



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

TEMA:

**COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) EN LA SAPROLEGNIASIS CON DOS
TRATAMIENTOS NATURALES EN SAN MIGUEL.**

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

Autor:

Fernando Rigael Zuñiga Heredia

Tutor:

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

GUARANDA – ECUADOR

2024


**COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS
(*Oncorhynchus mykiss*) EN LA SAPROLEGNIASIS CON DOS
TRATAMIENTOS NATURALES EN SAN MIGUEL.**

REVISADO Y APROBADO POR:



.....
Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

TUTOR



.....
Dr. Edison Rivelino Ramón Curay. MSc.

PAR LECTOR




.....
Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira. MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Fernando Rigael Zuñiga Heredia, con CI: 0202269494, declaró que el trabajo y los resultados presentados en este informe, 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 correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Fernando Rigael Zuñiga Heredia

AUTOR

CI: 0202269494



Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

TUTOR

CI: 0200713485



ESCRITURA NÚMERO: 20240205002P00070

DECLARACION JURAMENTADA

QUE OTORGA: FERNANDO RIGAEEL ZUÑIGA HEREDIA

CUANTIA: INDETERMINADA

DI: (2) COPIAS

En San Miguel de Bolívar, en la República del Ecuador, hoy día lunes veintidós de enero del año dos mil veinticuatro. Ante mí **DOCTOR TELMO ELÍAS YÁÑEZ OLALLA** **NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN**, comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, el señor FERNANDO RIGAEEL ZUÑIGA HEREDIA, de estado civil soltero, de ocupación estudiante. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, domiciliado en el cantón San Miguel, provincia Bolívar, legalmente capaz para contratar y obligarse, a quien de conocerlo doy fe, en virtud de haberme presentado sus respectivos documentos de identidad. Advertido el compareciente por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura así como examinado que fue de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentado en debida forma, prevenido de la gravedad del juramento, de las penas del perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, me pide que eleve a escritura pública la declaración juramentada contenida en los siguientes términos: Previo a la obtención del Título de "MÉDICO VETERINARIO", que los criterios, ideas y propuestas emitidas en el proyecto titulado "COMPOTAMIENTO BIOLÓGICO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS (Oncorhynchus mykiss) EN LA SAPROLEGNIASIS CON DOS TRATAMIENTOS NATURALES EN SAN MIGUEL", son de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autor. Declaración que la realizo para los fines legales pertinentes.- HASTA AQUI la declaración juramentada, que el compareciente acepta en todas y cada una de sus partes. Para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue al compareciente por mí el Notario, se ratifica y firma conmigo en unidad de acto quedando incorporado en el protocolo de esta Notaría, de todo cuanto doy fe.-




FERNANDO RIGAEEL ZUÑIGA HEREDIA
C.C. 0202269494.

DOCTOR TELMO ELIAS YANEZ OLALLA
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTON SAN MIGUEL DE BOLIVAR


DR. TELMO ELÍAS YÁÑEZ OLALLA
Notaría Segunda
SAN MIGUEL DE BOLÍVAR



DEDICATORIA

Mi presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios por haberme concebido la vida y siempre haber guiado cada uno de mis pasos en este transcurso de mi vida estudiantil.

Dedico a mis queridos padres por ser el pilar fundamental en mi vida ellos con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir una meta más, para así llegar hacer un buen profesional, y a su vez que me enseñaron el valor del sacrificio de cada una de las metas que me he propuesto, de la misma manera mantener la perseverancia y paciencia para luchar por mis objetivos propuesto.

A mis hermanas y hermanos por siempre estar presente con su apoyo, en cada uno de los momento buenos y malos a lo largo de esta etapa de mi vida, siempre confiando en mi esfuerzo, gracias por a ver impulsado en mí el deseo de superación y triunfo en la vida.

A todos y cada uno de mis familiares les quiero dedicar el presente trabajo por que han provocado el deseo de superación constante, este nuevo logro es gran parte gracias a ustedes; he logrado concluir con gran éxito un proyecto que en un inicio parecía tarea enorme he interminable.

Fernando Rigael Zuñiga Heredia

AGRADECIMIENTO

Dejo sentado mi eterno agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria, por haberme dado la oportunidad de educarme y formarme como médico veterinario permitiéndome así aportar para el desarrollo de la sociedad.

De manera muy especial agradecerles a los señores catedráticos que me supieron conducir por el camino de la verdad y la ciencia, mi eterna gratitud a los miembros del tribunal del proyecto de investigación a mi tutor Dr. Joscelito Solano. PhD, quien me apoyo con su tiempo, experiencia y sobre todo paciencia hasta finalizar la tesis de grado.

