



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS**  
**NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TEMA:**

**EFFECTO DE ZUMO DE MARCO (*Ambrosia peruviana*), JENGIBRE (*Zingiber officinale*) Y SAL YODADA PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE SAPROLEGNIASIS EN TRUCHAS ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) DEL PROYECTO PISCÍCOLA MARCOPAMBA.**

Proyecto de investigación previo la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**AUTORES:**

Rosa Elena Cabrera Román

Pablo Alejandro Veloz Lombeida

**DIRECTOR:**

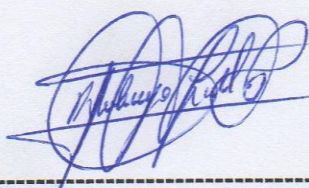
Dr. Fredy Rodrigo Guillín Núñez. MSc.

**GUARANDA - ECUADOR**

**2022**

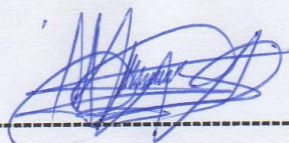
EFFECTO DE ZUMO DE MARCO (*Ambrosia peruviana*), JENGIBRE (*Zingiber officinale*) Y SAL YODADA PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE SAPROLEGNIASIS EN TRUCHAS ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) DEL PROYECTO PISCÍCOLA MARCOPAMBA.

**REVISADO Y APROBADO POR:**



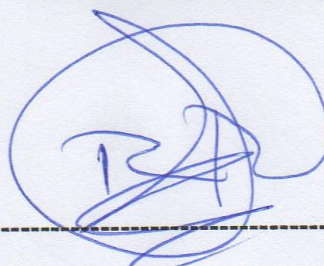
-----  
**Dr. Fredy Rodrigo Guillín Núñez. MSc.**

**DIRECTOR**



-----  
**Ing. Víctor Alejandro Bósquez Barcenés PhD.**

**ÁREA DE BIOMETRÍA**



-----  
**Dr. Edison Riveliño Ramón Curay MSc.**

**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**

## CERTIFICACIÓN DE AUDITORÍA

Nosotros **ROSA ELENA CABRERA ROMÁN** con C.C. 0250074259, **PABLO ALEJANDRO VELOZ LOMBEIDA** con C.C. 0202028429, declaramos que este trabajo y los resultados presentados en este proyecto de investigación, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y la Normativa Institucional Vigente.



Rosa Elena Cabrera Román  
C.C. 025007425-9



Pablo Alejandro Veloz Lombeida  
C.C. 020202842-9



Dr. Fredy Rodrigo Guillín Núñez MSc.  
DIRECTOR



Ing. Victor Alejandro Bòsquez Barcenas PhD.  
ÁREA DE BIOMETRÍA.



Dr. Edison Rivelino Ramón Curay MSc.  
ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA





**DRA. MSc. GINA CLAVIJO CARRION**  
*Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.*

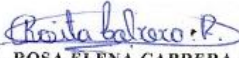
ESCRITURA N° 20220201004P01243

**DECLARACIÓN JURAMENTADA**

**OTORGAN:**  
**PABLO ALEJANDRO VELOZ LOMBEIDA Y**  
**ROSA ELENA CABRERA ROMAN.**  
**CUANTÍA: INDETERMINADA**  
**DI 1 COPIA**

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy viernes a los dos días del mes de diciembre del año dos mil veintidós, ante mi **DOCTORA MS. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores **PABLO ALEJANDRO VELOZ LOMBEIDA**, de estado civil soltero y **ROSA ELENA CABRERA ROMAN**, de estado civil soltera, ambas por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliado el primero en la parroquia San José de Chimbo, Cantón Chimbo y de paso por este cantón de Guaranda, Provincia Bolívar, con número celular cero nueve ocho cinco cuatro uno siete tres nueve tres y con correo electrónico [pveloz@mailes.neb.edu.ec](mailto:pveloz@mailes.neb.edu.ec); y la segunda en la parroquia Angel Polibio Chaves, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con número celular cero nueve nueve cuatro cinco tres cinco nueve ocho siete y con correo electrónico [rcabrera@mailes.neb.edu.ec](mailto:rcabrera@mailes.neb.edu.ec), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros los señores **PABLO ALEJANDRO VELOZ LOMBEIDA**, de estado civil soltero y **ROSA ELENA CABRERA ROMAN**, de estado civil soltera, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado **EFEECTO DE ZUMO DE MARCO (Ambrosia peruviana), JENGIBRE (zingiber officinale) Y SAL YODADA PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE SAPROLEGNIOSIS EN TRUCHAS ARCOÍRIS (Oncorhynchus mykiss) DEL PROYECTO PISCÍCOLA MARCOPAMBA**, previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios Zootecnistas, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí el Notaria, aquellos se ratifican en todas sus partes y firma junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.....

  
**SR. PABLO ALEJANDRO VELOZ LOMBEIDA.**  
C.C. 020202842-9

  
**SRTA. ROSA ELENA CABRERA ROMAN.**  
C.C. 025007425-9

  
**DRA. MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION**  
**NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**





## DEDICATORIA

Nuestro trabajo de investigación lo dedicamos primeramente a Dios por habernos otorgado una familia maravillosa, quienes ha sido nuestra guía, fortaleza y con su apoyo incondicional han estado con nosotros hasta el día de hoy.

A nuestros queridos padres por ser el pilar fundamental en nuestras vidas quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, para así ser unos buenos profesionales, además de esto nos enseñaron el valor, el sacrificio de cada cosa, que nada es fácil en la vida, que hay que luchar para alcanzar nuestras metas anheladas.

A nuestras hermanas y hermanos por estar siempre presentes, acompañándonos en todo momento en esta etapa de nuestras vidas, siempre confiando en nuestro esfuerzo, gracias por haber fomentado en nosotros el deseo de superación y anhelo de triunfo en la vida.

A nuestros sobrinos y sobrinas quienes han sido y son nuestra motivación, inspiración y felicidad por que llenan de gozo cada día de nuestras vidas.

A nuestros primos y primas quienes con sus consejos nos han motivado para no rendirnos y seguir adelante.

A nuestro adorado hijo Pablo Benjamín Veloz Cabrera, su nacimiento fue el inicio de un cambio muy considerado, llegando a llenar nuestras vidas de felicidad e inspiración, siendo una parte muy importante para seguir adelante, sin agachar la cabeza y con la frente en alto, es sin duda alguna el motor fundamental para seguir superándonos en la vida, siendo nuestro sustento moral para avanzar y alcanzar esta y muchas metas más propuestas en nuestra vida.

A todos nuestros familiares les dedicamos el presente trabajo porque han fomentado en nosotros el deseo de superación y de triunfo en la vida, este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; hemos logrado concluir con éxito un proyecto que en

un principio podría parecer tarea titánica e interminable.

Quisiéramos dedicar nuestra tesis a ustedes, personas de bien, seres que ofrecen amor, gracias por ser parte de nuestras vidas y por permitirnos ser parte de su orgullo.

**Rosa Elena Cabrera Román**

**Pablo Alejandro Veloz Lombeida**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro Dios y a nuestra Virgen del Guayco por regalarnos salud y vida llenándonos de bendiciones y dándonos las fuerzas necesarias para enfrentar los obstáculos que se han presentado, superándolos durante el camino a nuestro desarrollo como profesionales.

Agradecemos infinitamente a nuestros padres por sus sacrificios y consejos brindados hacia nosotros, apoyándonos a cada uno de nuestros hermanos para superarnos y alcanzar las metas propuestas formándonos como personas de bien, también agradecemos a nuestros familiares por el apoyo brindado.

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por habernos abierto las puertas de esta noble institución, brindándonos la oportunidad de educarnos y formarnos como Médicos Veterinarios Zootecnistas, permitiéndonos aportar en el desarrollo de la sociedad.

De manera especial agradecerles a los miembros de nuestro tribunal del proyecto de investigación: Dr. Rodrigo Guillín MSc. Director, Ing. Alejandro Bósquez PhD. Biometrista; Dr. Rivelino Ramón MSc. Redacción Técnica, por brindarnos sus conocimientos, tiempo y sobre todo paciencia hasta culminar la meta propuesta.

**Rosa Elena Cabrera Román**

**Pablo Alejandro Veloz Lombeida**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II. PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
3.1 Piscicultura.....	4
3.1.1 Generalidades de la piscicultura.....	4
3.1.2 Control y manejo en cultivo de peces .....	4
3.1.3 Factores ambientales .....	4
3.2 Truchas arcoíris .....	6
3.2.1 Aspectos generales .....	6
3.2.2 Características físicas .....	7
3.2.3 El Cultivo de truchas en el Ecuador. ....	7
3.2.4 Taxonomía.....	8
3.2.5 Morfología de la trucha ecuatoriana .....	8
3.2.6 Etapas biológicas de desarrollo de la trucha .....	9
3.3 Manejo de la trucha .....	10
3.3.1 Calidad del agua.....	10
3.3.2 Recambio de agua .....	10

3.3.3	Temperatura .....	11
3.3.4	Hábitat .....	11
3.3.5	Alimentación .....	11
3.4	Enfermedades de la trucha arcoíris .....	11
3.4.1	Enfermedades causadas por virus.....	12
3.4.2	Enfermedades parasitarias.....	12
3.4.3	Enfermedades bacterianas .....	12
3.4.4	Enfermedades micóticas.....	13
3.5	Saprolegniasis.....	13
3.5.1	Agente etológico .....	13
3.5.2	Ciclo de vida.....	14
3.5.3	Sintomatología .....	14
3.5.4	Transmisión.....	15
3.5.5	Causas.....	15
3.5.6	Difusión.....	16
3.5.7	Tratamiento .....	16
3.6	Ajo.....	17
3.7	Jengibre .....	17

3.7.1	Clasificación taxonómica .....	18
3.7.2	Composición Química.....	18
3.7.3	Componente .....	19
3.7.4	Propiedades .....	19
3.8	Marco (Ambrosia peruviana) .....	21
3.8.1	Composición química.....	21
3.8.2	Taxonomía.....	22
3.8.3	Actividad antibacteriana.....	22
3.8.4	Actividad antiparasitaria .....	22
3.8.5	Actividad antimicótica .....	22
3.9	Sal yodada .....	23
3.10	Efectos terapéuticos de la sal .....	23
3.11	Diagnóstico de saprolegniasis .....	23
3.11.1	Método de observación directa .....	24
3.11.2	Método de laboratorio (cultivo micótico) .....	24
3.11.3	Método Histopatológico.....	24
<b>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO .....</b>		<b>25</b>
4.1	Localización de la investigación .....	25

4.1.1	Situación geográfica y climática .....	25
4.1.2	Zona de vida.....	25
4.1.3	Material experimental .....	26
4.1.4	Materiales de campo.....	26
4.1.5	Material de oficina.....	27
4.1.6	Instalaciones .....	27
4.2	Métodos .....	27
4.2.1	Factores en estudio .....	27
4.2.2	Tratamiento .....	27
4.2.3	Tipo de análisis.....	28
4.2.4	Procedimiento.....	28
4.2.5	Métodos de evaluación y datos tomados.....	29
4.2.6	Manejo del ensayo.....	30
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>33</b>
5.1	Diagnóstico de Saprolegniasis en trucha arcoíris.....	33
5.2	Prevalencia de la Saprolegniasis por zonas anatómicas en trucha arcoíris.....	34
5.3	Prevalencia de la <i>Saprolegniasis</i> en trucha arcoíris .....	37
5.4	Porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris durante la adaptación; 4	



días y 8 días después de aplicar los tratamientos .....	40
5.5 Mortalidad en trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos .....	43
5.6 Determinación del efecto de los tratamientos para el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris .....	46
5.7 Correlación y regresión lineal .....	49
<b>CAPÍTULO VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
7.1 Conclusiones .....	53
7.2 Recomendaciones.....	55
<b>Bibliografía .....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 10.- Frecuencia y porcentajes de truchas juveniles que dieron positivo para Saprolegniasis.....	33
Tabla 11.- Análisis de varianza (ADEVA) para prevalencia de Saprolegniasis, por zonas anatómicas en truchas juveniles al inicio y final del ensayo.....	34
Tabla 12.- Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis, por zonas anatómicas en truchas juveniles al inicio y final del ensayo.....	35
Tabla 13.- Análisis de varianza (ADEVA) para prevalencia de Saprolegniasis, en truchas, Inicial, 4 días y 8 días.....	37
Tabla 14.- Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis, en truchas, Inicial, 4 días y 8 días.....	38
Tabla 15.- Análisis de varianza (ADEVA) para porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris durante la adaptación; a los 4 días y 8 días después de aplicar los tratamientos.....	40
Tabla 16.- Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris durante la adaptación; a los 4 días y 8 días después de aplicar los tratamientos.....	41
Tabla 17.- Análisis de varianza (ADEVA) para la mortalidad en trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos.....	43
Tabla 18.- Prueba de Tukey al 5% para mortalidad de trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos.....	44
Tabla 19.- Análisis de varianza (ADEVA) para la determinación del efecto de los tratamientos sobre el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris.....	46
Tabla 20.- Prueba de Tukey al 5% para la determinación del efecto de los tratamientos en el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris.....	47

Tabla 21.-	Análisis de correlación y regresión de las variables independientes (Xsn), que tuvieron una significancia estadística sobre el efecto de los tratamientos en el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris (variable dependiente - Y).....	49
------------	---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.-	Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas en truchas juveniles, al inicio y final del ensayo.....	36
Figura 2.-	Prevalencia de Saprolegniasis en truchas arcoíris, al inicio, 4 días y 8 días del ensayo.....	39
Figura 3.-	Porcentaje de morbilidad de Saprolegniasis en truchas arcoíris, durante la adaptación; 4 días y 8 días después de aplicar los tratamientos.....	42
Figura 4.-	Mortalidad de trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos.....	45
Figura 5.-	Determinación del efecto de los tratamientos en el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris.....	47
Figura 6.-	Análisis de regresión.....	50



## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.- Mapa de ubicación de la investigación

Anexo 2.- Base de datos

Anexo 3.- Evidencias de la investigación

## RESUMEN

Efecto de zumo de marco, jengibre y sal yodada para el diagnóstico y tratamiento de saprolegniasis en truchas arcoíris del proyecto piscícola Marcopamba. Para este trabajo de investigación se planteó diagnosticar mediante exámenes de laboratorio la presencia de saprolegniasis, determinar la evolución de las áreas afectadas por saprolegniasis posterior a la aplicación de los tratamientos propuestos, establecer los porcentajes de morbilidad y mortalidad de truchas juveniles durante el tratamiento, comparación de la eficacia de la aplicación de zumo de marco, jengibre y sal yodada en el tratamiento de *saprolegniasis*. El estudio se llevó a cabo en el Proyecto Piscícola Marcopamba, los tratamientos adicionarse fueron, (T1: ½ litro de zumo de Marco en 25L de agua, T2: 12.50g de macerado de jengibre en 25L/agua, T3: 453.5g de sal yodada en 25L de agua). Los principales resultados fueron; Identificación del hongo *Saprolegniasis sp* mediante siembra de cultivos en el laboratorio. Para la variable morbilidad se obtuvo el 34% de afectación al final del ensayo; con una reducción de 90.9%. La variable mortalidad se tomó durante todo el tratamiento donde, T0 obtuvo el 10% de su población muerta, T3 con el 5%, T1 con el 2.3% y T2 con el 0%. En este ensayo se pudo evidenciar que la efectividad del T2 fue significativamente superior, al T1 y T3 en el control de *Saprolegniasis*.

