigación.

En nuestra investigación los índices parasitológicos de los monogenoideos expuestos al extracto acuoso de *Zingiber officinale*, en *C. macropomum* “gamitana” al inicio registró una intensidad media de 71.6, mientras que al

finalizar se redujo a una intensidad de 7.7, por otro lado, con *P. brachypomus* “paco” al inicio registro una intensidad media de 75.9, posteriormente en la etapa final se redujo a una intensidad de 8.4, lo que difiere al estudio con extracto acuoso etanólico de “kión” realizado con *Poecilia reticulata* “guppy” cuyo resultados fueron de 0.3 de intensidad media al final de la experimentación, demostrando que el extracto etanólico de “kión” es mucho más eficaz que el extracto de “kión” con agua como disolvente ⁽¹⁴⁾.

La temperatura y los parámetros químicos como pH y oxígeno disuelto (OD) registraron rangos óptimos para las dos especies en estudio de “paco” y la “gamitana”, los trabajos realizados con extractos acuosos (kión y ajo sachá) no consideraron registros de los parámetros físicos y químicos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. El *Zingiber officinale* “kión” tiene un efecto antiparasitario en el control de parasitosis en las dos especies estudiadas.
2. El menor tiempo de acción fue registrado en el T3 y el mayor tiempo de acción se registró en el T1 para ambas especies.
3. Las tres dosis utilizadas (10, 20 y 30 ml/l) son efectivas en diferentes periodos de tiempo para ambas especies estudiadas y no presentaron tolerancia a estas concentraciones.
4. Los índices parasitarios registrados en los tratamientos se redujeron significativamente empleando las diferentes dosificaciones de *Zingiber officinale* “kión”.
5. Las diferentes dosificaciones de *Z. officinale* “kión” no alteran a los parámetros físicos y químicos del agua.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar baños intermediarios para evitar estrés y mortalidad en los peces en estudio durante los ensayos.
2. Realizar investigaciones de DL50 del extracto acuoso de *Zingiber officinale* en otras especies de peces de consumo y ornamentales.
3. Realizar nuevos estudios para otros parásitos, empleando extractos etanólicos, aceites esenciales o adherirlos en las dietas.
4. Se recomienda realizar estudios fitoquímicos para conocer los componentes activos que le atribuyen como antiparasitario.
5. Se recomienda monitorear parámetros de calidad de agua como nitrato, nitritos y amoníaco.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. El cultivo de peces amazónicos en el Perú: estado actual y perspectivas [Internet]. [citado 12 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.aquahoy.com/no-categorizado/12481-el-cultivo-de-peces-amazonicos-en-el-peru-estado-actual-y-perspectivas>
2. Produce: Cosecha acuícola en Loreto creció más de 150 % [Internet]. Gob.pe. [citado el 13 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/490929-produce-cosecha-acuicola-en-loreto-crecio-mas-de-150>
3. org.pe. [citado el 13 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/cultivprocespeces.pdf>
4. Bocanegra FA, Olivares LV, Morey GM, Chú LR, Koo FC, del Águila Pizarro M. Parásitos de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachypomus*) cultivados en el CI Quistococha, Loreto, Perú. Cienc Amaz (Iquitos) [Internet]. 2015 [citado el 13 de febrero de 2022];5(1):42–9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5249423>
5. Morey GAM. parasitología en peces de la amazonía. Fundamentos y Técnicas parasitológicas, Profilaxis, Diagnóstico y Tratamiento. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) Iquitos -; 2019.
6. Zambrano JLF, Villalobos ACG. Eficacia de tres tratamientos químicos contra parásitos branquiales de juveniles de *Archosargus rhomboidalis* (Pisces). Ciencias [Internet]. 2000 [citado el 13 de febrero de 2022];8(1). Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/9025>

7. Gob.pe. [citado el 13 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iiap/iiap1/txto05.htm>
8. Hölmstrom K, Gråslund S, Wahlström A. Antibiotic use in shrimp farming and implications for environmental impacts and human health. *International Journal of Food Science & Technology*. 2003; 38:255-66.
9. Henrique S, Schalch C, Tavares-Dias M, Makoto Onaka E. Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo [Internet]. Embrapa.br. [citado el 13 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211040/1/CPAF-AP-2009-Principais-metodos-terapeuticos.pdf>
10. Cabello FC. Antibiotics and aquaculture in Chile: implications for human and animal health. *Rev Med Chil* [Internet]. 2004 [citado el 13 de febrero de 2022];132(8):1001–6. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003498872004000800014
11. Rondón E. J, Villanueva C. C, Gavidia C C, Puicón N. V. Evolución de la dactilgirosis (monogenoideos) en branquias de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) en dos medios de crianza: acuático artificial y semi-natural. *Rev Investig Vet Peru* [Internet]. 2021 [citado el 13 de febrero de 2022];32(2):e20015. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S160991172021000200011&script=sci_arttext&tlng=pt
12. Fortt Z A, Cabello C F, Buschmann R A. Residues of tetracycline and quinolones in wild fish living around a salmon aquaculture center in Chile. *Rev Chilena Infectol* [Internet]. 2007 ;24(1):14–8. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071610182007000100002&script=sci_arttext&tlng=en