Fernando Rigael Zuñiga Heredia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| CONTENIDO | PAG. |
|---|-------------|
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. PROBLEMA | 3 |
| 1.3. OBJETIVOS | 4 |
| 1.3.1. Objetivo general | 4 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.4. HIPÓTESIS | 5 |
| CAPÍTULO II | 6 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1. Trucha arcoíris | 6 |
| 2.1.1. Características de la trucha arcoíris..... | 6 |
| 2.1.2. Taxonomía..... | 7 |
| 2.1.3. Anatomía externa | 7 |
| 2.1.3.1. Cabeza | 8 |
| 2.1.3.2. Tronco | 8 |
| 2.1.3.3. Cola | 8 |
| 2.1.3.4. Aletas | 8 |
| 2.1.3.5. Piel lisa..... | 9 |
| 2.1.4. Anatomía interna..... | 9 |
| 2.1.4.1. Esqueleto..... | 9 |
| 2.1.4.2. Huesos de las aletas..... | 10 |
| 2.1.4.3. Aparato respiratorio | 10 |
| 2.1.4.4. Vejiga natatoria | 10 |
| 2.1.4.5. Aparato circulatorio | 11 |
| 2.1.4.6. Sistema nervioso | 11 |
| 2.1.4.7. Aparato reproductor | 12 |
| 2.1.5. Biología de la trucha arco iris | 12 |
| 2.1.5.1. Alimentación | 13 |
| 2.1.5.2. Reproducción | 15 |
| 2.1.6. Ciclo de vida | 16 |

| | |
|---|----|
| 2.1.6.1. Huevo | 16 |
| 2.1.6.2. Alevín..... | 17 |
| 2.1.6.3. Cría..... | 17 |
| 2.1.6.4. Juvenil | 17 |
| 2.1.6.5. Adulto..... | 17 |
| 2.2. <i>Saprolegnia</i> | 18 |
| 2.2.1. Morfología y clasificación | 18 |
| 2.2.2. Hábitat | 19 |
| 2.2.3. Reproducción y comportamiento | 20 |
| 2.3. Saprolegnosis | 20 |
| 2.3.1. Causas | 21 |
| 2.3.2. Patogenia..... | 21 |
| 2.4. Caracterización del ajo (<i>Allium sativum</i>)..... | 21 |
| 2.4.1. Historia y taxonomía..... | 22 |
| 2.4.2. Cultivo..... | 23 |
| 2.4.3. Variedades..... | 23 |
| 2.4.4. Composición química | 23 |
| 2.4.4.1. Aliina..... | 24 |
| 2.4.4.2. Enzima alinasa | 24 |
| 2.4.4.3. Alicina | 24 |
| 2.4.5. Uso medicinal..... | 25 |
| 2.4.5.1. Antioxidante..... | 25 |
| 2.4.5.2. Antimicrobiano | 25 |
| 2.4.5.3. Antiparasitario..... | 25 |
| 2.4.5.4. Antifúngico | 26 |
| 2.5. Caracterización del propóleo..... | 26 |
| 2.5.1. Composición química | 26 |
| 2.5.2. Actividad antimicrobiana | 27 |
| 2.5.2.1. Mecanismos de acción antimicrobiana del propóleo | 27 |
| 2.5.3. Efecto antimicótico del propóleo | 28 |
| 2.5.4. Actividad antioxidante del propóleo | 29 |
| 2.5.5. Actividad inmunomoduladora del propóleo..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.5.6. Actividad antiviral del propóleo | 29 |
| CAPÍTULO III | 30 |
| 3. MARCO METODOLÓGICO | 31 |
| 3.1. Ubicación y características de la investigación..... | 31 |
| 3.1.1. Localización de la investigación | 31 |
| 3.1.2. Situación geográfica y climática | 31 |
| 3.1.3. Zona de vida..... | 31 |
| 3.2. Metodología | 31 |
| 3.2.1. Material experimental | 31 |
| 3.2.2. Factores en estudio..... | 32 |
| 3.2.3. Tratamientos..... | 32 |
| 3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico | 32 |
| 3.2.5. Manejo de la investigación..... | 33 |
| 3.2.5.1. Diagnóstico de saprolegniasis | 33 |
| 3.2.5.2. Preparación de las instalaciones..... | 33 |
| 3.2.5.3. Limpieza y desinfección de piscinas..... | 33 |
| 3.2.5.4. Adquisición de las truchas | 34 |
| 3.2.5.5. Identificación de los tratamientos | 34 |
| 3.2.5.6. Preparación y aplicación de macerado de ajo y propóleo | 34 |
| 3.2.5.7. Manejo de las truchas juveniles | 34 |
| 3.2.5.8. Consumo de alimento..... | 35 |
| 3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados..... | 35 |
| 3.2.6.1. Prevalencia de la enfermedad..... | 35 |
| 3.2.6.2. Efecto del ajo..... | 35 |
| 3.2.6.3. Efecto del propóleo | 35 |
| 3.2.6.4. Porcentaje de mortalidad..... | 36 |
| 3.2.6.5. Porcentaje de morbilidad..... | 36 |
| 3.2.7. Análisis de datos | 36 |
| CAPÍTULO IV | 37 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 37 |
| 4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 37 |
| 4.1.1. Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas en trucha arcoíris..... | 37 |