**Palabras claves:** Trucha arcoíris, morbilidad, mortalidad, laboratorio.

## **SUMMARY**

Effect of Marco juice, ginger and iodized salt for the diagnosis and treatment of saprolegniasis in rainbow trout from the Marcopamba fish farm project. For this research work, it was proposed to diagnose the presence of saprolegniasis through laboratory tests, determine the evolution of the areas affected by saprolegniasis after the application of the proposed treatments, establish the percentages of morbidity and mortality of juvenile trout during treatment, comparison of the efficacy of the application of marco juice, ginger and iodized salt in the treatment of saprolegniasis. The study was carried out in the Marcopamba Fish Project, the treatments added were (T1: ½ liter of Marco juice in 25L of water, T2: 12.50g of ginger macerate in 25L/water, T3: 453.5g of salt iodized in 25L of water). The main results were: The fungus was identified by planting cultures in the laboratory, where it came out positive for Saprolegniasis sp. For the morbidity variable, 34% involvement was obtained at the end of the trial; with a reduction of 90.9%. The mortality variable was taken throughout the treatment where, T0 obtained 10% of its dead population, T3 with 5%, T1 with 2.3% and T2 with 0%. In this trial it was possible to show that the effectiveness of T2 was significantly superior to T1 and T3 in the control of Saprolegniasis.

**Keywords:** Rainbow trout, morbidity, mortality, laboratory

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la producción acuícola y pesquera de nuestro país Ecuador el 95% pertenece al cultivo del camarón marino (*Litopenaeus vannamei*), seguido del cultivo de tilapia y otras especies como peces y crustáceos de agua dulce. (FAO , 2022)

En el país existen 213 criaderos distribuidos en las provincias de: Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Napo, Pichincha, Sucumbíos y Tungurahua, producción que ha venido en un aumento evidente, registrando en el año 2010 una producción de 500 toneladas a 4500 toneladas en el año 2015, generando ingresos superiores a 27 millones de dólares. (CENAIM , 2016)

Además de esto producción total pesquera y acuícola tendrá un crecimiento del 17%, generando aproximadamente 196 millones de toneladas desde el año 2013 al año 2025. (FAO , 2022)

Los hongos acuáticos constituyen una de las micosis más frecuentes en peces de agua dulce, las infecciones comienzan, a menudo, cuando se produce una inmunosupresión debido a una variación brusca de temperatura, posiblemente en combinación con niveles de amonio críticamente elevados o debido a factores relacionados con el estrés ambiental, como cambios bruscos en las condiciones fisicoquímicas del agua, etc. Esta patología ocasiona grandes pérdidas económicas a los productores ya que tiende a diseminarse rápidamente si no se actúa rápidamente. (Canales & et al, 2017)

En la Provincia Bolívar se encuentra ubicado el proyecto piscícola Marcopamba donde se realiza todo el proceso de producción de truchas arcoíris y posterior comercialización a las comunidades aledañas. Este proyecto además cumple el rol de laboratorio académico de la Universidad Estatal de Bolívar.



En particular, los laboratorios de piscicultura están encargados del desarrollo de protocolos de peces potenciales para la acuicultura del Ecuador. Todo esto con el objetivo de ofrecer al mercado alternativas productivas al sector acuícola del país que puedan ir a la par de la producción de camarón blanco. (CENAIM, 2020)

Además, de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería, en la Provincia Bolívar se han iniciado proyectos de piscicultura rural, así como la entrega de alevines para pequeñas y medianas empresas para la producción de trucha como tilapia (*Oreochromis niloticus*).

En la presente investigación se desarrolló los siguientes objetivos:

- Diagnosticar mediante exámenes de laboratorio la presencia de *Saprolegniasis*.
- Determinar la evolución de las áreas afectadas por *Saprolegniasis* posterior a la aplicación de los tratamientos propuestos, en truchas arcoíris juveniles.
- Establecer los porcentajes de morbilidad y mortalidad en las poblaciones de truchas arcoíris juveniles durante el tratamiento.
- Comparación de la eficacia de la aplicación del zumo de marco, jengibre y sal yodada en el tratamiento de *Saprolegniasis* en truchas arcoíris.

## **CAPÍTULO II. PROBLEMA**

Las micosis de los peces constituyen uno de los aspectos más confusos y menos explorado de la ictiopatología, las cuales producen grandes pérdidas económicas en acuicultura, menores sólo a las pérdidas producidas por bacterias. Las micosis no sólo afectan a la industria de la pesca y acuicultura, en la disminución de la cantidad del producto, sino también por la mala calidad de los individuos infectados, que no son aptos para los tratamientos de conservación. (Zaror & et al, 2016)

La Saprolegniasis es una condición patológica que afecta a diferentes estadios del cultivo de peces de agua dulce e involucra a diferentes especies de hongos pertenecientes al género Saprolegnia. Su presentación se encuentra asociados a estrés y condiciones de cultivo deficientes, caracterizándose por ser un patógeno saprófito y oportunista. (Godoy, 2018)

Las infecciones comienzan, a menudo, cuando se produce una inmunosupresión debido a una variación brusca de temperatura o a cambios bruscos en las condiciones fisicoquímicas del agua.

Los tratamientos preventivos y curativos empleados actualmente no cubren todas las necesidades durante el cultivo y presentan una serie de inconvenientes en lo relativo a su efectividad y la seguridad en su empleo. En el caso de la trucha arcoíris los tratamientos para saprolegniasis se basan en la aplicación de azul de metileno, sal natural y formol a 30% - 40%. No obstante, su uso es restringido ya que es toxico. (Paredes, 2021)

Por esto, algunos productos para la sanidad de las patologías mencionadas, se basan en nuevas propuestas amigables tales como tratamientos de baños de inmersión a base de zumo de marco, sal en grano y sal yodada. Estos últimos con un costo inferior y de fácil acceso a los productos antes mencionados.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

### **3.1 Piscicultura**

#### **3.1.1 Generalidades de la piscicultura**

La necesidad de mantener vivos a los animales acuáticos capturados en el medio natural hasta el instante de su comercialización motivó los inicios de la piscicultura (Rueda, 2017).

Para el siglo XIV en Francia, se registra la fecundación de huevos de trucha de forma artificial. Mientras que en el siglo XIX se consigue la reproducción en cautividad de truchas. Estos avances se dan en primer lugar en centros de investigación gubernamentales de distintas naciones encaminadas principalmente a la repoblación de recurso hídricos tales como ríos y lagos antes de dar el salto al sector privado y a su producción con fines de consumo (Rueda, 2017).

#### **3.1.2 Control y manejo en cultivo de peces**

Para la producción de peces a través del cultivo en piscinas, se debe efectuar una serie de acciones rutinarias.

- Preparación de estanques para la siembra y alimentación
- Monitoreo de la calidad del agua
- Biometrías
- Limpieza de filtros
- Control de malezas
- Observaciones para detectar algún problema sanitario
- Llevar un registro de datos (temperatura, transparencia), etc.

#### **3.1.3 Factores ambientales**

El productor debe tener sumo cuidado en mantener condiciones apropiadas de

manejo acuícola, además de estar preparado para efectuar medidas correctivas de forma oportuna, para evitar posibles efectos directos e indirectos sobre la salud del pez (Noga, 2016).

### **3.1.3.1 Cantidad y calidad del agua de la fuente de abastecimiento**

Para favorecer la sanidad de los peces y evitar cualquier agente patógeno externo, es importante que los volúmenes requeridos deben ser para el llenado del estanque. Además, se debe reponer el agua por pérdidas de infiltración o evaporación (Balbuena, 2021).

Si el agua se ha deteriorado se realizan reemplazos de agua para mantener niveles adecuados de oxígeno, y también para la remoción del fondo de desechos de los peces. La remoción también es necesaria cuando la temperatura exceda el rango óptimo (Balbuena, 2021).

### **3.1.3.2 Vaciado, tratamiento y rellenado de estanques**

Antes de cada siembra de peces en piscinas, se realiza un vaciado total del recinto con el objetivo de eliminar posibles patógenos con los rayos solares. Esta exposición solar se recomienda realizarlo en un intervalo de tiempo de dos semanas y acompañados por remociones del fondo de la materia orgánica del estanque. Otra acción para evitar enfermedades en los peces es la aplicación de cal viva, pues esta genera calor en el momento de hidratarlo y alcalinizar el agua (Paredes, 2021).

Esto convierte el ambiente estéril para los seres vivos. La dosis recomendada es de 100 a 150 g de cal viva por cada metro cuadrado de espejo de agua. Finalmente, el productor debe cargar el agua en el estanque inmediatamente después del tratamiento con la cal viva y mantenerlo por una semana a unos 30 cm de profundidad para su posterior llenado preparación de la siembra (Balbuena, 2021).

### **3.1.3.3 Densidad de siembra**

El hacinamiento de los peces induce condiciones de estrés, debilitando el sistema inmunológico y estimulando una mayor propagación de los patógenos. En la etapa de engorde con producción Semi-intensivo, la densidad de siembra recomendada depende principalmente de la disponibilidad de alimento, la concentración de oxígeno y la posibilidad de recambiar con agua nueva una porción del estanque con la frecuencia debida (Mosquera J. , 2021).

### **3.1.3.4 Manejo de la calidad de agua**

La temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, el pH y la turbidez constituyen los controles que se deben realizar con frecuencia (diariamente) en la piscina. En este sentido, si se encuentra niveles bajos de oxígeno disuelto, temperatura y pH se recomienda una renovación del agua del recinto de forma oportuna sin generar daños al pez. Mientras que en caso de la transparencia sea alta, incorporar abonos (Noga, 2016).

## **3.2 Truchas arcoíris**

### **3.2.1 Aspectos generales**

La trucha arco iris es de origen norteamericano, se identifica por ser un pez llamativo debido por sus colores los cuales varían según la edad. Fue introducida en el mundo, a excepción de la Antártida a finales del siglo XIX (Ordoñez, 2018).

Esta especie llega a tener aproximadamente de largo de 51-120 cm y peso de 24 a 36 kg. Habita de preferencia en zonas de agua fría y transparente; los adultos migratorios llegan al mar desarrollando un color plata, y para reproducirse retornan a agua dulce. La producción va a depender del mercado, manejo, tecnología y demanda de la población, constando tres tipos de sistemas de producción; extensivo, semi intensivo e intensivo (Ordoñez, 2018).

### **3.2.2 Características físicas**

La trucha arco iris es un salmónido originaria de América del Norte y está presente de en los ríos que desembocan en el Pacífico, desde el sur de Alaska hasta el norte de México. Se caracteriza por tener un cuerpo alargado y fusiforme. Hacia la mitad del cuerpo se encuentra una primera aleta dorsal formada solamente por radios blandos. Posterior a esta aleta el pez presenta una pequeña aleta (Barrientos & Opazo, 2017).

Además, contiene dos aletas pares ubicadas en la parte anterior del pez, y tienen la función de estabilización. Las aletas pélvicas actúan como remos y están ubicadas en la sección media del pez. El cuerpo del pez finaliza con una aleta caudal con función propulsora (Barrientos & Opazo, 2017).

### **3.2.3 El Cultivo de truchas en el Ecuador.**

Con fines de Acuicultura en Ecuador se han importado algunas especies, dentro de ellas se encuentra la trucha arco iris, especialmente en la región Interandina. Fue introducida en el año 1928 mediante un acuerdo ejecutado por el gobierno y una entidad privada de Canadá (Barrientos & Opazo, 2017).

El cultivo de trucha arco iris mantiene importancia comercial debido a que es apreciada primordialmente en la gastronomía y pesca deportiva, creando una alternativa de producción sostenible, puesto que genera ingresos económicos para pequeños y medianos productores (Ordoñez, 2018).

Según datos de la FAO, en el Ecuador, el incremento de la producción de trucha arco iris ha sido evidente, siendo de 500 tn en el año 2010 a 6051 tn en el año 2016



### 3.2.4 Taxonomía

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica trucha.

<b>Taxonomía Trucha</b>	
Reino	Animal
Nombre común	Trucha Arcoíris
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i> .
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Genero	Oncorhynchus
Especie	Mykiss

**Nota:** Tomado de (ITIS, 2021)

### 3.2.5 Morfología de la trucha ecuatoriana

#### 3.2.5.1 El Color

Es variable de acuerdo al ambiente en que vive, edad, sexo y demás factores. La parte superior de su cuerpo varía del color verde brillante a café y su parte inferior es plateada. A lo largo de su flanco lateral se dibuja una franja rojo-violácea, iridiscente. La cabeza, el cuerpo y las aletas dorsales, caudales y anales, están densamente cubiertas de pequeñas manchas negras. (Mosquera F. , 2016)

#### 3.2.5.2 La forma

Es de cuerpo robusto de forma fusiforme, comprimido, más alargado en el caso de las hembras que en los machos de cabeza corta y convexa, tiene una boca terminal y pequeña (excepto en los machos adultos). Se calcula entre 100 a 140 escamas en

la línea lateral (Mosquera F. , 2016).

### **3.2.5.3 Tamaño**

Es un pez que puede llegar a medir hasta más de un metro; sin embargo, los ejemplares que comúnmente se capturan miden entre 30 y 60 centímetros (Mosquera F. , 2016).

## **3.2.6 Etapas biológicas de desarrollo de la trucha**

### **3.2.6.1 Fase de incubación**

- Ovas verdes: son las ovas desde el primer día de incubación hasta que aparecen los ojos del embrión.
- Ovas embrionadas: va desde la aparición del ojo hasta la eclosión.
- Ovas transparentes: son ovas no fertilizadas.

### **3.2.6.2 Fase de larvas**

En esta etapa el embrión se encuentra completamente desarrollado, las ovas embrionadas eclosionan y emerge la larva esto ocurre a los 40 días (Paredes, 2021).

### **3.2.6.3 Fase de alevinaje**

Esta fase dura entre 2 a 3 meses dependiendo los factores ambientales, los alevines después de su eclosión tienen un peso de 0,09 gramos y una longitud de 14mm (Hoshina, 2016).

### **3.2.6.4 Fase juvenil**

Etapa de mayor crecimiento e incremento de la biomasa dura entre 3 a 5 meses (Hernández, 2015).

### **3.2.6.5 Fase adulta**

Va desde los 5 meses en adelante hasta que alcancen el tamaño y peso comercial 30- 40cm y 200-500 gramos aproximadamente, esta fase puede durar de 7 a 15 meses de edad (Arango, 2016).

## **3.3 Manejo de la trucha**

La trucha arcoíris puede adaptarse fácilmente a diversos hábitats y entornos acuáticos. Prefieren los arroyos frescos de agua dulce con fondos de grava y cobertura natural, como árboles caídos y rocas (FAO, 2017).

Por otro lado, las truchas arco iris se alimentan de forma oportunista, desde insectos acuáticos y terrestres, hasta huevos de peces, pequeños pececillos, crustáceos y gusanos (FAO, 2017).

### **3.3.1 Calidad del agua**

Es la cantidad de agua, sin contaminación y que posee pocos sedimentos. La Constitución de la República y las normas medio ambientales establecen valores óptimos para la utilización del agua dulce, legalizando la recuperación, conservación y manejo del recurso hídrico de cuencas hidrográficas y caudales ecológicos relacionados al ciclo hidrobiológico (Rueda, 2017).

### **3.3.2 Recambio de agua**

Radica en renovar una cantidad de agua en un tiempo terminante, obteniendo mayor capacidad de carga, mejor oxigenación, disminución de residuos de alimento y desechos de la especie, depender del nivel de intensificación de la producción, siendo lo ideal tener 24 recambios/día, es decir un recambio total del agua por estanque en una hora (FAO , 2014).