13. Cabello F C. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environ Microbiol* 2006; 8: 1137-44
14. Levy G, Zilberg D, Paladini G, Fridman S. Efficacy of ginger-based treatments against infection with *Gyrodactylus turnbulli* in the guppy (*Poecilia reticulata* (Peters)). *Vet Parasitol* [Internet]. 2015;209(3–4):235–41. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401715001120>
15. Soares BV, Neves LR, Oliveira MSB, Chaves FCM, Dias MKR, Chagas EC, et al. Antiparasitic activity of the essential oil of *Lippia alba* on ectoparasites of *Colossoma macropomum* (tambaqui) and its physiological and histopathological effects. *Aquaculture*. 1 de febrero de 2016; 452:107-14.
16. Soares BV, Neves LR, Ferreira DO, Oliveira MSB, Chaves FCM, Chagas EC, et al. Antiparasitic activity, histopathology and physiology of *Colossoma macropomum* (tambaqui) exposed to the essential oil of *Lippia sidoides* (Verbenaceae). *Vet Parasitol*. 30 de enero de 2017; 234:49-56.
17. Da Costa JC, Valladão GMR, Pala G, Gallani SU, Kotzent S, Crotti AEM, et al. *Copaifera duckei* oleoresin as a novel alternative for treatment of monogenean infections in pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Aquaculture*. 20 de marzo de 2017; 471:72-9.
18. Soares BV, Cardoso ACF, Campos RR, Gonçalves BB, Santos GG, Chaves FCM, et al. Antiparasitic, physiological and histological effects of the essential oil of *Lippia origanoides* (Verbenaceae) in native freshwater fish *Colossoma macropomum*. *Aquaculture*. 20 de febrero de 2017; 469:72-8.

19. Ferreira LC, Cruz MG da, Lima TBC, Serra BNV, Chaves FCM, Chagas EC, et al. Antiparasitic activity of *Mentha piperita* (Lamiaceae) essential oil against *Piscinoodinium pillulare* and its physiological effects on *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). *Aquaculture*. 15 de octubre de 2019; 512:734343
20. Gonzales APPF, Santos GG, Tavares-Dias M. Anthelmintic potential of the *Ficus insipida* latex on monogeneans of *Colossoma macropomum* (Serrasalmidae), a medicinal plant from the Amazon. *Acta Parasitol*. 1 de diciembre de 2019;64(4):927-31
21. Alves CMG, Nogueira JN, Barriga IB, dos Santos JR, Santos GG, Tavares-Dias M. Albendazole, levamisole and ivermectin are effective against monogeneans of *Colossoma macropomum* (Pisces: Serrasalmidae). *J Fish Dis*. 2019;42(3):405-12.
22. Arbildo Ortiz H. Efecto toxicológico y antiparasitario del extracto acuoso y del aceite esencial de las hojas de *Mansoa alliacea* "AJO SACHA" en alevinos de *Colossoma macropomum* procedentes de ambientes controlados, región Loreto, Perú. 2021 [citado 12 de febrero de 2022]; Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3020905>
23. García Dávila C, Sánchez Riveiro H, Flores Silva MA, Mejía de Loayza E, Angulo Chávez C, Castro Ruiz D, et al. Peces de consumo de la Amazonía peruana [Internet]. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana; 2018 [citado 13 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/368>.
24. Org.pe. [citado el 13 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/CultivProcesPeces.pdf>