| | |
|--|----|
| 4.1.1.1. Afectación caudal..... | 37 |
| 4.1.1.2. Afectación aletas ventrales..... | 38 |
| 4.1.1.3. Erosión de la piel..... | 40 |
| 4.1.1.4. Despigmentación y descamación | 41 |
| 4.1.2. Prevalencia de Saprolegniasis en trucha arcoíris | 41 |
| 4.1.2.1. Prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días | 41 |
| 4.1.2.2. Prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días | 43 |
| 4.1.2.2. Prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días | 44 |
| 4.1.2.2. Prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días | 46 |
| 4.1.3. Porcentaje de mortalidad en trucha arcoíris | 47 |
| 4.1.4. Porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris..... | 48 |
| 4.1.4.1. Porcentaje de morbilidad a los 8 días..... | 48 |
| 4.1.4.2. Porcentaje de morbilidad a los 16 días..... | 50 |
| 4.1.4.3. Porcentaje de morbilidad a los 24 días..... | 51 |
| 4.1.4.1. Porcentaje de morbilidad a los 30 días..... | 52 |
| 4.1.5. Efecto de los tratamientos para el control de Saprolegniasis..... | 54 |
| 4.1.5.1. Efecto de los tratamientos a los 8 días | 54 |
| 4.1.5.2. Efecto de los tratamientos a los 16 días | 55 |
| 4.1.5.3. Efecto de los tratamientos a los 24 días | 57 |
| 4.1.5.4. Efecto de los tratamientos a los 30 días | 58 |
| 4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 60 |
| CAPÍTULO V | 61 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 61 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 63 |
| BIBLIOGRAFÍA | 64 |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| N° | Detalle | Pag. |
|-----|--|------|
| 1. | Taxonomía de la trucha arcoíris | 7 |
| 2. | Requerimientos mínimos de ciertos aminoácidos para trucha arcoíris | 14 |
| 3. | Taxonomía del ajo..... | 22 |
| 4. | Tratamientos..... | 32 |
| 5. | Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación caudal) | 37 |
| 6. | Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación aletas ventrales) en truchas arcoíris..... | 38 |
| 7. | Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (erosión de la piel) en truchas arcoíris | 40 |
| 8. | Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días | 41 |
| 9. | Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días | 43 |
| 10. | Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días | 44 |
| 11. | Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días | 46 |
| 12. | Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de mortalidad en truchas arcoíris | 47 |
| 13. | Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de morbilidad a los 8 días | 48 |
| 14. | Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de morbilidad a los 16 días..... | 50 |
| 15. | Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de morbilidad a los 24 días..... | 51 |
| 16. | Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de morbilidad a los 30 días..... | 52 |
| 17. | Prueba de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos a los 8 días | 54 |
| 18. | Prueba de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos a los 16 días | 55 |
| 19. | Prueba de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos a los 24 días..... | 57 |
| 20. | Prueba de Tukey al 5% para efecto de los tratamientos a los 30 días..... | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| N° | Detalle | Pag. |
|-----|--|------|
| 1. | Anatomía de la trucha | 9 |
| 2. | Ciclo reproductivo de la trucha | 18 |
| 3. | Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación caudal) en truchas arcoíris | 37 |
| 4. | Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación aletas ventrales) en truchas arcoíris | 39 |
| 5. | Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (erosión de la piel) en truchas arcoíris | 40 |
| 6. | Prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días en truchas arcoíris | 42 |
| 7. | Prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días en truchas arcoíris | 43 |
| 8. | Prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días en truchas arcoíris | 45 |
| 9. | Prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días en truchas arcoíris | 46 |
| 10. | Porcentaje de mortalidad en truchas arcoíris | 47 |
| 11. | Porcentaje de morbilidad a los 8 días en truchas arcoíris | 49 |
| 12. | Porcentaje de morbilidad a los 16 días en truchas arcoíris | 50 |
| 13. | Porcentaje de morbilidad a los 24 días en truchas arcoíris | 51 |
| 14. | Porcentaje de morbilidad a los 30 días en truchas arcoíris | 53 |
| 15. | Efecto de los tratamientos a los 8 días en truchas arcoíris | 54 |
| 16. | Efecto de los tratamientos a los 16 días en truchas arcoíris | 56 |
| 17. | Efecto de los tratamientos a los 24 días en truchas arcoíris | 57 |
| 18. | Efecto de los tratamientos a los 30 días en truchas arcoíris | 58 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| N° | Detalle |
|-----------|---------------------------------------|
| 1. | Mapa de ubicación de la investigación |
| 2. | Croquis del ensayo |
| 3. | Base de datos |
| 4. | Fotografías |
| 5. | Glosario de términos técnicos |