### **3.3.3 Temperatura**

La trucha arco iris es un animal poiquilotermo, es por ello que su metabolismo funciona en relación a la temperatura, siendo adecuada entre 9-14 °C según la edad y etapa biológica, porque de influye en el crecimiento y desarrollo. Las temperaturas menores a 8°C prolongan el tiempo de crecimiento, no obstante, las temperaturas mayores a 15 °C proliferan posibles enfermedades (Crespo, 2018).

### **3.3.4 Hábitat**

La trucha habita en espacios acuáticos no contaminados y de agua dulce cristalina, con cauces que presenten marcados desniveles topográficos que originen choque o golpe de agua produciendo mayor cantidad de oxígeno (Par21).

### **3.3.5 Alimentación**

La trucha arco iris necesita de una dieta alta en proteína, al ser un pez predador puede vivir capturando y devorando otras especies como insectos, peces o crustáceos, pudiendo verse afectada por factores como turbidez del agua, bajas o altas temperatura, estrés, entre otros (Crespo, 2018).

En un cultivo intensivo de trucha arco iris, el alimento balanceado es de tipo peletizado o extruido acorde la etapa fisiológica. (Crespo, 2018) Las dietas formuladas se realizan en base a ingredientes como: harina de pescado, aceite de pescado, granos, entre otros; los cuales proveen de energía, y deben ser aprovechados eficazmente por la especie, a menudo las tasa o factor de conversión alimenticio llegan a tener una relación de 1:1 (FAO , 2014).

## **3.4 Enfermedades de la trucha arcoíris**

Hay una variedad de enfermedades y parásitos que pueden afectar a la trucha arco iris. Estos patógenos y parásitos conviven con los peces en el agua donde crecen. Los agentes patógenos son propiciados por el manejo incorrecto del cultivo

(densidades excesivas, inadecuada nutrición, descuido del control de la calidad del agua (FAO, 2017).

(RRZN, s.f.) Las principales enfermedades en las truchas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Enfermedades causadas por virus
- Enfermedades causadas por bacterias
- Enfermedades por hongos
- Enfermedades por parásitos internos o externos.

#### **3.4.1 Enfermedades causadas por virus**

En el caso de las enfermedades causadas por virus, generalmente no existe tratamiento y la única medida que podemos tomar es evitar la propagación de las mismas. Contrariamente, la mayoría de las enfermedades causadas por bacterias o parásitos pueden ser controladas mediante tratamientos (RRZN, s.f.).

Como un ejemplo de enfermedad vírica tenemos Necrosis Pancreática Infecciosa causada por un birnavirus, caracterizado por un cuadro séptico de mortalidad elevada en alevines (Miranda, 2006).

#### **3.4.2 Enfermedades parasitarias**

Como agentes parasitarios que afectan a las truchas tenemos, ectoparásitos como el *Ichthyophthirius multifiliis*, causante del punto blanco o Ich; protozoos como el *Myxobolus cerebralis*, la diplostomiasis causada por una metacercaria estrigoidea conocida como *Diplostomum spathaceum*, siendo estos los principales agentes etiológicos causantes de patologías en truchas (Núñez & et al, 2022).

#### **3.4.3 Enfermedades bacterianas**

Entre las enfermedades bacterias se puede nombrar la Furunculosis causada por

Aeromona salmonicida, caracterizada por presentar ampollas en la piel del salmónido, pérdida de apetito y hemorragias en el hígado. Entre otras enfermedades bacterianas tenemos yersiniosis o enfermedad de la boca roja, septicemia por aeromonas, vibriosis, entre otras (Núñez & et al, 2022).

#### **3.4.4 Enfermedades micóticas**

La enfermedad micótica que más afecta a peces de agua dulce es la ocasionada por el género Saprolegnia, cuyo agente etiológico es un hongo oportunista que coloniza la piel y branquias del hospedero (Núñez & et al, 2022).

### **3.5 Saprolegniasis**

La saprolegniosis es una enfermedad saprofita oportunista que afecta a peces de agua dulce en todas sus etapas de desarrollo ocasionando lesiones algodonosas multifocales debido a la proliferación de hifas principalmente en piel y branquias, sin embargo, se puede dar infecciones severas llegando a invadir órganos internos como intestino y estómago (Núñez & et al, 2022).

Esta enfermedad es propia de peces de agua dulce, y puede aparecer en cualquier momento del ciclo de vida del pez. La saprolegniosis se caracteriza por la presencia de lesiones en la piel del pez de color blanquecino y con un aspecto del algodón (Gonzales, 2017).

Esto debido al crecimiento del micelio del patógeno en la piel. Además, las lesiones afectan áreas del tegumento del pez y las branquias evolucionando tanto en extensión por la superficie como en la profundidad del pez. Esto último afecta los tejidos musculares subyacente (Gonzales, 2017).

#### **3.5.1 Agente etológico**

La saprolegnia es un moho acuático oportunista presente en acuarios de agua dulce, pertenece a la clase Oomycetes de la familia Saprolegniaceae, actualmente se lo

clasifica dentro del reino chromista, filogenéticamente más cerca de las algas, sin embargo, la saprolegnia crece en medios de cultivo para hongos, produce hifas cenocíticas y micelio por lo que debido a sus características morfológicas fue clasificada anteriormente dentro del reino fungi (Núñez & et al, 2022).

Dentro del género saprolegnia existen alrededor de 12 especies siendo la S. parasítica la principal especie patógena de organismos acuáticos, actuando como patógeno secundario, se desarrolla en material vegetal muerto y con sus esporas afecta a los peces llegando a habitar en sus agallas, aprovechándose del estrés provocado por un manejo inadecuado colonizan la piel del hospedero causando la infección fúngica (Núñez & et al, 2022).

### **3.5.2 Ciclo de vida**

El ciclo de vida de la Saprolegnia parasítica comprende 2 fases una sexual y asexual. La fase sexual involucra la producción de dos gametangios: el anteridio y el oogonio necesarios para la fertilización dando como resultado las oosporas que germinaran y formaran el micelo (Par21).

La fase asexual se da cuando las hifas comienzan a modificarse formando los zoosporangios separados por septos en los cuales se desarrollan las zoosporas primarias que son liberadas y que gracias a que poseen flagelos pueden nadar libremente para luego enquistarse y formar los quistes primarios de los cuales se originaran las zoosporas secundarias formando quistes secundarios que pueden germinar para formar nuevas hifas o nuevas zoosporas mediante un fenómeno llamado poliplanetismo (Par21).

### **3.5.3 Sintomatología**

La saprolegniosis puede extenderse hasta cubrir prácticamente la superficie corporal. La infección puede avanzar destruyendo la epidermis, ocasionando letargo, pérdida de equilibrio, agotamiento y ausencia del reflejo de huida. Esta enfermedad puede desarrollarse a un paso veloz provocando la muerte del pez en

unas 48 horas (Canales & et al, 2017).

#### **3.5.4 Transmisión**

La denominada Saprolegnia parasítica ha sido catalogada, dentro de las diversas especies del género, como una de las pocas patógenas. El canal de transmisión de la S. parasítica en los peces tiene lugar por vía cutánea, aunque también se ha descrito el contagio a través de canales digestivos en salmónidos juveniles (Gonzales, 2017).

La colonización de las zoosporas secundarias de Saprolegnia inicia en los huevos Muertos y desde estos la infección se esparce radialmente hacia los huevos vivos.

La saprolegniosis se encuentra distribuida por todo el mundo y afecta a numerosas especies de peces de agua dulce desde los huevos hasta los reproductores (Gonzales, 2017).

Los peces afectados fundamentalmente son la trucha común de río (*Salmo trutta*) y la trucha arcoíris en piscifactorías.

En entornos marinos no se presenta este patógeno debido a que la salinidad afecta a la supervivencia de Saprolegnia. Sin embargo, se datan casos de enfermedad en estuarios (Zalamea et al, 2017).

#### **3.5.5 Causas**

Una de las causas que favorecen la aparición Saprolegnia spp es la presencia previa de infecciones bacterianas o de parásitos que ocasionan daño en el tegumento del hospedador (Gonzales, 2017).

Otro factor es el estrés ambiental al que se hallan sometidos los peces. En particular, una pobre calidad de agua debida a un incremento de la materia orgánica favorece la aparición de la saprolegniosis (Gonzales, 2017).

Además, grandes cantidades de peces en los estanques conjuntamente con



agresiones sociales en los mismos aumentan la aparición de lesiones en el tegumento. Es así que este grupo de factores estresantes ocasiona en los peces un incremento en los niveles circulantes de corticoesteroides.

### **3.5.6 Difusión**

Existen diversas formas en las que la saprolegniosis puede difundirse dentro de las piscifactorías. El origen de la infección puede estar en peces infectados ya sean silvestres o criados en piscifactorías, huevos infectados, el agua suministrada, vehículos o canales de transporte de peces y alimento (Gonzales, 2017).

Incluso el personal o el equipamiento de manejo de los peces pueden ser focos de infección. La infección suele producirse generalmente por vía cutánea (Gonzales, 2017).

### **3.5.7 Tratamiento**

De acuerdo al autor (Paredes, 2021) existen varios productos en el mercado que ayudan en el tratamiento y prevención de la saprolegniasis entre los cuales tenemos:

**Azul de metileno:** Antiséptico de baja efectividad utilizado como preventivo a dosis de 1 gota/L de agua.

**Formol a 30% -40%:** Su uso es restringido ya que es toxico por lo general se lo usa en baños de inmersión a dosis de 2ml/L de agua durante 5 minutos.

**Sal natural:** Utilizada en baños a dosis de 10gramos/L de agua durante 5 minutos.

**Nistatina:** Es un antimicótico de uso humano, su dosis recomendada es de 100.000 U.I/20L de agua.

**Ketoconazol:** Igual de uso humano, su dosis es de 200mg/30L de agua o en baños de inmersión de 50mg/L de agua durante 5 a 10 minutos.

Verde de malaquita: Su uso está restringido debido a que es un agente teratógeno muy perjudicial para la salud pública.

### **3.6 Ajo**

Utilizado como antimicótico natural en baños de inmersión o aplicado directamente al agua del acuario a dosis de 200 mg. por litro de agua durante 5 días consecutivos, este debe ser machacado o triturado (Par21).

### **3.7 Jengibre**

El nombre científico zingiber fue derivado del hindú, en donde esta planta es conocida como zingibil o zengibil. Esta planta está considerada como una de las más antiguas por la que la conocen como un fósil viviente. Esta planta se la sembraba frente a los templos de china y en lugares que eran sagrados, donde era admirado. Fue ingresada a Francia en el siglo XVIII, el origen de esta planta no se sabe con exactitud por lo que se ha dicho ser oriunda de alguna zona tropical de Asia o en algunas áreas cercanas a la India o China (Balbuena, 2021).

### 3.7.1 Clasificación taxonómica

*Tabla 2. Clasificación taxonómica jengibre.*

<b>Taxonomía Jengibre</b>	
Reino	Vegetal
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Escitamineas
Familia	Zingiberaceae
Genero	Zingiber
Especie	Officinale
Nombre científico	Zingiber Officinale Roscoes
Nombre común	Zingiber, jengibre, ajengibre

**Nota:** Tomado de (ITIS, 2017).

### 3.7.2 Composición Química

Esta varía según la calidad o el tipo de jengibre, como un dato moderado se puede identificar los siguientes datos:

*Tabla 3. Composición química jengibre.*

<b>Detalle</b>	<b>Porcentajes</b>
Agua	10.0%
Proteínas	7.5%
Lípidos	3.5%
Esencias	2.0%
Hidratos de carbono (almidón)	54.0%
Celulosa	4.5%
Sustancias extractivas no Nitrogenadas	13.0%
Cenizas	5.5%

**Nota:** Tomado de (Ministerio de Agroindustrias Argentina, 2018).

### 3.7.3 Componente

**Ácidos:** aftalinolenico, linoleico, ascórbico, oleico, mirístico, glutámico, gadoleico, cáprico, caprilico, aspártico, oxálico (raíz) (Isnaya, s.f.).

- Shoagoles (raíz)
- Gingerol (raíz)
- Fibra (raíz)

**Aceites esenciales:** gama- eudesmol, beta- sesquifelandreno, beta- pineno, beta-felandreno, alfa- candino, alfa- farneseno, citral, citronelal, limoneo, canfeno, beta-bisolobeno (Isnaya, s.f.).

**Aminoácidos:** tirosina, valina (raíz), triptófano, treonina, niacina, metionina, lisina, leucina, isoleucina, histidina, asparagina, arginina. (Isnaya, s.f.)

**Minerales:** zinc, silicio, fosforo, manganeso, cobalto, cromo, boro, aluminio (Isnaya, s.f.).

### 3.7.4 Propiedades

#### 3.7.4.1 Analgésico y antipirético

La planta de jengibre tiene un compuesto llamado gingeroles estos actúan inhibiendo la síntesis y liberación de prostaglandinas, esto ayudaría a reducir el dolor en enfermedades inflamatorias (Ministerio de Agroindustrias Argentina, 2018).

#### 3.7.4.2 Efecto antioxidante

El gingerol es el principal compuesto bioactivo en el jengibre que es responsable de gran parte de las propiedades medicinales del jengibre. El gingerol tiene poderosos efectos antiinflamatorios y antioxidantes, según la investigación. Por

ejemplo, puede ayudar a reducir el estrés oxidativo, que es el resultado de tener una cantidad excesiva de radicales libres en el cuerpo (Leech, 2021).

#### **3.7.4.3 Efecto antitusivo y descongestivo**

El jengibre contiene proteolíticas esta actúa como antiinflamatorio, ayudando a problemas respiratorios y de congestión.

Partes que se utilizan:

El jengibre se puede usar fresco, seco, en una mezcla, o como jugo o aceite, es un elemento común en las recetas, ocasionalmente se añaden alimentos procesados y cosméticos de toda la planta se aprovechan únicamente las "manos" del rizoma, que miden unos 10 cm de largo. Los rizomas más jóvenes se usan frescos, sin embargo, los rizomas más viejos se secan y tienen un sabor considerablemente más fuerte el aroma distintivo del jengibre es fragante y refrescante con un toque de lima. Su sabor es único, penetrante y especiado con un ligero toque de dulzón (Leech, 2021).

#### **3.7.4.4 Efecto antimicótico**

El jengibre es un fungicida natural que cuenta con múltiples propiedades beneficiosas para el control fúngico en diversos organismos vivos. Las ventajas de este tipo de antifúngicos son muchas, como por ejemplo que se pueden añadir a los piensos, agua, o pueden servir como baño de inmersión, además de tomarlos en forma de preparados (Candidiasis web, 2021).

Otra de sus ventajas, es que respetan las bacterias saludables de la flora intestinal atacando a hongos. Una de las cualidades más destacadas de los antifúngicos naturales es la posibilidad de combinar varios de ellos sin que se produzcan interacciones peligrosas para la salud además de carecer de efectos secundarios y, en caso de que se produzcan, suelen ser leves y desaparecen cambiando la dosis (Candidiasis web, 2021).

### **3.7.4.5 Contraindicaciones**

El uso del jengibre debe realizarse con mucha precaución ya que por ser una planta medicinal no implica que pueda ser un problema para la salud en dosis no recomendadas.

En contraindicaciones no puede ser utilizada cuando existe afectaciones en el aparato digestivo, otra de las particulares es que el mal manejo de jengibre puede causar problemas fetales en el estado de gestación, también no es recomendable utilizar en tratamientos combinados con algún tipo de medicamento ya que se alteraría el sistema circulatorio causando problemas cardiacos (Leech, 2021).