25. *Colossoma macropomum* [Internet]. Kripkit.com. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://kripkit.com/colossoma-macropomum/>
26. La Cachama [Internet]. Agrotendencia.tv. 2019 [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-cachama/>
27. Simone Chincz Cohen Anna Kohn, On Dactylogyridae (Monogenea) of four species of characid fishes from Brazil, 2009. Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, Laboratório de Helmintos Parasitos de Peixes
28. Negreiros LP, Tavares-Dias M, Negreiros LP, Tavares-Dias M. Parasites in farmed *Piaractus brachipomus* (Serrasalminae) in the state of Acre, western Brazilian Amazonia. Acta Amazonica. diciembre de 2019;49(4):294-8.
29. Dias, M., Tavares-Dias, M. & Marchiori, N., 2012. Primer informe de *Linguadactyloides brinkmanni* (Monogeneoidea: *Linguadactyloidea*) en híbridos de *Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus* (Characidae) de América del Sur.
30. Jengibre [Internet]. Ecured.cu. [citado el 15 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Jengibre>
31. Hernández L. (2013). Determinación del potencial nutracéutico y la actividad antioxidante de la miel propolizada elaborada por la Empresa Apicare, Riobamba - Chimborazo. [Tesis para optar el Título de Químico y Farmacéutico]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias; 2013. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3190/1/56T00428.pdf>

32. yehlincarrillo. El Jengibre [Internet]. Monografias.com. 2003 [citado el 15 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos14/jenjibre/jenjibre>
33. Vergara, J. (2009). Manual de las Buenas Prácticas Agrícolas para Jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe.) Asociado Plátano (*Musa paradisiaca* Linneo.). Antioquía – Colombia. 116 pp
34. Vista do perfil fitoquímico e biológico do extrato hidroalcoólico dos rizomas do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) [Internet]. Grupointegrado.br. [citado el 16 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/1010/482>
35. Vista de Determinación de la composición fitoquímica del extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* (kion) en la selva central del Perú [Internet]. Edu.pe. Disponible en: <https://revistas.uoosevelt.edu.pe/index.php/VISCT/article/view/3/3>
36. Enriquez Flores AM, Prieto Vela EP. Estudio farmacognóstico y fitoquímico del rizoma de *Zingiber officinale* roscoe “jengibre” de la ciudad de Chanchamayo - región Junín - Perú. Universidad Nacional de Trujillo; 2007.
37. Silva I. Estudo fitoquímico e etnobotânico das plantas medicinais mais comercializadas nas feiras livres de alguns municípios do Curimataú paraibano e do Trairí potiguar. Phytochemical and ethnobotanical study of medicinal plants most traded in the free markets of some municipalities Paraíba Curimataú and Potiguar Trairí [Internet]. 2013; Disponible en: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/10714>

38. Mesomo MC. Obtenção de extrato de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) usando Co₂ supercrítico e propano comprimido: cinética de extração e Atividade biológica. Curitiba – PR: Universidade Federal Do Paraná – UFPR; 2013
39. Rahmani AH, Shabrmi FMA, Salah MA. Active ingredients of ginger as potential candidates in the prevention and treatment of diseases via modulation of biological activities. Intern Jour Physio Pathoph Pharm 6(2): 125–136. Bethesda – EUA. 2014.
40. Dhanik J, Arya N, Nand VA. Review on *Zingiber officinale*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(3): 174-184. 2017
41. Medeiros RONB. Estudo da aplicação na área da saúde do gengibre, sua caracterização química. [Mestrado]. Granja – Portmgal: Instituto Superior De Ciências Da Saúde Egas Moniz. 2017.
42. Breve relato sobre os efeitos terapêuticos do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). 13 de junio de 2019 [citado 15 de febrero de 2022]; Disponible en: <http://repositorio.faema.edu.br:8000/jspui/handle/123456789/2443>.
43. Rae.es. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/extracto>
44. Rae.es. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/extracto>.
45. Terminología de los efectos ambientales de los elementos y compuestos químicos [Internet]. Lenntech.es. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.lenntech.es/periodica/medio-ambiente/efectos-ambientales.htm>

46. Monogenea - español - definición, gramática, pronunciación, sinónimos y ejemplos [Internet]. Glosbe.com. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://es.glosbe.com/es/es/Monogenea>
47. ¿Qué es Fitoterapia? [Internet]. Sefit.es. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.sefit.es/que-es-fitoterapia/>
48. Definición de Terapéutico [Internet]. Definición ABC. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/ciencia/terapeutico.php>
49. Diferencia entre ciclo de vida directo y ciclo de vida indirecto [Internet]. Diferenciario. 2019 [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://diferenciario.com/ciclo-de-vida-directo-y-ciclo-de-vida-indirecto/>
50. Parásitos. Conceptos básicos [Internet]. Mhmedical.com. [citado el 14 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/Content.aspx?bookid=2169§ionid=162985669>
51. Diccionario de dosis letal media [Internet]. Raing.es. [citado el 15 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://diccionario.raing.es/es/lema/dosis-letal-media>
52. Exportemos.pe. [citado el 21 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/BOLETIN%20JENGBRE.pdf>
53. Levy G, Zilberg D, Paladini G, Fridman S. Efficacy of ginger-based treatments against infection with *Gyrodactylus turnbulli* in the guppy (*Poecilia reticulata* (Peters)). *Vet Parasitol* [Internet]. 2015;209(3–4):235–41. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401715001120>