RESUMEN

Los hongos acuáticos producen de las enfermedades fúngicas más frecuentes en peces de agua dulce, las infecciones inician, generalmente, cuando los animales se ven inmunosuprimidos por una brusca variación de temperatura, probablemente a la par de un aumento preocupante de niveles de amonio o debido a factores que influyan en el estrés del ambiente, como cambios drásticos en las condiciones físicas y químicas del agua, etc. La enfermedad de la Saprolegniasis perjudica a los peces de agua dulce en sus diferentes estadios durante su crianza que implica a diferentes especies de hongos del género *Saprolegnia*. Los objetivos planteados fueron: 1) Diagnosticar signos y síntomas de la Saprolegniasis en la trucha arcoíris. 2) Establecer la eficiencia del ajo y el propóleo. 3) Determinar el mejor tratamiento y dosis de la inclusión del experimento. La investigación se llevó a cabo en el recinto San Juan Pamba del cantón San Miguel en donde se efectuó bajo un diagnóstico de observación directa. Se dividió en 3 tratamientos: T1 (200g de macerado de ajo en 20l de H₂O), T2 (15g de propóleo en 20l de H₂O) y T3 (testigo absoluto). De acuerdo a los resultados conseguidos es posible señalar que la mayor prevalencia de Saprolegniasis por tratamiento fue el T3 con 84%. Para la variable mortalidad se obtuvo un 6.67% de truchas muertas. En esta investigación se obtuvo una eficacia del 98% en el T1, 94% en el T2 y en el T3 un 44%. Al evaluar el efecto de los tratamientos propuestos, en el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris se observó que el grupo de truchas testigo sus lesiones macroscópicas se agravaban con el paso de los días e incluso fallecieron algunos animales, sin embargo, al final de la investigación las truchas tratadas a base del macerado de ajo y propóleo presentaron mejoras en su aspecto ya que fue evidente la disminución de las lesiones causadas por el hongo.

Palabras Claves: Truchas arcoíris, Saprolegniasis, ajo, propóleo

SUMMARY

Aquatic fungi produce the most frequent fungal diseases in freshwater fish. Infections generally begin when the animals are immunosuppressed by a sudden variation in temperature, probably along with a worrying increase in ammonia levels or due to factors that influence environmental stress, such as drastic changes in the physical and chemical conditions of the water, etc. The Saprolegniasis disease harms freshwater fish in their different stages during their breeding, involving different species of fungi of the Saprolegnia genus. The objectives set were: 1) Diagnose signs and symptoms of Saprolegniasis in rainbow trout. 2) Establish the efficiency of garlic and propolis. 3) Determine the best treatment and dose for inclusion in the experiment. The investigation was carried out in the San Juan Pamba enclosure of the San Miguel canton where it was carried out under diagnosis of direct observation. It was divided into 3 treatments: T1 (200g of garlic maceration in 20l of H₂O), T2 (15g of propolis in 20l of H₂O) and T3 (absolute control). According to the results obtained, it is possible to point out that the highest prevalence of Saprolegniasis due to treatment was T3 with 84%. For the mortality variable, 6.67% dead trout were obtained. In this research, an efficacy of 98% was obtained in T1, 94% in T2 and 44% in T3. When evaluating the effect of the proposed treatments, in the control of Saprolegniasis in rainbow trout, it was observed that the group of witness trout, their macroscopic lesions worsened as the days passed and some animals even died, however, at the end of the investigation The trout treated with garlic and propolis maceration showed improvements in their appearance since the decrease in lesions caused by the fungus was evident.

Keywords: Rainbow trout, saprolegniasis, garlic, propolis

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

En el mundo la acuicultura es considerada como una importante actividad que hoy en día es una fuente de alimentación que es sumamente importante para la nutrición como son esta clase de peces, por otra parte, contribuye con una gran fuente de ingresos económicos para toda aquella persona que se dedican a esta actividad, además al ser considerada fuente de alimentación esta industria ha conllevado a un gran crecimiento en los últimos años. En el 2014, el consumo de carne de pescado supero por primera vez los 20 kilogramos evidenciándose el crecimiento de la acuicultura, la cual cubre la mitad del consumo humano (FAO, 2016).