### **3.8 Marco (Ambrosia peruviana)**

Los componentes químicos del aceite esencial están relacionados con sus propiedades antibacterianas, el Marco presenta acción bactericida frente a *Staphylococcus aureus* y sobre *Candida albicans* y más hongos de tipo patógeno gracias a la presencia de flavonoides y fenoles y sus derivados mencionados anteriormente (Ortega, 2018).

#### **3.8.1 Composición química**

El aceite esencial de marco contiene 22 compuestos identificados. Los principales componentes que conforman este aceite son gamma-curcumeno (23,99%), ar-curcumeno (14,08%), acetato de bornilo (10,35%), camfor (5,03%) y epóxido de oximeno (4,79%) (Yáñez, y otros, 2011).

### 3.8.2 Taxonomía

**Tabla 4.** Clasificación taxonómica *Ambrosia peruviana*

Taxonomía <i>Ambrosia peruviana</i>	
Reino	Plantae
Nombre común	Marco
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Asteroideae
Genero	Ambrosia
Especie	<i>Ambrosia peruviana</i> Wild

**Nota:** Tomado de (ARCOSA, 2015).

### 3.8.3 Actividad antibacteriana

Los compuestos químicos que conforman el aceite esencial de *Ambrosia peruviana* difieren de otros aceites esenciales obtenidos del género *Ambrosia*. Esta distinción permite a la planta de Marco tener una actividad antibacteriana efectiva contra frente a bacterias gram positivas y negativas tales como *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli*, y *S. typh*. (Yáñez, y otros, 2011).

### 3.8.4 Actividad antiparasitaria

Las hojas y ramas se usan como insecticidas, para eliminar principalmente pulgas, piojos, moscos y chinches.

### 3.8.5 Actividad antimicótica

La planta macerada se usa como: antimicótico, anestésico, para sarampión tratar granos, sarpullidos, caries, hemorroides y sarna, en Ecuador se le atribuyen efectos

emenagogos, así como antisépticos y antiparasitarios intestinales (Ayala & Vásquez, 2014).

### **3.9 Sal yodada**

Saprolegnia no sobrevive en ambientes con alta concentración de sal, por lo tanto, la saprolegniosis no ocurre durante la fase marina ni estuarina, en la migración de salmónidos, considerándose una enfermedad de agua dulce (Zaror & et al, 2016).

Sin embargo, Langvad en 1994 reportó que Saprolegnia parasitica podría sobrevivir y crecer en ambientes con una salinidad relativa de aproximadamente 1.75% de NaCl. No se observó desarrollo en concentraciones iguales o superiores a 3.5% de NaCl (Zaror & et al, 2016).

### **3.10 Efectos terapéuticos de la sal**

Se ha utilizado la sal común como antimicótico (NaCl), la cual posee ventajas por el hecho de ser muy poco tóxica y reducir el riesgo ambiental, esta tiene como mecanismo de acción la desactivación de las proteínas plasmáticas del hongo (Torres & Fajardo, 2011).

La incubación de ovas usando sal como tratamiento, es poco tóxica, representa un bajo riesgo ambiental y no influye negativamente en el crecimiento de los peces, además de ser un compuesto de bajo costo y de fácil disponibilidad, agregando finalmente, que puede ser usado para reemplazar efectivamente al verde de malaquita, compuesto tóxico utilizado por largos años por la industria salmonera (Torres & Fajardo, 2011).

### **3.11 Diagnóstico de saprolegniosis**

Para el diagnóstico de saprolegniosis en peces de agua dulce se cuenta con varios métodos, entre los cuales se destacan métodos histológicos y de aislamiento del patógeno específico, a continuación, se describen los principales:



### **3.11.1 Método de observación directa**

Este método se realiza como su nombre lo indica, localizando de manera visual la presencia de manchas grisáceas algodonosas en la piel, aletas y branquias del pez, y es el método más rápido, Para realizar observación directa por microscopio se utiliza azul de lactofenol (FAO , 2014).

### **3.11.2 Método de laboratorio (cultivo micótico)**

Para este diagnóstico se aislará al patógeno de las muestras de peces supuestamente contagiados con este hongo, que presentan características patológicas como: heridas con manchas algodonosas en piel, aletas deshilachadas y branquias con zonas de aspecto arcilloso. Los peces serán capturados mediante métodos artesanales de pesca directa utilizando una red. Se examina la superficie corporal, branquias y aletas; se tiene en cuenta los especímenes con lesiones externas.

Todas las muestras serán sembradas en condiciones asépticas en Agar Sabouraud Dextrosa (ASD) con adición de Penicilina G (60000 UI), incubadas a 30°C con observaciones diarias o hasta obtener colonias. Microscópicamente se observan y registra estructuras reproductivas asexuales y formación de zoosporas. Este método es mucho más extenso, pero más eficaz y específico para este patógeno (Estrada & Ramirez, 2019).

### **3.11.3 Método Histopatológico**

Este método se lo realiza, mediante cortes de piel teñidos con Hematoxilina eosina, pudiendo observar hifas ramificadas de 20 micras de diámetro, necrosis dérmica y mofibrilar profundo y hemorragias (Atlas de histología vegetal y animal, 2022).

## CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1 Localización de la investigación

*Tabla 5. Localización de la investigación*

<b>Localización</b>	
País:	Ecuador
Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Parroquia:	San Lorenzo
Recinto:	Marcopamba
Barrio:	Los Molinos

#### 4.1.1 Situación geográfica y climática

*Tabla 6. Situación geográfica y climática San Lorenzo.*

<b>Geografía y Clima San Lorenzo</b>	
Altitud	2.610m.s.n.m.
Latitud	1.60556
Longitud	79.0031
Humedad relativa promedio anual	70 %
Precipitación promedio anual	500-2000 mm/ año
Temperatura máxima	24° C
Temperatura media	16° C
Temperatura mínima	10 ° C

**Nota:** Tomado de GAD, San Lorenzo 2022

#### 4.1.2 Zona de vida

Según Holdridge la localidad en estudio de acuerdo a la zona de vida se encuentra en la zona montana baja o templada.

#### **4.1.3 Material experimental**

- Truchas arcoíris juveniles
- Zumo de Marco
- Jengibre
- Sal yodada

#### **4.1.4 Materiales de campo**

- Tina de plástico grandes
- Cámara
- Registro
- Cuaderno
- Botellas
- Fundas plásticas
- Gavetas
- Palas
- Escobas
- Botas de caucho
- Guantes de caucho
- Red de arrastre
- Bandejas plásticas
- Baldes
- Mallas plásticas con orificios de 1cmx1cm
- Balanza gramera
- Mortero
- Pistilo

#### 4.1.5 Material de oficina

- Esferográficos
- Paquete de hojas A4
- Calculadora.
- Internet (computadora, copiadora, impresora, memoria USB).
- Libros

#### 4.1.6 Instalaciones

La fase experimental se la realizo en el plantel acuícola “Marcopamba” perteneciente a la Universidad Estatal de Bolívar.

### 4.2 Métodos

#### 4.2.1 Factores en estudio

- Factor (a) truchas (juveniles de seis meses).
- Factor (b) productos utilizados
  - b1: (zumo de marco)
  - b2: (macerado de jengibre)
  - b3: (sal yodada)

#### 4.2.2 Tratamiento

*Tabla 7. Tratamientos propuestos.*

Tratamiento	Código	Detalle
T0	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	Testigo
T1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Truchas + 500ml de zumo de marco en 25l de H <sub>2</sub> O
T2	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Truchas + 12,50g de macerado de jengibre en 25l de H <sub>2</sub> O
T3	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Truchas + 453,5g de sal yodada (NaCl) en 25l de H <sub>2</sub> O

### 4.2.3 Tipo de análisis

**Tabla 8.** *Análisis de ADEVA.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio esperado
<b>Total (n-1)</b>	11	
<b>Tratamientos (t-1)</b>	3	$f^2e+30^2$ tratamiento
<b>Bloques (r-1)</b>	2	$f^2e + 4f^2$ bloque
<b>Error experimental glt-(t-1) (r-1)</b>	6	$f^2e$

- Prueba de Tukey 5% para comparar promedios entre los tratamientos
- Análisis de correlación y regresión lineal.

### 4.2.4 Procedimiento.

En la siguiente tabla se detallan las características del experimento:

**Tabla 9.** *Procedimiento experimental.*

<b>Procedimiento del Experimento</b>	
Localización del experimento	1
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Tamaño de la Unidad experimental	1
Animales por tratamiento	198
Animales por repetición	264
Número total de animales	792

## **4.2.5 Métodos de evaluación y datos tomados.**

### **4.2.5.1 Prevalencia de la enfermedad**

Para la determinación de esta variable se examinó de manera individual a los peces que conformaron cada tratamiento, registrando aquellos que presentaron manchas blanquecinas de tipo algodonoso y descamación; este número fue dividido para la población total, luego se multiplicó por cien, para obtener el resultado en porcentaje. Dicho parámetro fue evaluado al inicio del ensayo, a los 4 y 8 días de haber aplicado los tratamientos.

Para la obtención de la prevalencia se utilizó la siguiente fórmula:

$$Prevalencia = \frac{Casos\ nuevos}{Población\ total} \times 100$$

### **4.2.5.2 Efecto del marco**

Para conocer el efecto que posee este antimicótico frente a la Saprolegniasis, se ejecutó un registro de los peces sanos a lo largo de la etapa de investigación.

La planta de marco se usa como un antimicótico, para tratar diversas afectaciones en los seres vivos (Ayala & Vásquez, 2014).

### **4.2.5.3 Efecto del jengibre**

Para la determinación del efecto del jengibre, se ejecutó un registro de los peces sanos a lo largo de la etapa de investigación.

En la actualidad el jengibre es utilizado como un fungicida natural que cuenta con múltiples propiedades beneficiosas para el control fúngico en diversos organismos vivos (Candidiasis web, 2021).

### **4.2.5.4 Efecto de la sal yodada**

Variable que fue evaluada a los 4 días, 8 días y final de la investigación. Mediante

un registro de los peces sanos y su resultado fue expresado en porcentaje.

La saprolegniasis no resiste ambientes acuáticos salados (Zaror & et al, 2016).

#### **4.2.5.5 Porcentaje de mortalidad**

La mortalidad se registró con el número de decesos entre las truchas sometidas a los tratamientos, esta variable se tomó durante periodos de tiempo, para determinar el número de muertes de los sujetos en estudio a lo largo de la fase experimental.

#### **4.2.5.6 Porcentaje de morbilidad**

El porcentaje de morbilidad se calculó en base al incremento o disminución, del número de contagios aparente entre las truchas de acuerdo a los tratamientos aplicados; esta variable se tomó durante 3 periodos de tiempo para determinar el progreso de la infestación a lo largo de la fase experimental.

### **4.2.6 Manejo del ensayo**

#### **4.2.6.1 Diagnóstico de saprolegniosis**

Para el diagnóstico del patógeno se utilizó dos métodos de referencia para comprobar la especificidad de las mismas que se describen a continuación;

#### **4.2.6.2 Diagnóstico de observación directa**

Se identificó por observación, la presencia de tejido de consistencia rugosa, ulcerosa y blanquecina en la piel, específicamente en las aletas, branquias y cola del pez. En la observación directa por microscopio se utilizó azul de lactofenol.

Dicha observación estuvo basada en las condiciones que realiza el presente autor (FAO , 2014).

#### **4.2.6.3 Diagnóstico por aislamiento de Saprogneliasis**

Para la toma de muestra, se limpió alrededor de las lesiones con alcohol y algodón y con la ayuda de bisturí e hisopo estéril, realizando un raspado de la zona corporal afectada. En los peces con aletas deshilachadas, se cortó una parte de la zona afectada, esta muestra fue inoculada bajo condiciones de asepsia en los medios de cultivo Agar Sabouraud Dextrosa (ASD) con antibiótico con adición de Penicilina G (60000 UI) (Castello, 2015).

A las 72 horas de incubación a temperatura de 30°C se observó y registro las características de forma, bordes, elevación, textura y color del micelio, así como la formación o ausencia de esporas visibles.

#### **4.2.6.4 Zumo de marco, jengibre y sal yodada**

La planta de marco, el jengibre y la sal yodada fueron obtenidas de un proveedor específico, estas se aplicaron mediante baños de inmersión de las tres concentraciones a estudiar en contra de la saprolegniosis.

Se tomó la planta de marco y se limpió las impurezas que poseen una vez realizado esto se procedió a sacar el zumo de la misma y así poder activar la composición química que nos ayudó para el tratamiento de la enfermedad, de la misma manera con el jengibre limpiamos las impurezas y maceramos con la ayuda de un mortero y un pistilo ya que con esto se activara el compuesto biológico una vez realizado estos procesos homogenizamos en 25 litros de agua para cada uno de los tratamientos respectivos (**T1:** ½ litro de zumo de Marco en 25L de agua de estanque, **T2:** 12.50g de macerado de jengibre en 25L/agua de estanque, **T3:** 453.5g de sal yodada en 25L de agua de estanque) y se procedió a sumergir a los especímenes en el baño de inmersión.

#### **4.2.6.5 Manejo de las truchas juveniles**

En el Proyecto Piscícola Marcopamba se identificó los especímenes enfermos los




cuales fueron separados de los sanos para poder aplicar diferentes tratamientos durante el proyecto de investigación, así también nos facilitó el trabajo diario que se realizó mediante baños de inmersión y trasladarlos a estanques limpios que estuvieron sin alojar truchas arcoíris por mucho tiempo y previamente desinfectados. Al momento de trasladar las truchas a los estanques respectivos se procuró evitar posibles causas de estrés o de maltrato de los peces para lo cual nos ayudamos con redes manuales. Los especímenes ya ubicados en su nuevo hábitat esperamos 10 días para que se ambienten, ya culminado estos días suministramos las dosis correspondientes de zumo de marco, macerado de jengibre y sal yodada llevando el tratamiento a cabo por 8 días consecutivos las evaluaciones y los registros de los peces se hicieron en un horario determinado antes de la primera comida.

## CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Diagnóstico de Saprolegniasis en trucha arcoíris

**Tabla 10.** Frecuencia y porcentajes de truchas juveniles que dieron positivo para *Saprolegniasis*.

Tratamientos	# Truchas	Oomicetes	Positivos Frecuencia	%	Características
<b>T0 (Testigo)</b>	198	<i>Saprolegnia spp</i>	198	25%	
<b>T1 (zumo de marco)</b>	198	<i>Saprolegnia spp</i>	198	25%	
<b>T2 (macerado de jengibre )</b>	198	<i>Saprolegnia spp</i>	198	25%	
<b>T3 (sal yodada)</b>	198	<i>Saprolegnia spp</i>	198	25%	
<b>Total</b>	792		792	100%	

A continuación, se describe el diagnóstico para *Saprolegnia* en trucha juvenil arcoíris, mediante proceso de incubación en laboratorio.

Al día 15 se pudo determinar la presencia de estructuras fúngicas en el 100% de los especímenes; observándose el Oomicete *Saprolegnia* sp., el cual se identificó por sus hifas cenocíticas y estructura de reproducción sexual (Oogonio). Además, se notó la presencia de una estructura blanquecina algodonosa de consistencia suave y una superficie alta; el gametangio presentó en su parte apical un oogonio esférico con una oosfera uninucleada; zoosporangio alargado y cilíndrico con una tonalidad más oscura en la zona apical. Estas estructuras fúngicas tuvieron presencia en todos los peces de los tratamientos como se observa en la tabla 10.