54. Toulah F, Ashoor S, Wakid M, Alshathly M. In vitro antihelminthic activity of ethanol *Zingiber officinale* extract on *Fasciola gigantica* in comparison to triclabendazole. J Egypt Soc Parasitol [Internet]. 2019 [citado el 23 de febrero de 2022];49(3):599–610. Disponible en: https://journals.ekb.eg/article_68063.html
55. Costa CM de S, da Cruz MG, Lima TBC, Ferreira LC, Ventura AS, Brandão FR, et al. Efficacy of the essential oils of *Mentha piperita*, *Lippia alba* and *Zingiber officinale* to control the acanthocephalan *Neoechinorhynchus buttnerae* in *Colossoma macropomum*. Aquac rep [Internet]. 2020;18(100414):100414. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513419304144>
56. Mukherjee, S., Mandal, N., Dey, A., Mondal, B., 2012. An approach towards optimization of the extraction of polyphenolic antioxidants from ginger (*Zingiber officinale*). J. Food Sci. Technol., 1–8.
57. Harmalkar, M.N., Desai, P., 2011. Comparative assessment of antibacterial activity of ginger extracts with antimicrobial agents. Int. J. Pharmacol. Biol. Sci. 5, 33–38.
58. Arévalo Endara KG, Ayala Mendoza AA. Estudio bibliográfico comparativo de los compuestos químicos y del efecto antiinflamatorio presentes en el jengibre (*Zingiber officinale* R.) y la cúrcuma (*Curcuma longa* L.). Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas; 2022.
59. Liu, Y.T., Wang, F., Wang, G.X., Han, J., Wang, Y., Wang, Y.H., 2010. In vivo anthelmintic activity of crude extracts of *Radix Angelicae pubescentis*, *Fructus bruceae*, *Caulis spatholobi*, *Semen aesculi*, and *Semen pharbitidis* against *Dactylogyrus intermedius* (Monogenea) in goldfish (*Carassius auratus*). Parasitol. Res. 106, 1233–1239.

60. Drago FB, Núñez V. Capítulo 5. Clase Monogenea [Internet]. Edu.ar. [cited 2023 Mar 2]. Available from: <http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/documentos/sipcyt/bfa006057.pdf>
61. Phan Van Q, Harmanşa Yilmaz B, Yavuzcan H. Zencefil (*Zingiber officinale*) ve Nar Kabuğunun (*Punica granatum*) Monogenean Parazitlerden *Dactylogyrus* sp.'e Karşı Antiparazitik Aktivitesinin *in vitro* Olarak Belirlenmesi. Acta Aquatica Turcica [Internet]. 2020; Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1148000>
62. Fortt Z A, Cabello C F, Buschmann R A. Residues of tetracycline and quinolones in wild fish living around a salmon aquaculture center in Chile. Rev Chilena Infectol [Internet]. 2007 ;24(1):14–8. Available from: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071610182007000100002&script=sci_arttext&tlng=en
63. Cabello F C. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. Environ Microbiol 2006; 8: 1137-44.
64. Curinuqui López LM, Pérez Reátegui V. Eficacia del látex de *Ficus insipida* en el control de ectoparásitos monogéneos de *Brochis splendens* y *Colossoma macropomum* en Loreto. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2021.
65. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas [Internet]. Idrc-crdi.ca. [cited 2023 Oct 17]. Available from: <https://idrc-crdi.ca/sites/default/files/openebooks/147-7/index.html>

ANEXOS

Anexo 2. Ficha de registro de calidad de agua para los ensayos con el extracto de *Zingiber officinale*

Ficha de registro de calidad de agua

Experimento: _____ Fitoterapéutico: _____

Fecha/Hora _____

Tratamiento / Repetición	Mediciones			Observaciones
	Temperatura (°C)	pH (UI)	Oxígeno disuelto (mg/l)	
T1				
T2				
T3				

Anexo 3. Instalaciones del laboratorio de Parasitología y Sanidad Acuícola-IIAP



Anexo 4. Acondicionamiento de “paco” y “gamitana” para la infestación experimental.