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).

En Ecuador, la producción de la comercialización de trucha en los últimos años ha tomado la iniciativa para encontrar nuevas técnicas de mejoramiento y con ello lograr una mayor producción y una trucha de mejor calidad, talla y peso. 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).

Sin embargo, estas técnicas no han sido suficientes ya que hoy en día existen requerimientos de una producción para exportación ya que solo abaste al mercado local. Por otra parte, los proyectos para exportación de trucha van en aumento para ello se debe tener un mayor trabajo para cumplir ciertos requerimientos para ofrecer producto de calidad.

Las truchas son peces de la familia de los salmónidos, son peces de agua dulce y fría; las truchas se adaptan a alimentación artificial y son resistentes a las enfermedades; generalmente miden entre 30 a 40 centímetros, medida ideal para la gastronomía (Morillo, 2019).

Actualmente el Ecuador se encuentra en desarrollo en cuanto a los criaderos de trucha, ya que puede llegar a ser un emprendimiento muy rentable a pesar de ser trabajoso, en cuanto a las dietas y métodos de producción se han ido implementando una variedad de productos nuevos, sin embargo, no se han obtenido los resultados esperados por lo que hemos visto la necesidad de implementar nuevos tratamientos para las enfermedades con el fin de obtener óptimos resultados en la etapa productiva de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Como precursores de las micosis más frecuentes presentes en peces de agua dulce encontramos principalmente a los hongos acuáticos, estas infecciones causadas por estos organismos inicialmente se dan por una inmunosupresión del hospedador, ya sea por una variación en su temperatura, cambios fisicoquímicos del agua o debido al estrés ambiental que estos peces pueden llegar a sentir, etc. Esta patología ocasiona grandes pérdidas económicas a los productores ya que tiende a diseminarse ligeramente si no se actúa rápidamente (Canales, 2017).

En el sector de San Juan Pamba situado en el cantón San Miguel, provincia de Bolívar se encuentran condiciones ambientales óptimas, como son un sin número de vertientes las cuales son necesarias para la cría y comercialización de truchas.

1.2. PROBLEMA

Entre los patógenos más comunes presentes en truchas encontramos a varias especies de hongos del género *Saprolegnia* que pueden llegar a afectar a los distintos estadios del cultivo de truchas. Su presentación se encuentra asociada al estrés y condiciones de cultivo deficientes, caracterizándose por ser un patógeno saprófito y oportunista (Godoy, 2018).

En referencia al alto porcentaje de mortalidad a causa de Saprolegniasis y para resolver este problema se plantea esta investigación para encontrar un adecuado tratamiento que nos permita mejorar y pueda garantizar las capacidades productivas y a cumplir los estándares deseado. Para lo cual se identificará y tratará estos problemas para dosificar y administrar estos tratamientos a nuestras piscinas.

Para que se alcance estos resultados se brindará todas las condiciones necesarias para que este trabajo sea eficiente y de buenos resultados en lo que se refiere a nutrición para que así el tratamiento tenga mejores resultados. Sin embargo, el desconocimiento de productores piscícolas sobre el tratamiento para Saprolegniasis en las diferentes dosis a utilizar tratando de poder brindar una mejora en su etapa productiva sería nuestra incógnita por resolver.

En cuanto a los procesos preventivos y tratamientos administrados en truchas, se han evidenciado inconvenientes, siendo deficientes en cuanto a los resultados esperados durante el cultivo de estos peces. 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 tóxico (Paredes, 2021).

Dado a estos antecedentes, se plantea la propuesta de evaluar la aplicación de dos tratamientos en las piscinas para su aprovechamiento de la trucha contra esta enfermedad como un recurso alternativo dentro del tratamiento en su crecimiento. Estos tratamientos con un costo inferior y de fácil acceso a los productos antes mencionados.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento biológico de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Saprolegniasis con dos tratamientos naturales.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar signos y síntomas de la saprolegniasis en la trucha arcoíris.
- Establecer la eficiencia del ajo y el propóleo.
- Determinar el mejor tratamiento y dosis de la inclusión del experimento.

1.4. HIPÓTESIS

H₀: La adición de ajo y propóleo no influye en el tratamiento de Saprolegniasis en la trucha arcoíris.