Se estudiaron 35 cepas de *Saprolegnia*, aisladas de Salmón y Trucha, provenientes de dos laboratorios ictiopatológicos de Castro y Puerto Montt, de Chile. Las cepas fueron obtenidas de ovas, branquias y aletas de alevines de distintas especies de salmonídeos: salmón del Atlántico, salmón coho y trucha arco iris. Las 35 cepas aisladas correspondieron a *Saprolegnia parasitica*, única especie aislada,

conformando el 100 % del total. El 34% de las cepas presentó estructuras sexuadas y el 100% se desarrolló a 30°C. Estos resultados son similares a los obtenidos en esta evaluación (Zaror, L, 2022).

La dermatomicosis “Saprolegnia”, presenta síntomas externos visibles, sean placas o copos algodonosos de hongos. El pez infectado se aparta y nada aislado por los rincones del estanque o cerca de la superficie respirando lentamente, se frota contra sustratos duros. Su apetito está muy disminuido. Esta enfermedad puede invadir cualquier herida en los peces y ocurren con facilidad después de la manipulación en trabajos de rutina. También en algunas ocasiones se observan laceraciones y desgarramiento de aletas, infectan las zonas ulceradas producidas por la presencia de otras enfermedades como la furunculosis (lesiones cutáneas causadas por bacterias) ( Balbuena, D, 2011).

## 5.2 Prevalencia de la Saprolegniasis por zonas anatómicas en trucha arcoíris

**Tabla 11.** Análisis de varianza (ADEVA) para prevalencia de Saprolegniasis, por zonas anatómicas en truchas juveniles al inicio y final del ensayo.

F.V.	gl	Suma cuadrados		Fisher		p-valor	
		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
<b>Repeticiones</b>	2	20.85	5.18	2.1	17.63	0.1849 (NS)	0.0012 (**)
<b>Zonas</b>	4	578.42	255.42	29.13	434.39	0.0001 (**)	<0.0001 (**)
<b>Error</b>	8	39.71	1.18				
<b>Total</b>	14	638.98	261.78	11.1%			
				<b>CV:</b>			<b>CV:</b>
							5.25%

NS = no significativo

(\*\*) = altamente significativo

En el cuadro 2 se presentan los resultados estadísticos del análisis de varianza (ADEVA) para la variable prevalencia de *Saprolegniasis*, por zonas anatómicas; determinándose que no existe diferencias estadísticas significativas (NS) para repeticiones al inicio del ensayo; por el contrario, al finalizar el mismo se observó

diferencias altamente significativas (\*\*).

De diferente forma, la respuesta de los tratamientos en cuanto a la prevalencia de *Saprolegniasis* por zonas anatómicas, al inicio y final de la evaluación de antimicóticos fueron muy diferentes (\*\*). Estos resultados diferentes al inicio se deben a la dinámica poblacional del hongo y su interacción con los especímenes elegidos para las pruebas.

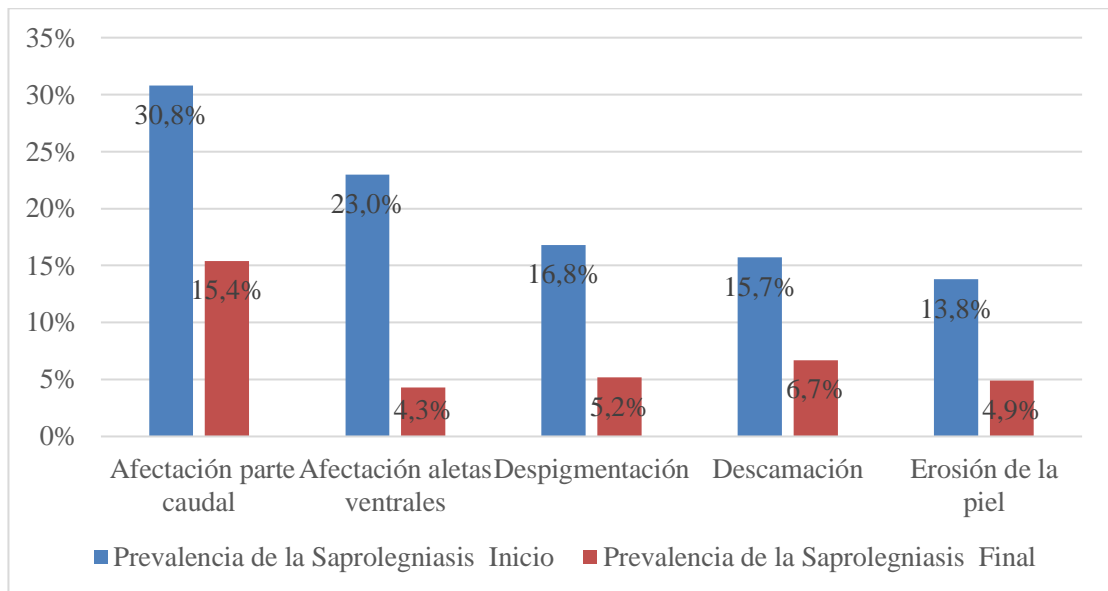
En este ensayo se registraron coeficientes de variaciones de 11.1% y 5.25% tanto al inicio de las pruebas; como al finalizar la aplicación de los tratamientos; estos resultados nos concluyen que; no existió un efecto de la selección de especímenes enfermos, sobre los resultados obtenidos en la tabla 11.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de *Saprolegniasis*, por zonas anatómicas en truchas juveniles al inicio y final del ensayo.

	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>
<b>Afectación parte caudal</b>	30.8 <b>A</b>	15.4 <b>A</b>
<b>Afectación aletas ventrales</b>	23 <b>B</b>	4.3 <b>C</b>
<b>Despigmentación</b>	16.8 <b>BC</b>	5.2 <b>C</b>
<b>Descamación</b>	15.7 <b>C</b>	6.7 <b>B</b>
<b>Erosión de la piel</b>	13.8 <b>C</b>	4.9 <b>C</b>
<b>Media:</b>	20.02% (**)	7.3 % (**)

(\*\*) = altamente significativos

**Figura 1.** Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas en truchas juveniles, al inicio y final del ensayo.



Partiendo de la presencia de afectación en diversas zonas del cuerpo de todas las truchas en estudio y analizando la reducción del síntoma a lo largo del tratamiento se obtuvo los siguientes resultados; existió una incidencia muy diferente (\*\*) de la *Saprolegniasis* sobre las zonas del cuerpo tanto al inicio del periodo de adaptación como al final de la aplicación de los tratamientos. En promedio se identificó una incidencia del 20.02% de la enfermedad por cada zona del pez al iniciar el periodo de evaluación y se redujo a 7.3% por zona al finalizar el ensayo como se identifica en la tabla 12 y figura 1.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para separación de medias, se determinó que la mayor Afectación del Oomicete fue a la parte caudal en un 30.8%; mientras que la erosión de piel fue la de menor frecuencia identificada en un 13.8% de peces al inicio del periodo de adaptación.

En forma similar, al terminar la evaluación de los tratamientos la mayor incidencia de la enfermedad se observó en la parte caudal en un 15.4% y la zona con menor afectación fueron las aletas ventrales con un 4.3% que se encuentra ilustrado en la tabla 12 y figura 1.

La incidencia de *Saprolegniasis* en trucha juvenil en este ensayo afecto más a la parte caudal y en menor porcentaje causa erosión de piel; estos resultados obtenidos en Marcopamba son diferentes a los evaluados en el complejo piscícola “EL PORVENIR” ubicado en la parroquia San Andrés del cantón Píllaro, Provincia Tungurahua; donde se probó extracto fresco de ajo como fungicida natural sobre *Saprolegnia*, determinándose presencia de erosión en la piel de todas las truchas en un 100%. Concluyendo que los tratamientos mostraron eficacia, ya que no existe una diferencia porcentual significativa que muestre lo contrario (Núñez, P, 2021).

Las lesiones macroscópicas que se identificaron en las truchas arcoíris empleadas en el experimento fueron las siguientes: (perdida de escamas, despigmentación de la piel, erosión, congestión, pigmentación blanca amarillenta, presencia de estructuras fúngicas con apariencia de motas de algodón, úlceras y necrosis). Otra sintomatología que se identificó fue: (letargia, desequilibrio, agotamiento y pérdidas de reflejo provocando inclusive la muerte de las truchas) (Par21).

### 5.3 Prevalencia de la *Saprolegniasis* en trucha arcoíris

**Tabla 13.** Análisis de varianza (ADEVA) para prevalencia de *Saprolegniasis*, en truchas arcoíris, Inicial, 4 días y 8 días.

F.V.	gl	Suma cuadrados			p-valor		
		Inicia	4 días	8 días	Inicial	4 días	8 días
<b>Repeticiones</b>	2	0	13.65	36.01	0	0.4234 (NS)	0.6963 (NS)
<b>Tratamientos</b>	3	0	9	9604.6	0	<0.0001 (**)	<0.0001 (**)
<b>Error</b>	6	0	41.16	280.76			
<b>Total</b>	1	0	1575.6	7	<b>CV: 0%</b>	<b>CV: 3.56%</b>	<b>CV: 18.72%</b>

NS = no significativo

(\*\*)= altamente significativo

El resultado estadístico de la prevalencia de *Saprolegniasis* entre y dentro de los tratamientos al inicio, a los 4 días y 8 días (final del ensayo), se expresa en el cuadro 1 del análisis de varianza ADEVA.

Dentro de los tratamientos no se estableció diferencias estadísticas significativas (NS) a través del tiempo de evaluación esto se debe a que se seleccionó solo especímenes enfermos para la prueba; mientras que, entre ellos, existió una respuesta muy diferente (\*\*) a partir de la aplicación de los antimicóticos, Al inicio del ensayo es ideal una similitud de prevalencia entre tratamientos y repeticiones para poder probar la eficacia de los antimicóticos; lo cual se cumplió en el presente trabajo demostrado en la tabla 13.

El coeficiente de variación es un indicador de dispersión de la enfermedad; en esta variable analizada se determinó un CV de 0% al inicio; 3.56% a los 4 días y 18.72% a los 8 días de haber aplicado los tratamientos. Es decir, al inicio de la investigación no existió variabilidad, en cuanto a los casos de *Saprolegniasis*.

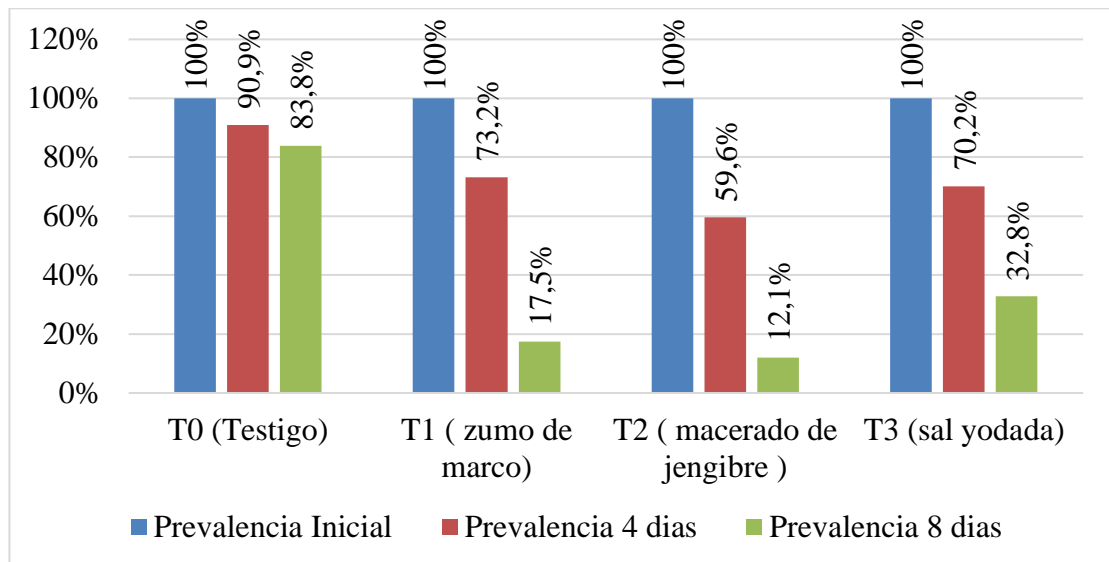
Se acepta coeficientes de variación superiores al 20% en variables que no están bajo el control de los investigadores; cómo es el caso de prevalencia; morbilidad, muertes por enfermedades

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de *Saprolegniasis*, en truchas arcoíris, Inicial, 4 días y 8 días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Prevalencia Inicial</b>	<b>Prevalencia 4 días</b>	<b>Prevalencia 8 días</b>
<b>T0 (Testigo)</b>	100	90.9 A	83.8 A
<b>T1 (zum de marco)</b>	100	73.23 B	17.5 BC
<b>T2 ( macerado de jengibre )</b>	100	59.6 C	12.1 C
<b>T3 (sal yodada)</b>	100	70.2 B	32.8 B
<b>Media:</b>	100%	73.5% (**)	34% (**)

(\*\*) = altamente significativos

**Figura 2.** Prevalencia de *Saprolegniasis* en truchas arcoíris, al inicio, 4 días y 8 días del ensayo



Mediante el análisis de varianza para evaluar la prevalencia de *Saprolegniasis* antes, a los 4 días y 8 días de investigación se determinó diferencias estadísticas altamente significativas (\*\*) entre tratamientos como se observa en la tabla 14.

En promedio el Oomicete, mostró 100% de prevalencia al inicio del ensayo; 73.5% a los 4 días de aplicar el extracto de marco, macerado de jengibre y la sal yodada y se redujo a un 7.4% al final de la administración de los mismos.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para separar las medias, se estableció que; la mayor prevalencia micótica entre las truchas fue en el grupo testigo (T0) con un 90.9% a los 4 días de iniciado los tratamientos; de la misma manera al finalizar el ensayo (8 días) el mismo grupo control registró 83.8% de incidencia, siendo esta la más alta como se lo demuestra en la tabla 14 y figura 2.

En esta investigación se determinó el porcentaje más bajo de prevalencia en una forma homogénea y consistente, al aplicar 12.5 g de macerado de jengibre en 25 Lt de agua (T2) para el control de *Saprolegniasis*; cuantificándose la presencia de esta infección entre las truchas del tratamiento en un 59.6% y 12.1%, a los 4 y 8 días en



su respectivo orden como se lo demuestra en la tabla 14 y figura 2.

Esta respuesta eficiente del jengibre en este ensayo; se debe a que; el efecto del macerado de jengibre sobre el crecimiento micelial es a los dos días después de iniciado el tratamiento, por efecto de los alcaloides.” Se observó que las diferentes concentraciones de jengibre inhibieron significativamente el crecimiento micelial del hongo a partir de los 2 días, tuvo mayor efecto el de 20% de concentración. Después de los 5 días el efecto del extracto en general disminuyó, el día 9 las concentraciones 5 y 10% igualaron al testigo” (Rodríguez et al, 2006).

Detectaron en el genotipo japonés de jengibre aceites esenciales, alcaloides débilmente básicos, básicos y sales cuaternarias de amonio; metabolitos secundarios que se han relacionado con actividad biológica para el control de hongos fitopatógenos, Casanova et al. (2004) citado por ( Contreras, A, 2019).