Anexo 5. Fase de preparación del extracto.



1. Se selecciona 100 gr de rizoma de "kion", se lava y corta en pequeños trazos.



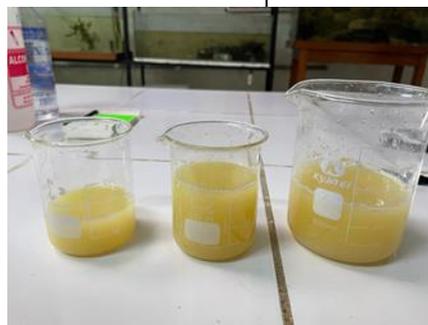
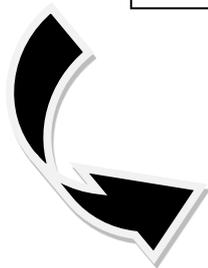
2. Se adiciona un 1 litro de agua destilada con 100 gramos de "kion" en la licuadora.



4. Se obtiene la solución "madre".



3. Se licua por unos minutos, posteriormente se cola el extracto cuidadosamente.



5. De esta solución "madre" se ha obtenido las concentraciones

Anexo 6. Acondicionamiento de los peces para los ensayos.



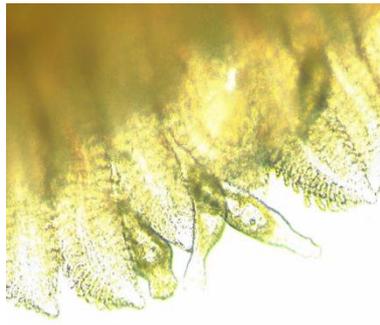
Anexo 7. Ensayos de DL50 en *Colossoma macropomum*.



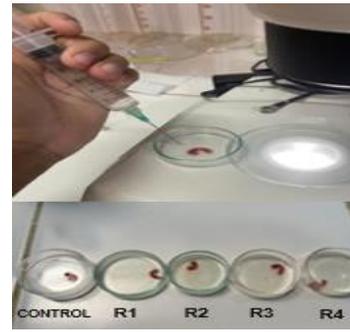
Anexo 8. Ensayos de DL50 en *Piaractus brachipomus*



Anexo 9. Metodología de los ensayos antiparasitarios del extracto



Branquias infestadas



Pruebas *in vitro*



Pruebas *in vivo*



Aplicación del extracto acuoso



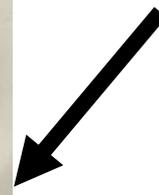
Análisis de los parámetros
del agua



Necropsia de peces y colecta



Registro y toma de fotos de monogenoideos



Anexo 10. Mortalidades de los alevinos expuestos al extracto acuoso.

Tabla 9. Mortalidad de los alevinos de *Colossoma macropomum*,

DOSIS	Muertes			
(mg/ml)	N° gamitanas	Día 1	Día 2	Día 3
T3=75	10	0	0	4
T2=50	10	0	0	2
T1=25	10	0	0	0
0	10	0	0	0

Tabla 10. Mortalidad de los alevinos de *Piaractus brachypomus*,

Dosis	Muertes			
(mg/ml)	N° de pacos	Día 1	Día 2	Día 3
T3=75	10	0	0	4
T2=50	10	0	0	3
T1=25	10	0	0	0
0	10	0	0	0

Anexo 11. Obtención de “kión” puro (seco)



Preparación del extracto
(100 gr + 1L de agua).



Se usó 200 ml de la muestra, y se lo puso en 4 recipientes de 50 ml cada uno.



La solución obtenida se congeló a temperaturas de $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$ (24 horas), los recipientes fueron llevados a la maquina liofilizadora, por de 72 horas a presión de 0.030 mbar (milibar) con temperatura a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Se obtuvo 500 mg de muestra en polvo de kión.

<p style="text-align: center;">200 ml \rightarrow 500,0 mg</p> <p style="text-align: center;">100 ml \rightarrow 250 mg</p> <p style="text-align: center;">$C_1V_1 = C_2V_2$</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">100 ml \rightarrow 250 mg</p> <p style="text-align: center;">1 ml \rightarrow X</p> <p style="text-align: center;">X = 2,50 mg/ml</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">10 ml = 25 mg/ ml</p> <p style="text-align: center;">20 ml = 50 mg/ ml</p> <p style="text-align: center;">30 ml = 75 mg/ ml</p> </div>
<p>Leyenda = $C_1 = 100\text{ ml}$ $V_1 = 250\text{ ml}$ $C_2 = X$</p>