H₁: La adición de ajo y propóleo influye en el tratamiento de Saprolegniasis en la trucha arcoíris.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Trucha arcoíris

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), “es un pez perteneciente a la familia Salmonidae, orden Salmoniformes y clase Actinopteri. La trucha arcoíris es originaria de la parte occidental de Norteamérica, desde Alaska hasta México”, este animal se incluyó a partir de 1874, como uso ornamental y crianza en los quebradas y ríos de los diferentes continentes, exceptuando a la Antártida, debido a que sus condiciones tanto climáticas como ambientales no favorecen el desarrollo de esta especie. Por otra parte, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, “la producción de trucha arcoíris fue provista por 64 países, de los cuales destacan los países europeos, norteamericanos como son, Chile, Japón y Australia”. De acuerdo con estos datos, el cultivo de la trucha arcoíris se ha acrecentado en los últimos años y se espera que su crecimiento extienda de una manera apropiada y continúe en ascenso (FAO, 2016).

2.1.1. Características de la trucha arcoíris

Este pez presenta de forma característica su cuerpo cubierto por escamas muy finas y fusiformes es decir en forma de huso. La tonalidad de la trucha varía de acuerdo al ambiente natural en que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores, como por ejemplo la influencia del ambiente en riachuelos, esto es, en ambientes sombreados presentan color plomo oscuro mientras que en un estanque bien expuesto a los rayos del sol ofrece una tonalidad mucho más clara, verde oliva en su parte superior, luego una franja rojiza para finalizar con el abdomen blanco; además posee gran número de máculas negras en la piel lo cual es un indicativo claro de este pez (Ordoñez, 2018).

También se concluyó que la temperatura idónea para el desarrollo de la trucha se sitúa por debajo de los 21 °C. Pero es importante tener en cuenta que el acceso al alimento y la temperatura son factores relevantes en el desarrollo y la reproducción de los peces. Esta trucha presenta una longitud que va de 30 a 50 centímetros al

terminar su etapa de engorde, que es entre los siete y quince meses según la alimentación “esta especie cuenta con 60-66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 rayos dorsales blandos, 3-4 espinas anales, 8-12 rayos anales blandos, 19 rayos caudales” (FAO, 2016).

2.1.2. Taxonomía

Tabla 1

Taxonomía de la trucha arcoíris

| | |
|----------------------|---------------------|
| Reino: | Animalia |
| Phylum: | Chordata |
| Subphylum: | Vertebrata |
| Superclase: | Pisces |
| Clase: | Osteichthyes |
| Subclase: | Actinopterygii |
| Superorden: | Teleostei |
| Orden: | Salmoniformes |
| Suborden: | Salmondei |
| Familia: | Salmonidae |
| Género: | <i>Oncorhynchus</i> |
| Especie: | <i>mykiss</i> |
| Nombre común: | Trucha arcoíris |

Fuente: (ITIS, 2021)

2.1.3. Anatomía externa

Esta especie presenta una forma fusiforme, con una compresión lateral y una simetría bilateral, además su dorso ventral es aplanado, posee apéndices especiales que han evolucionado y transformado en aletas, todas estas características morfológicas proveen a este pez de una gran capacidad que le hace físicamente óptima para nadar.

2.1.3.1. Cabeza

Esta parte anatómica de la trucha es grande, inicia en el hocico y culmina en los opérculos. En la cabeza se encuentran los ojos, oídos, aberturas nasales, y cavidades branquiales, e internamente el cerebro protegido por el cráneo.

Los pre maxilares por delante y los maxilares por detrás estos son huesos libres y móviles que sujetan la mandíbula superior, estos presentan dientes curvos y afilados, en una fila de manera alineada. Con la boca abierta se observa una doble fila de dientes denominados vomerianos ubicados en la parte superior de la cavidad bucal y una fila de dientes palatinos dispuestos paralelos a los maxilares. En cuanto a la mandíbula inferior esta tiene dientes dispuestos en una fila. En el suelo de la boca se encuentra una lengua prominente que cuenta también con una doble fila de dientes (Acevedo, 2019).

2.1.3.2. Tronco

Empieza en el borde posterior del opérculo y termina a nivel del ano. Topográficamente la parte superior del tronco se denomina región dorsal y el área inferior, región ventral; entre estas dos regiones se localizan los flancos laterales.

2.1.3.3. Cola

Esta estructura empieza en la abertura anal y concluye al final de la aleta caudal.