#### 5.4 Porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris durante la adaptación; 4 días y 8 días después de aplicar los tratamientos

*Tabla 15. Análisis de varianza (ADEVA) para porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris durante la adaptación; a los 4 días y 8 días después de aplicar los tratamientos.*

F.V.	g l	Suma cuadrados			p-valor		
		Final adaptación	4 días	8 días	Final adaptación	4 días	8 días
<b>Repeticiones</b>	2	355.7	28.5	13.9	0.0866 (NS)	0.4406 (NS)	0.8709 (NS)
<b>Tratamientos</b>	3	20.1	.1	.1	0.9307 (NS)	0.0004 (**)	0.0001 (**)
<b>Error</b>	6	282.3	90.7	294.			
<b>Total</b>	1	658.2	1639	7711	<b>CV: 27.56%</b>	<b>CV: 5.29</b>	<b>CV: 20.59%</b>

NS = no significativo

(\*\*) = altamente significativos

Según el análisis de varianza (ADEVA) al evaluar el porcentaje de morbilidad antes durante y después de la investigación esta no presentó diferencias estadísticas significativas (NS) dentro de repeticiones; se hace mención que existió uniformidad (NS) entre tratamientos al final de del periodo de adaptación es decir la morbilidad fue igual previo al inicio de la aplicación de los antimicóticos. Después de administrarles los tratamientos estos, presentaron una respuesta diferente (\*\*), lo cual demuestra la eficacia de los mismos en el presente ensayo que se ha demostrado en la tabla 15.

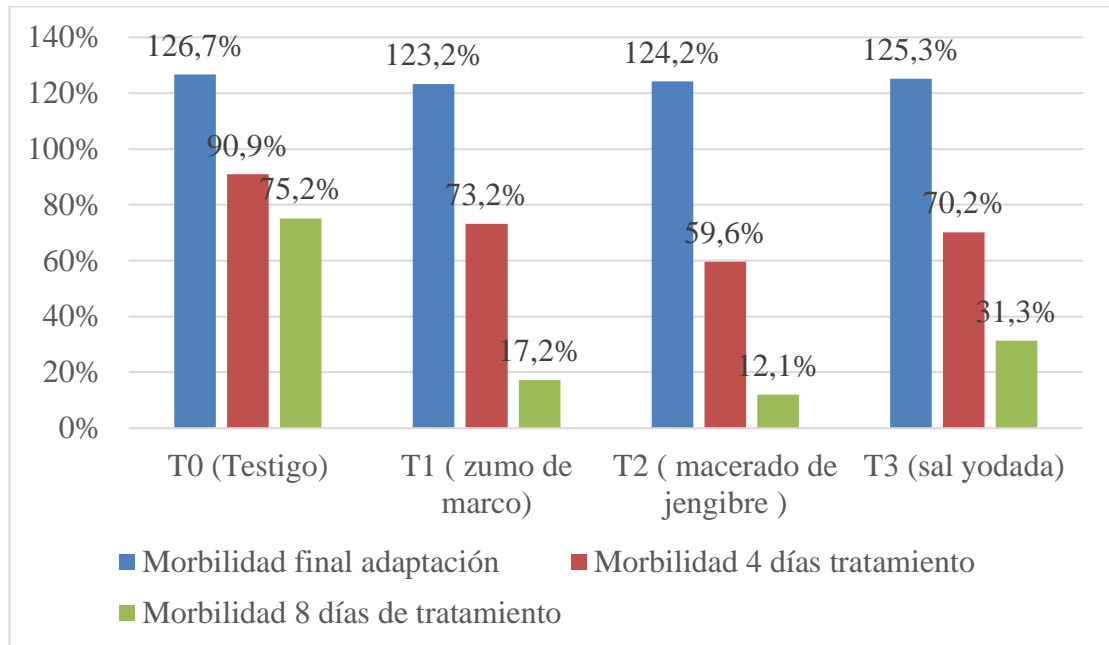
El coeficiente de variación en esta investigación fue de 27.56% al final del periodo de adaptación; 5.29% a los 4 días y 20.59% a los 8 días (final del ensayo), estos valores elevados del CV se deben a variabilidad de la morbilidad obtenida, esto quizá como consecuencia de la fisiología de las truchas y su respuesta a la enfermedad, por lo tanto, esta variable sale fuera del control de los investigadores.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris durante la adaptación; a los 4 días y 8 días después de aplicar los tratamientos.

Tratamientos	Morbilidad Inicial	Morbilidad ad final adaptaci ón	Morbilidad ad 4 días tratamien to	Morbilidad ad 8 días de tratamien to
<b>T0 (Testigo)</b>	100%	126.7%	90.9%	75.2%
		A	A	A
<b>T1 (500ml de zumo de marco)</b>	100%	123.2%	73.2%	17.2%
		A	B	B
<b>T2 (12.5 g de macerado de jengibre )</b>	100%	124.2%	59.6%	12.1%
		A	C	B
<b>T3 (453.5 g de sal yodada)</b>	100%	125.3%	70.2%	31.3%
		A	BC	B
<b>Media:</b>	100	124.9 (NS)	73.5 (**)	34 (**)

(\*\*) = altamente significativos

**Figura 3.** Porcentaje de morbilidad de Saprolegniasis en truchas arcoíris, durante la adaptación; 4 días y 8 días después de aplicar los tratamientos.



Durante la etapa de adaptación de 10 días, las muestras de peces no tuvieron contacto con los compuestos terapéuticos que plantea este proyecto. Los datos recolectados de esta fase, se muestran tabulados en la tabla 16.

A partir de los datos mostrados en la figura 1, se identificó en esta etapa el incremento de morbilidad de *Saprolegniasis*, fue similar (NS) para todas las muestras destinadas a los diferentes tratamientos; por lo que existió un solo rango de significancia según la prueba de Tukey al 5%. En particular, en esta etapa hay un incremento de las afectaciones en el cuerpo de los peces, siendo el más representativo T0 con 126.7%; y el menos afectado el T1 con 123.2% de morbilidad demostrado en la tabla 16 y figura 3.

El aumento de la morbilidad se puede explicar debido a varios factores. En primer lugar, los peces fueron sometidos a estrés por el transporte de piscinas amplias a reducidas. Esto derivó en pérdida de apetito en los peces durante los primeros 2 días. Además, dentro del período de adaptación se presentó cambios climáticos tales como lluvias, lo cual aumentó el pH del agua, y también se observó contaminación

del agua por caída de sedimentos provenientes del suelo. Estos factores volvieron a los peces más susceptibles al aumento de infecciones dérmicas por *Saprolegniasis*.

Una respuesta muy diferente (\*\*) de los tratamientos se observó a los 4 y 8 días después de iniciar el baño con antimicóticos. Según Tukey se determinó 2 rangos en la prueba; siendo así; la mayor morbilidad se cuantificó en T0 (testigo) con el 90.9% y 75.2% en su respectivo orden para cada etapa de evaluación. El tratamiento que menor morbilidad registró fue T2 (macerado de jengibre) con 59.6% a los 4 días y 12.1% a los 8 días (final del ensayo) como se demuestra en la tabla 16 y figura 3.

La morbilidad inicial alta en este trabajo investigativo se debe, a: Los factores que determinan la aparición y el mantenimiento de alta carga fúngica (morbilidad) en el agua son: Peces inmunodeprimidos por la presencia de otras afecciones o por desnutrición; la presencia de una gran cantidad de materia orgánica en el agua, densidades altas de peces, animales muertos o huevos de peces en descomposición. Además a temperaturas bajas suele ser más frecuente su aparición, debido a que la capacidad de respuestas inmunológica de los peces a las infecciones es disminuida. ( Balbuena, D, 2011).

### 5.5 Mortalidad en trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos

**Tabla 17.** Análisis de varianza (ADEVA) para la mortalidad en trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos.

F.V.	gl	Suma cuadrados	Fisher	p-valor
<b>Repeticiones</b>	2	28.17	2.6	0.1537 (NS)
<b>Tratamientos</b>	3	166	10.2	0.0090 (**)
<b>Error</b>	6	32.5		
<b>Total</b>	11	226.67		

NS = no significativo

(\*\*) = altamente significativos

Según el análisis de varianza se determinó que; al evaluar la mortalidad de truchas

durante la aplicación del macerado de marco; extracto de jengibre y sal yodada, no se presentaron diferencias estadísticas significativas (NS) entre repeticiones; mientras que en los tratamientos se observaron respuestas muy diferentes (\*\*), como se observa en la tabla 17.

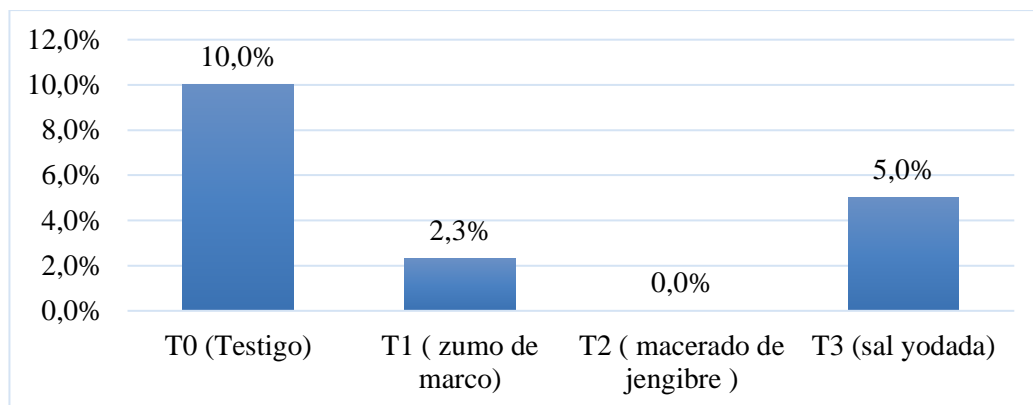
El coeficiente de variación en esta investigación fue de 55.2%, este valor elevado del CV se debe a lo expresado por Beaver, L. 1992, que menciona; el valor del CV en variables que están bajo el control del investigador, no debe pasar del 20%. Sin embargo, en variables que dependen fuertemente del ambiente, fisiología y genética como es; mortalidad por incidencia de enfermedades el valor del CV puede ser superior al 20%. Como es el caso de este ensayo.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5% para mortalidad de trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Mortalidad</b>
<b>T0 (Testigo)</b>	10.0 A
<b>T1 (500ml de zumo de marco)</b>	2.3 B
<b>T2 (12.5 g de macerado de jengibre )</b>	0.0 B
<b>T3 (453.5 g de sal yodada)</b>	5.0 AB
<b>Media:</b>	3 (**)

(\*\*) = altamente significativos

**Figura 4.** Mortalidad de trucha arcoíris durante la aplicación de los tratamientos



La respuesta de los tratamientos, en lo que tiene que ver a mortalidad, fue estadísticamente muy diferente (\*\*) entre estos. En promedio se determinó 3 especímenes muertos durante la investigación.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 %, para separar los promedios de mortalidad en truchas juveniles por tratamientos se obtuvo 2 rangos de significancia, la mayor mortalidad se identificó en T0 (sin antimicrobianos) en un número de 7 especímenes; mientras que T2 (12.5 g de macerado de jengibre) no registró mortalidad durante el proceso investigativo, ocupando este, el último rango de la prueba como se demuestra en la tabla 18 y figura 4.

Con estos resultados podemos manifestar que la mortalidad en nuestra investigación fue relativamente baja, factor determinante sobre esta variable es el manejo, especialmente el espacio y alimento; estas afirmaciones coinciden al decir que; “ Los peces que se cultivan, están sometidos a una densidad (número de organismos por unidad de área o volumen), muy superior al que encuentran en su medio natural, por lo que se ven sometidos a condiciones de mayor competencia por espacio, alimento y oxígeno, entre otras variables. Mientras más intensiva (mayor número de peces por unidad de área) sea la explotación piscícola, mayor es el estrés causado por esta competencia y mayor es la probabilidad de que aparezcan enfermedades y su muerte posterior, si no se hace un manejo adecuado a dichas condiciones. ( Balbuena, D, 2011)

La saprolegniosis es una enfermedad generalmente restringida a la epidermis y la dermis de los peces, pero que puede afectar a tejidos más profundos. En la piel, las principales lesiones son claramente visibles. Este hongo provoca la ruptura del mecanismo de osmorregulación de los peces y, a menos que puedan ser tratados, la infección suele ser mortal. (Cabañes, J, 2021)

## 5.6 Determinación del efecto de los tratamientos para el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris

**Tabla 19.** Análisis de varianza (ADEVA) para la determinación del efecto de los tratamientos sobre el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris.

F.V.	gl	Suma cuadrados			p-valor		
		4 días	8 días	Final	4 días	8 días	Final
<b>Repeticiones</b>	2	28.5	50.8	85.6	0.4406(NS)	0.4657(NS)	0.3852(NS)
<b>Tratamientos</b>	3	1520.1	4151.9	9802.4	0.0001 (**)	0.0001 (**)	<0.0001 (**)
<b>Error</b>	6	90.71	175.1	228.7			
<b>Total</b>	11	1639.8	4377.8	10116.7	<b>CV:</b> 14.7%	<b>CV:</b> 15.3%	<b>CV:</b> 9.9%

NS = no significativo

(\*\*) = altamente significativos

Según el análisis de varianza (ADEVA) realizado para la determinación del efecto de los tratamientos, esta no presentó diferencias estadísticas significativas (NS) para repeticiones; por el contrario, los tratamientos registraron diferencias estadísticas altamente significativa (\*\*) a los 4 días, 8 días y final como se identifica en la tabla 19.

El coeficiente de variación en esta investigación fue de 14.7%; 15.3% y 9.94%; a los 4 días; 8 días y final del ensayo.

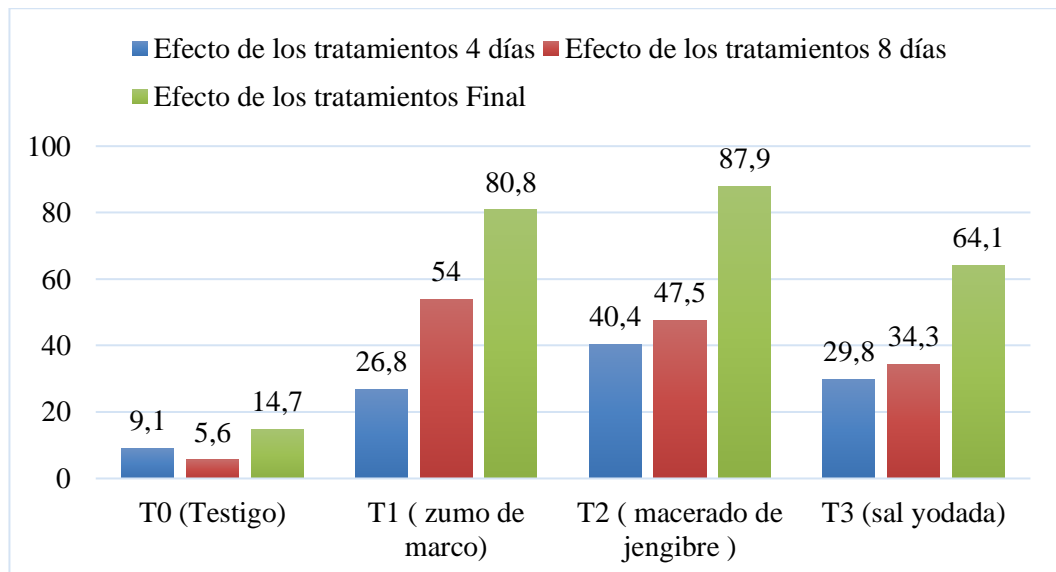
**Tabla 20.** Prueba de Tukey al 5% para la determinación del efecto de los tratamientos en el control de *Saprolegniasis* en truchas arcoíris.