2.1.3.4. Aletas

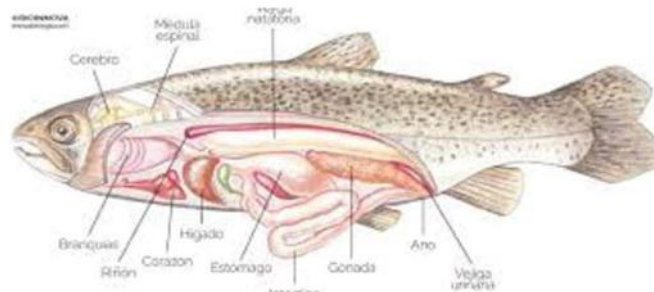
De acuerdo con (Morillo, 2019), aporta que “Son los miembros de propulsión, dirección y equilibrio; están conformadas por pliegues de piel sostenida por radios óseos articulados”

2.1.3.5. Piel lisa

La piel de este tipo de trucha “está lubricada por glándulas que segregan una película de gelatina llamada mucus, cuya función es defender su cuerpo contra sustancias tóxicas, imposibilita la fijación de parásitos en el cuerpo y le facilita la natación”, esta peculiaridad le provee de mayor vivacidad, ya que, presentan menos resistencia al agua y les da protección a las escamas.

Figura 1

Anatomía de la trucha



Fuente: (BIOINNOVA, 2018)

2.1.4. Anatomía interna

2.1.4.1. Esqueleto

La conformación del esqueleto es de un 60% de colágeno, un 40% de minerales y está constituido por un sistema óseo de cráneo, aletas y columna vertebral, esto significa que la mayor parte del esqueleto corresponde a colágeno. En cuanto al cráneo se trata de un conjunto de huesos encargados de proteger el cerebro, el conjunto craneano es el responsable de resguardar los órganos encargados del olfato, vista y oído, en la parte inferior encontramos al esqueleto visceral.

Morillo (2019) afirma que “la mandíbula inferior está formada por los huesos dentarios y articular; los arcos branquiales son los que sostienen las agallas o branquias”. Es importante mencionar que la formación y desarrollo dentario adecuado y a tiempo es vital ya que es la herramienta principal para la alimentación del pez y así mantener su vitalidad.

La columna Vertebral “está formada por pequeñas piezas óseas, llamadas vértebras, que se unen unos tras otras formando como una cadena”, las mismas que van desde el cráneo y finalizan en el hueso hipural, también conocido como hueso plano, el cual es el responsable de sostener los filamentos de la aleta caudal, así como también proteger la médula espinal y crear la cavidad donde están resguardados los órganos de mayor importancia (Ordoñez, 2018).

2.1.4.2. Huesos de las aletas

Los huesos de las aletas “forman el sostén de estos apéndices para el movimiento; para las aletas pectorales y ventrales hay varios pares de huesos equivalentes remotos de clavícula y pelvis; las aletas dorsal y anal se conectan a las vértebras por piezas espinosas (pterigófogos)”. Las aletas y los radios espinosos que las constituyen son parte fundamental en la anatomía del pez ya que estas partes ayudaran en la movilidad voluntaria y natural del mismo.

2.1.4.3. Aparato respiratorio

De manera general, los peces consumen baja proporción de oxígeno en comparación con la cantidad que se encuentra diluido en el agua (se hace presente en pequeñas burbujas); en relación a esto, cuando los peces requieren hacer uso del oxígeno, “los peces disponen de branquias que están constituidas por paquetes de laminillas formadas por una serie de lengüetitas ubicada en cada lado de la cabeza, bajo el opérculo por los que circula la sangre de color rojo oscuro”, es decir el aparato respiratorio se puede observar externamente en los peces (Ordoñez, 2018).

2.1.4.4. Vejiga natatoria

La vejiga natatoria “está ubicada por debajo de la columna vertebral en la parte interna y por encima del aparato digestivo; aquel es un órgano irregularmente cilíndrico de color blanco nacarado, llena de gas; su función principal es asegurar el mecanismo de flotación”. En este sentido, como se demuestra, este elemento es

responsable de captar la presión y los sonidos que perciben las truchas según lo que expone (Godoy, 2013) comparte que este órgano permite controlar la flotabilidad mediante un sistema de intercambio gaseoso, permitiendo al pez pueda controlar la forma de ascender o descender en el agua sin necesidad de utilizar la musculatura, proporcionando de esta forma un ahorro energético.

Se debe tener presente que las alteraciones concurrentes en cuanto a la morfología de la vejiga pueden llegar a alterar o dificultar la funcionalidad del órgano, lo que provoca una disminución en su producción o llegar hasta la muerte del pez y más aún cuando se presentan factores estresantes que llegan a predisponer al individuo.

2.1.4.5. Aparato circulatorio

El aparato circulatorio de las truchas es simple, debido a que la circulación de sangre se lo realiza en un solo circuito por lo que puede denominarse como fácil, “la sangre pasa una sola vez en cada recorrido por el corazón y es completa porque no se verifica la mezcla de la sangre venosa con la arterial, habiendo siempre sangre venosa en el corazón”. El aparato circulatorio es sumamente importancia, ya que a través de él es posible que se mantenga en circulación la sangre que mantiene su condición corporal y a su vez con vida al pez (Ordoñez, 2018).