Tratamientos	Efecto de los tratamientos		
	4 días	8 días	Final
T0 (Testigo)	9.1 C	5.6 C	14.7 C
T1 (zumo de marco)	26.8 B	54 A	80.8 AB
T2 (macerado de jengibre )	40.4 A	47.5 AB	87.9 A
T3 (sal yodada)	29.8 A	34.3 B	64.1 B
<b>Media:</b>	26.5 (**)	35.4 (**)	61.9 (**)

FUENTE: (Investigación de campo 2022)

(\*\*) = altamente significativos

**Figura 5.** Determinación del efecto de los tratamientos en el control de *Saprolegniasis* en truchas arcoíris



La respuesta de los tratamientos aplicados sobre el control de *Saprolegniasis* en truchas juveniles fue muy diferente (\*\*). En promedio la efectividad de los tratamientos fue de 26.5% a los 4 días de iniciado el control; 35.4 % a los 8 días y 61.9% al finalizar el proceso; estos resultados nos muestran la eficacia del extracto



de marco, macerado de Jengibre e inmersión en sal yodada, probados en este trabajo experimental como se demuestra en la tabla 20 y figura 5.

Mediante el cuadro 5 de la prueba de Tukey al 5%; se presenta la comparación de medias; registrándose 3 rangos de significancia en la prueba; es así que el menor promedio, fue cuantificado en el grupo de truchas testigo (T0). Sin embargo, al evaluar la variable efectividad de los tratamientos el testigo quedaría fuera de consideración; por lo cual el porcentaje de recuperación más bajo fue identificado en T1 (sumersión en extracto de marco) con un 26.8 % de efectividad al cuarto día; por el contrario, a los 8 días y final de la investigación fue T3 (inmersión en sal yodada) considerado como el de menor efecto con un 34.3% y 64.1%, en su respectivo orden.

Estadísticamente el mayor promedio de efectividad de los antimicóticos y que ocupó el primer rango de la prueba de Tukey fueron; T2 (12.5 g de macerado de jengibre) con 40.4% a los 4 días; por el contrario, el mayor efecto de los tratamientos a los 8 días se registró en; T1 (500ml de zumo de marco) con 54%. Finalmente, al terminar la evaluación se determinó una recuperación del 87.9% de peces por efecto de la aplicación de 12.5 g de macerado de jengibre en 25 Lt de agua, siendo este tratamiento el de mayor efecto para control de *Saprolegniasis* como se demuestra en la tabla 20 y figura 5.

Hay pocas enfermedades micóticas importantes que afecten a la trucha arcoíris. La infección por *Saprolegnia*, infección por *Ichthyophonus*, son las más importantes. El hongo *Saprolegniasis* afecta la piel y las branquias de las truchas arcoíris, y se manifiesta la presencia de una masa algodonosa blanco grisáceo en piel, aletas, ojos, boca y branquias. La aparición de una enfermedad en una población en cultivo se debe principalmente a factores de orden fisiológico, químico o biológico, que pueden ser desencadenados de forma natural o inducido por las malas condiciones ambientales en el lugar en donde se realiza el cultivo. Las altas densidades de cultivo incrementan el riesgo para el surgimiento y la diseminación de las enfermedades (Chimbor, R, 2022).

## 5.7 Correlación y regresión lineal

**Tabla 21.** Análisis de correlación y regresión de las variables independientes ( $X_{sn}$ ), que tuvieron una significancia estadística sobre el efecto de los tratamientos en el control de *Saprolegniasis* en truchas arcoíris (variable dependiente -  $Y$ ).

<b>Efecto final de antimicóticos (Variables Independientes Xs)</b>	<b>Coefficiente de correlación "r"</b>	<b>Coefficiente de regresión "b"</b>	<b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>) %</b>
Prevalencia cuarto día	-0.90 **	-1.51 **	82
Prevalencia octavo día	-1 **	-0.66 **	99
Morbilidad cuarto día	-0.91 **	-1.49 **	82
Morbilidad final investigación	-0.99 **	-0.75 **	99
Mortalidad	-0.86 **	-5.64 **	74
Efecto del tratamiento a los 4 días	0.91 **	2.25 **	82
Efecto del tratamiento a los 8 días	0.97 **	1.47	93

(\*\*) = Altamente significativo al 1%.

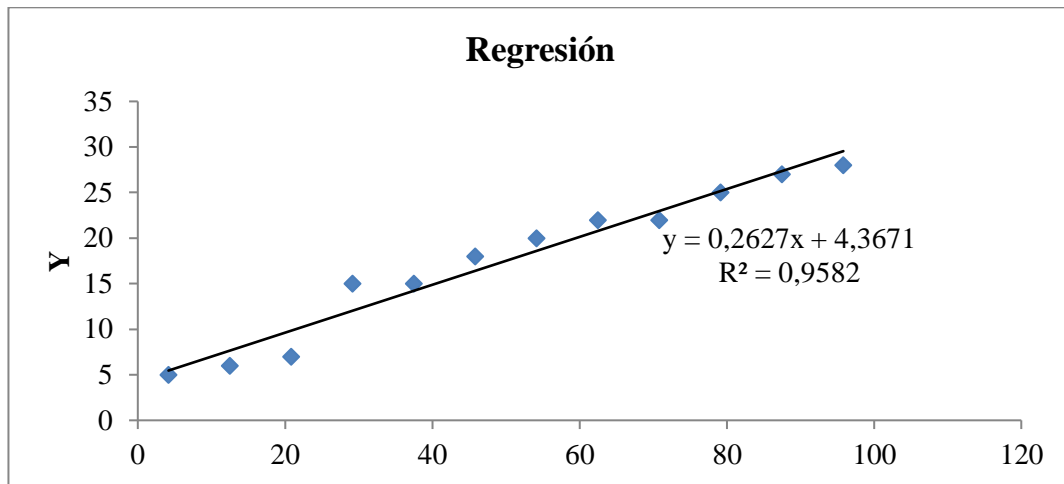
### Correlación "r"

En la presente investigación, que fue realizada en los estanques de Marcopamba pertenecientes a la UEB, se determinó que; la prevalencia y Morbilidad de *Saprolegnia* a los 4 y 8 días; mortalidad y efecto de los tratamientos a los 4 días; tuvieron una relación altamente significativa (- y +) sobre el efecto de los antimicóticos evaluados al final del ensayo como se observa en la tabla 21.

El grado de asociación se mide mediante un coeficiente de correlación, denotado por (r). Este coeficiente se mide en una escala que varía de + 1 a 0 a - 1, no tiene unidades.

## Regresión "b".

**Figura 6.** Análisis de regresión



Para el análisis de regresión se consideró como variable dependiente, efecto de tratamientos al final del ensayo; en esta investigación la variable que contribuyó a la reducción de *Saprolegnia* fue el efecto de los tratamientos a los 4 días. Esto quiere decir que; a mayor número de peces sanos a los 4 días; mayor será la eficacia de los tratamientos evaluado al final como se demuestra en la tabla 21 y figura 6.

Por el contrario las variables que redujeron la eficacia de los antimicóticos (truchas sanas) fueron; la prevalencia; Morbilidad de *Saprolegnia* a los 4 y 8 días y mortalidad que disminuyeron la cantidad de truchas sanas al final de la investigación; es decir a valores más altos de estas variables independientes menor será el efecto sobre la enfermedad. Por lo cual la ecuación muestra una regresión lineal como se observa en la tabla 21.

### **Determinación ( $R^2$ ).**

En esta investigación el valor más alto del  $R^2$  se registró en la prevalencia y morbilidad, con un valor del  $R^2$  de 99% en cada caso; esto quiere decir que a menor prevalencia y morbilidad de la enfermedad; existirá mayor eficacia de los antimicóticos y por ende mayor número de truchas sanas. El restante porcentaje se debe al sistema inmunitario de la trucha como se observa en la tabla 21.

De la misma manera existió un  $R^2$  74% de reducción en el efecto de los antimicóticos debido a la mortalidad registrada; lo que es lo mismo decir que en esta investigación existió un menor número de truchas sanas debido a la mortalidad. Esta respuesta ocurrió debido a que, ya existió control de la enfermedad, y claro que esta enfermedad no registra tasas altas de mortalidad, como se infirió en anteriores variables como se identifica en la tabla 21.

El valor  $R^2$  mide el porcentaje de variación en los valores de la variable dependiente (Y) que puede explicarse por la variación en la variable independiente (Xs), en consecuencia, es una medida de la capacidad de predicción del modelo (Yu, sf).

## CAPÍTULO VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Al realizar el análisis de varianza (ADEVA), para las variables evaluadas se determinó diferencias estadísticas altamente significativas (\*\*) entre tratamientos, es decir existieron diferentes respuestas de los antimicóticos aplicados, para el control de *saprolegnia* en truchas arcoíris juveniles. Considerando los resultados obtenidos en la presente investigación, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna la cual dice; El zumo de marco, jengibre o sal yodada influye terapéuticamente en el tratamiento de saprolegniosis en truchas arcoíris del Proyecto Piscícola Marcopamba.

Las hipótesis planteadas en este trabajo investigativo fueron las siguientes:

**H<sub>0</sub>:** El zumo de marco, jengibre y sal yodada no influyen terapéuticamente en los tratamientos de saprolegniasis en truchas arcoíris del proyecto piscícola Marcopamba.

**H<sub>1</sub>:** El zumo de marco, jengibre y sal yodada influyen terapeutamente en el tratamiento de saprolegniasis en truchas arcoíris del proyecto piscícola Marcopamba.

## CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

Una vez presentado el análisis estadístico e interpretación del trabajo realizado en campo se concluye:

- En este trabajo de investigación se ha mostrado en el estudio de laboratorio mediante proceso de incubación y la observación de características taxonómicas, como morfológicas, la presencia de *Saprolegnia sp* en la totalidad de truchas juveniles arcoíris repartidas en los diferentes tratamientos.
- Existió una incidencia muy diferente (\*\*) de la Saprolegniasis sobre las zonas del cuerpo de la trucha, la mayor Afectación del Oomicete fue a la parte caudal, en un 15.4% y la zona con menor afectación fueron las aletas ventrales con un 4.3% al terminar el ensayo. Durante el proceso de evaluación se registró disminución de manchas en los especímenes.
- En este estudio se registró una prevalencia de Saprolegniasis entre truchas del 100% al iniciar el periodo de adaptación; por el contrario, a los 4 días de aplicar el mismo se obtuvo un 73.5% y al finalizar la evaluación 18.72% de prevalencia. El tratamiento más representativo de este hongo es el T0 con 90.9% y 83.8% a los 4 y 8 días; mientras que el de menor prevalencia fue el T2 con 59.6% y 12.1% respectivamente para cada etapa.
- Existió un aumento de la morbilidad (124.9%) de *Saprolegniasis* dentro del período de adaptación debido aumentó el pH del agua por lluvias, y sedimentos. A los 4 días de aplicar los tratamientos se observó un descenso de esta, ubicándose en un 73.5% y al final del ensayo se registró un 34% de morbilidad del hongo entre las truchas. También al final del ensayo se determinó que; el tratamiento con menor porcentaje fue el T2 con 12.1%; y el más afectado el T0 con 75.2% de morbilidad.

- La mortalidad fue baja y/o ausente entre los tratamientos; teniendo su máximo exponente al grupo testigo (T0) con un 10%; mientras que T2 no tuvo mortalidad (0%) alguna durante ni finalizado el ensayo.
- Una vez terminado el ensayo se determinó que la mayor eficacia (87.9%) en el control de *Saprolegniasis*; o lo que equivale a decir mayor efecto terapéutico hacia el hongo, se lo obtuvo al aplicar 12.5 g de macerado de jengibre en 25 litros de agua (T2), ya que al ser un fungicida natural no presento interacciones peligrosas para la salud de los peces, mostrando un mejor comportamiento en los especímenes e ingiriendo alimento con normalidad en todo el tratamiento, esto ayudo a que exista una recuperación más eficaz en el cuerpo de las truchas; a continuación, fue T1 (500 ml de zumo de marco/25 litros) con un 80.8%, gracias a la presencia de flavonoides y fenoles que favorecen el control del hongo y T3 (453.5 g de sal yodada disueltas en 25 litros de agua) tuvo una eficacia del 64.1%, esto pudo ser influido por el cambio en su entorno con mayores niveles de cloruro de sodio, forzando a que exista una mayor homeostasis, produciendo un aumento en la cantidad de dióxido de carbono, causando un desequilibrio orgánico en las truchas, presentando una recuperación lenta.

## 7.2 Recomendaciones

Una vez realizada las conclusiones del presente trabajo se recomienda:

- Para la identificación del hongo en un laboratorio; se sugiere realizar, cultivos en cajas petri, mediante la adición de 300 ml de solución de papa más dextrosa y 4.5g de bacto agar.
- Para el cultivo de truchas juveniles arcoíris, se sugiere en base a los resultados obtenidos; realizar baños de inmersión con 12.5 g de macerado de jengibre en 25 litros de agua cada 3 días, para reducir, la prevalencia, morbilidad y mortalidad causada por el hongo Saprolegniasis.
- Se recomienda realizar evaluaciones de los antimicóticos; marco y sal, probando variación de concentraciones (dosis más bajas), por lo que al iniciar con los baños de inmersión con las dosis terapéuticas, los peces se mostraron más letárgicos y no consumían alimento con normalidad; también se recomienda experimentar con otras frecuencias de aplicación; en diferentes zonas de la provincia, con la finalidad de obtener resultados que superen los porcentajes mostrados en este proyecto de investigación.
- Socializar estos resultados al MAGAP; estudiantes de la carrera de veterinaria de la UEB; ONGs y demás organismos tanto gubernamentales como privados, para realizar la transferencia de tecnología.



## Bibliografía

- Balbuena, D. (2011). *Mnaual Basico de Sanidad Piscicola* . Obtenido de <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>
- Contreras, A. (2019). *Universidad Politecnica Salesiana Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17277/1/UPS-CT008231.pdf>
- ARCSA. (2015). *Listado de Plantas Medicinales del Ecuador realizada a partir de revisiones bibliográficas*. Obtenido de agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/listado-de-plantas-medicinales-del-ecuador-24-07-2015.pdf>
- Atlas de histología vegetal y animal. (2022). *Tinciones generales*. Obtenido de Atlas de histología vegetal y animal: <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/5-general.php>
- Ayala, S., & Vásquez, T. (2014). *Evaluación de la actividad antifúngica in vitro del marco (Ambrosia arborescens Mill.) Y matico (Aristeguietia glutinosa Lam.) Sobre hongos patógenos causantes de la dermatomicosis*. Obtenido de Repositorio Universidad Politecnica Salesiana : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7303/1/UPS-QT06177.pdf>
- Balbuena, E. (2021). *Manual Básico de Piscicola*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería- Viceministerio de Ganadería: <https://www.fao.org/3/as830s/as830s.pdf>
- Barrientos, D., & Opazo, M. (2017). *[Opinión] El Atún: Un alimento importante en la dieta*. Obtenido de Centro de Vida Saludable: <http://vidasaludable.udec.cl/node/414>
- Cabañes, J. (2021). *La saprolegniosis: una enfermedad reemergente*. Obtenido de <https://www.aemicol.com/saprolegniosis-enfermedad-reemergente/>
- Candidiasis web. (2021). *Antimicóticos naturales:*. Obtenido de Candidiasis Web: <https://candidiasisweb.com/remedios/antifungicos/naturales/jengibre.php>
- CENAIM . (2016). Obtenido de Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/taxonomy/term/12?page=8>

- CENAIM. (2020). *Piscicultura*. Obtenido de Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/piscicultura2020>
- Chimbor, R. (2022). *AquaHoy*. Obtenido de <https://aquahoy.com/principales-enfermedades-en-la-trucha-arco-iris/>
- Crespo, C. (2018). *Evaluación de buclizina en la estimulación del apetito en trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en etapa de engorde*. Obtenido de Repositorio Universidad de las Fuerzas Armadas: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14638/1/T-IASA%20I-005453.pdf>
- Estrada, G., & Ramirez, M. (2019). *Micología General*. Obtenido de universidad católica de manizales: [https://www.ucm.edu.co/wp-content/uploads/2021/03/Micologia\\_general.pdf](https://www.ucm.edu.co/wp-content/uploads/2021/03/Micologia_general.pdf)
- FAO . (2014). *Manual Practico para el Cultivo de la Trucha Arcoiris*. Obtenido de FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/3/bc354s/bc354s.pdf>
- FAO . (2022). *Pesca y acuicultura: Descripción general del sector acuícola nacional*. (L. Schwarz, Editor) Obtenido de FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations: <https://www.fao.org/fishery/es/countrysector/ec/es>
- FAO. (2017). *Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792) [Salmónidos]*. Obtenido de Cultured Aquatic Species Fact Sheets: [https://www.fao.org/fishery/docs/document/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es\\_rainbowtrout.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/document/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_rainbowtrout.htm)
- Godoy, M. (2018). *Saprolegniasis en smolt de Salmón del Atlántico (Salmo salar): Patología macroscópica I*. Obtenido de Marcos Godoy Patología en Acuicultura: [https://www.marcosgodoy.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=392:saprolegniasis-en-smolt-de-salmon-del-atlantico-salmo-salar-patologia-macroscopica-i&catid=106:salmon-del-atlantico&Itemid=504&lang=es](https://www.marcosgodoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=392:saprolegniasis-en-smolt-de-salmon-del-atlantico-salmo-salar-patologia-macroscopica-i&catid=106:salmon-del-atlantico&Itemid=504&lang=es)
- Gonzáles de Canales, M., Bosco Ortiz, J. G., & Sarasquete, C. (2017). Saprolegniasis en poblaciones naturales de peces. *Ciencias Marinas*, 27(1),

126. doi:0185-3880

- Gonzales, C. (2017). *Biocontrol de la saprolegniosis por Saprolegnia parasitica en trucha arcoíris Oncorhynchus mykiss utilizando bacterias aisladas de peces continentales y marinos*. Obtenido de Repositorio Universidad de León: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/6908/Tesis%20Concepci%20F3n%20Gonz%20E1lez%20Palacios.pdf?sequence=1>
- Isnaya. (s.f.). *Jengibre*. Obtenido de Vademecum Isnaya: <http://isnaya.org.ni/FCNMPT/laboratorio/jengibre.php>
- ITIS. (2017). *Zingiber officinale*. Obtenido de Integrated Taxonomic Information System: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=42402#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42402#null)
- ITIS. (2021). *Oncorhynchus mykiss*. Obtenido de Sistema Integrado de Información Taxonómica - Informe: <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>
- Leech, J. (2021). *11 Beneficios probados del jengibre para la salud*. Obtenido de Healthline: <https://www.healthline.com/health/es/beneficios-del-jengibre#5.-Puede-reducir-drsticamente-los-niveles-de-azcar-en-la-sangre-y-mejorar-los-factores-de-riesgo-de-enfermedad-cardaca>
- Ministerio de Agroindustrias Argentina. (2018). *Seguridad Alimentaria NUtrición y Educación Alimentaria*. Obtenido de Ministerio de Agroindustrias: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/Fichaspdf/Fic>
- Miranda, C. (2006). *Necrosis pancreática infecciosa: enfermedad emergente*. Obtenido de Veterinaria México: <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2006/vm064f.pdf>
- Mosquera, F. (2016). *Análisis económico de la producción y comercialización de trucha en la granja piscícola valle hermoso en el caserío artezón, parroquia pelileo grande, cantón pelileo, provincia de tungurahua*. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12384/1/Tesis%20Lista%20Gonzalo.pdf>

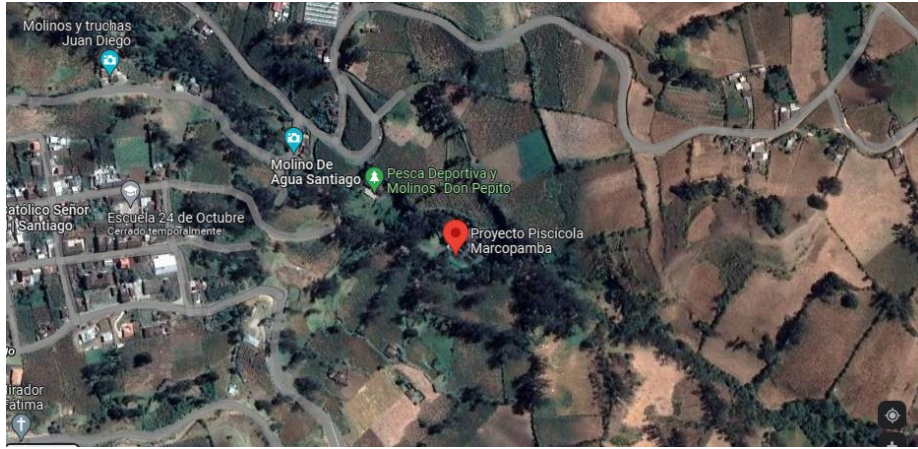
- Mosquera, J. (2021). *Sanidad acuícola: enfermedades comunes en los peces*. Obtenido de Agrotime: La web del campo: <https://www.agrotime.net/sanidad-acuicola-enfermedades-comunes-en-los-peces/>
- Noga, J. (2016). *Una familia diversa de péptidos de defensa del huésped (piscidinas) muestra actividades antibacterianas y antiprotozoarias especializadas en peces*. (M. Ulrich, Editor) Obtenido de PLOS ONE: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0159423#abstract0>
- Núñez, O., Paredes, J., Artieda, J., & Muñoz, M. (2022). Aprovechamiento del extracto crudo de ajo (*Allium sativum*) como alternativa en la prevención de saprolegniosis en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). *Scielo*, 9(1). doi:2311-2581
- Núñez, P. (2021). *Universidad técnica de ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33077/1/Tesis%20185%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-Paredes%20Sandoval%20Johana%20Cristina.pdf>
- Ordoñez, C. (2018). *Evaluación de buclizina en la estimulación del apetito en trucha ARCO iris (Oncorhynchus mykiss) en etapa de engorde*. Obtenido de Repositorio Universidad de las Fuerzas Armadas: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14638/1/T-IASA%20I-005453.pdf>
- Ortega, A. (2018). “*determinación del efecto antimicrobiano de los aceites esenciales de tomillo (Thymus vulgaris) y orégano (Origanum vulgare) frente a la bacteria Staphylococcus aureus ATCC: 12600*”. Obtenido de Repositorio Universidad Politecnica Salesiana : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16043/1/UPS-CT007779.pdf>
- Paredes, J. (2021). *Efecto del ajo (Allium sativum) en el tratamiento desaprolegniasis en trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss)*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33077/1/Tesis%20185>

%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-  
Paredes%20Sandoval%20Johana%20Cristina.pdf

- Rodríguez et al. (2006). *VII Congreso SEAE Zaragoza 2006*. Obtenido de <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/196%20HimDe%20Freitez%20Com-%20Efecto.pdf>
- RRZN. (s.f.). *Manejo de enfermedades*. Obtenido de Producción de trucha RRZN: <https://sites.google.com/site/manejodetrucharrzn/4-desarrollo/g-manejo-de-enfermedades>
- Rueda, M. (2017). Breve historia de una gran desconocida: la acuicultura. *Eubacteria*(26), 26.
- Thebmj. (sf). *Correlación y Regresión*. Obtenido de <https://www.bmj.com/about-bmj/resources-readers/publications/statistics-square-one/11-correlation-and-regression>
- Torres, J., & Fajardo, C. (2011). Tratamientos profilácticos anti-saprolegniasis para mejorar la sobrevivencia embrionaria en ovas de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Zootecnia Tropical*, 29(2). doi:0798-7269
- Yáñez, C., Rios, N., Mora, F., Rojas, L., Diaz, T., Velasco, J., & Rios, N. (2011). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Ambrosia peruviana* Willd. de los llanos venezolanos. *Peruana de Biología*, 18(2). doi:1561-0837
- Yu, J.-Y. (sf). *Part 2: Analysis of Relationship*. Obtenido de <https://www.ess.uci.edu/~yu/class/ess210b/lecture.3.regression.all.pdf>
- Zaror, L. (2022). *Saprolegnia parasitica en salmones y truchas del sur de Chile*. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2004000100008](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2004000100008)
- Zaror, L., Collado, L. B., E, Montaña, J., & Avendaño, F. (2016). *Saprolegnia parasitica en salmones y truchas del sur de Chile*. *Scielo*, 36(1). doi:0301-732X

# **Anexos**

## Anexo 1.- Mapa de ubicación de la investigación



## Anexo 2.- Base de datos

Repeticiones	Partes anatómicas	Prevalencia inicial por zonas	Prevalencia Final por zonas
1	DI	12.7%	6.7%
2	DI	18.7%	6.0%
3	DI	15.7%	7.4%
1	PCAUDAL	25.8%	15.4%
2	PCAUDAL	33.8%	14.4%
3	PCAUDAL	32.8%	16.4%
1	ALETAS V	22.0%	4.3%
2	ALETAS V	24.0%	4.0%
3	ALETAS V	23.0%	4.6%
1	PIGMENTACION	17.6%	5.2%
2	PIGMENTACION	16.0%	4.0%
3	PIGMENTACION	16.8%	6.4%
1	EROCION PIEL	13.8%	4.9%
2	EROCION PIEL	13.0%	4.5%
3	EROCION PIEL	14.6%	5.3%

<b>Prevalencia de la Saprolegniasis</b>				
<b>Repeticiones</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Prevalencia inicial total</b>	<b>Prevalencia 4 días total</b>	<b>Prevalencia 8 días total</b>
1	T0	100.0%	92.4%	85.7%
2	T0	100.0%	90.9%	83.9%
3	T0	100.0%	89.4%	81.7%
1	T1	100.0%	69.7%	15.6%
2	T1	100.0%	77.3%	18.5%
3	T1	100.0%	72.7%	18.5%
1	T2	100.0%	62.1%	12.1%
2	T2	100.0%	59.1%	15.2%
3	T2	100.0%	57.6%	9.1%
1	T3	100.0%	72.7%	39.3%
2	T3	100.0%	69.7%	19.0%
3	T3	100.0%	68.2%	40.0%

<b>Porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris</b>					
<b>Repeticiones</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Morbilidad Inicial</b>	<b>Morbilidad final adaptación</b>	<b>Morbilidad 4 días tratamiento</b>	<b>Morbilidad final de tratamiento</b>
1	T0	66	124.2%	92.4%	72.7%
2	T0	66	124.2%	90.9%	78.8%
3	T0	66	131.8%	89.4%	74.2%
1	T1	66	130.3%	69.7%	15.2%
2	T1	66	116.7%	77.3%	18.2%
3	T1	66	122.7%	72.7%	18.2%
1	T2	66	139.4%	62.1%	12.1%
2	T2	66	109.1%	59.1%	15.2%
3	T2	66	124.2%	57.6%	9.1%
1	T3	66	127.3%	77.3%	36.4%
2	T3	66	119.7%	66.7%	18.2%
3	T3	66	128.8%	66.7%	39.4%

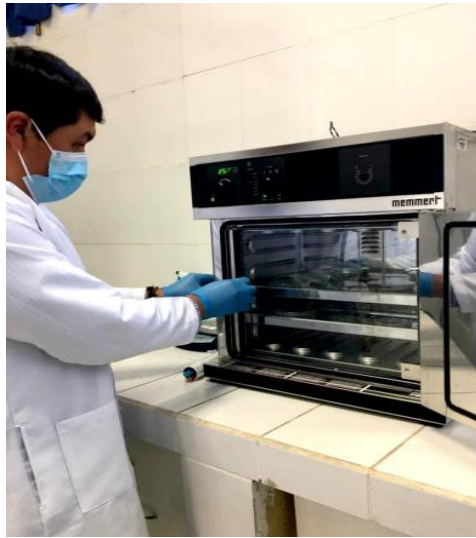


<b>Porcentaje de mortalidad en trucha arcoíris</b>			
<b>Repeticiones</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>especímenes Inicial</b>	<b>Muertes durante tratamientos</b>
1	T0	66	15.2%
2	T0	66	6.1%
3	T0	66	9.1%
1	T1	66	3.0%
2	T1	66	1.5%
3	T1	66	1.5%
1	T2	66	0.0%
2	T2	66	0.0%
3	T2	66	0.0%
1	T3	66	7.6%
2	T3	66	4.5%
3	T3	66	1.5%

<b>Determinación del efecto de los tratamientos propuestos</b>				
<b>Repeticiones</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Efecto 4 días</b>	<b>Efecto 8 días</b>	<b>Efecto total</b>
1	T0	7.6%	4.5%	12.1%
2	T0	9.1%	6.1%	15.2%
3	T0	10.6%	6.1%	16.7%
1	T1	30.3%	48.5%	78.8%
2	T1	22.7%	59.1%	81.8%
3	T1	27.3%	54.5%	81.8%
1	T2	37.9%	50.0%	87.9%
2	T2	40.9%	43.9%	84.8%
3	T2	42.4%	48.5%	90.9%
1	T3	22.7%	31.8%	54.5%
2	T3	33.3%	43.9%	77.3%
3	T3	33.3%	27.3%	60.6%

**Anexo 3.- Evidencias de la investigación**

	
<p>Preparación del cultivo con Agar Sabouraud Dextrosa.</p>	<p>Llenado de las cajas Petri para la siembra del microorganismo.</p>
	
<p>Traslado de las truchas afectadas al laboratorio.</p>	<p>Siembra del microorganismo en los cultivos.</p>



Incubación de los cultivos sembrados.



Observación del crecimiento del hongo.



La siembra presentó una estructura blanquecina algodonosa, consistencia suave y una superficie alta.



Gametangio que presento en su parte apical un oogonio esférico con una oosfera uninucleada.

Guaranda, 11 de abril 2022

**CERTIFICADO**

Yo Xavier Guillermo Álvarez Montero identificado con el número de identidad 0908695364 bajo el cargo de Investigador del Vicerrectorado de Investigación y Vinculación de la Universidad Estatal de Bolívar, certifico que la especie aislada y cultivada obtenida de muestras de lesiones superficiales de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) es el Oomycete *Saprolegnia* sp., producto de la fase experimental del trabajo de titulación: *Efecto del zumo de maracujá, jengibre y sal yodada, para el diagnóstico y tratamiento de saprolegniasis en trucha arco iris del proyecto piscícola de Marcapamba*, de los estudiantes Pablo Alejandro Veloz Lombeida, C.I: 0202028429, y Rosa Elena Cabrera Román, C.I: 0250074259, identificada en sus características taxonómicas morfológicas, hifas cenocíticas y estructura de reproducción sexual (Oogonio).

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo los interesados hacer uso del presente documento en lo que estimen conveniente

Atentamente,



XAVIER GUILLERMO  
ÁLVAREZ MONTERO

Blgo. Xavier Álvarez-Montero, Ph.D.  
Investigador  
Vicerrectorado de Investigación y Vinculación  
UEB





División y desinfección de las piscinas



Traslado de las truchas a las piscinas



Adaptación de las truchas



Baño de inmersión en Jengibre.



Baño de inmersión en Marco



Baño de inmersión en Sal yodada



Mortalidad durante el tratamiento.



Visita de campo.