2.1.4.6. Sistema nervioso

Se trata de un sistema relativamente sencillo que se encarga de atraer señales del exterior al interior, pudiendo así coordinar correctamente la respuesta de estas señales transformándolas en movimientos ya sean voluntarios o involuntarios. Los peces tienen generalmente un cerebro pequeño en relación al tamaño de su cuerpo, en torno a un quinceavo de la masa cerebral de aves o mamíferos de un tamaño similar (Esther, 2020).

- **La médula espinal**

Se trata de un conjunto de ramificaciones nerviosas que se localizan en el interior de la columna vertebral, encargado de la comunicación entre el encéfalo y órganos

sensoriales y motores, las dimensiones de esta son amplias pero proporcionales al pez, este inicia en el cráneo y llega hasta la cola.

- **El encéfalo**

Relativamente pequeño, donde los lóbulos olfatorios conforman la zona de mayor desarrollo, forma parte de una porción de la medula espinal, en la zona dorsal del pez se localiza alojado el cerebro y el bulbo raquídeo, entre otros. También encontramos a la hipófisis la cual se ubica en la cara ventral, se trata de un elemento fundamental para la reproducción de la trucha.

2.1.4.7. Aparato reproductor

Se sabe que los peces presentan dimorfismo sexual, es decir que evidencian características físicas las cuales son capaces de diferenciar los machos de las hembras, como por ejemplo el color o el tamaño. “El aparato reproductor está compuesto por las gónadas (en la hembra se llaman ovarios y en el macho se llaman testículos) las que están encargadas de producir gametos (óvulos y espermatozoides)”. Cabe destacar que el macho carece de órganos copuladores; la trucha es ovípara y la fecundación se origina de manera externa; posee un par de testículos de forma alargada y color blanco cremoso, los que están ubicados a lo largo de la cavidad visceral, a cada lado de la vejiga natatoria, y terminan en el conducto espermático, los que desembocan en el poro genital (Ordoñez, 2018).

2.1.5. Biología de la trucha arco iris

En el ambiente natural “la trucha arco iris, es un pez que habita espacios acuáticos con aguas puras y cristalinas, con cauces que presentan marcados desniveles topográficos que originan rápidos, saltos y cascadas”. Algo peculiar de estos peces es que su habitat suelen ser ríos que van desde montañas altas cuya afluente es rápida, con corrientes de muy veloces y la superficie del río es pedregosa, dicho ambiente abarca las mejores condiciones para el desarrollo de este pez. “Las truchas son peces nativos de regiones elevadas y montañosas donde existen aguas frías y

claras, siendo en general la Sierra Norte una región apropiada para el cultivo de este pez, puesto que cuenta con aguas cristalinas y bien oxigenadas”, es decir, su hábitat, en general, Según indica la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos “algunas variedades soportan temperaturas más cálidas y aguas con menos movimiento que la trucha común y pueden aguantar temperaturas que van desde los 0°C a los 28-30°C”. Alcanza un crecimiento rápido en un amplio rango de temperatura y llega a una madurez sexual en muy corto tiempo, por lo general a los 2 o 3 años de vida (Mosquera, 2016).

2.1.5.1. Alimentación

La trucha es carnívora se alimenta de presas que caza, siendo estos “organismos acuáticos y algunos terrestres, como los insectos que en primavera y verano revolotean sobre el agua, moluscos como los caracoles igualmente son presas habituales, así como los crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma u otras especies”. Para la alimentación artificial esta debe cumplir con los requerimientos nutricionales, porciones y un horario adecuado teniendo en cuenta el peso, estadio sexual y tamaños de cada animal con la finalidad de obtener un desarrollo y crecimiento óptimo.

También es importante monitorear la temperatura del agua del estanque y la amplitud de este además del estadio en el que se encuentra la trucha. La trucha es incapaz de regular su temperatura por lo mismo regular la temperatura en parámetros correctos es fundamental, ya que, mientras más fría el agua, será lento y prolongado su crecimiento tardándose de esa forma para salir a la venta, en cambio, en el agua con temperaturas mayores, crecen más rápido. De igual manera, debemos considerar que el oxígeno disuelto será mayor a temperaturas más bajas y viceversa y que las truchas tienen altos requerimientos de oxígeno, que necesitan para mantener su buena salud y un óptimo estado de crecimiento (Villa, 2021).

Tabla 2

Requerimientos mínimos de ciertos aminoácidos para trucha arcoíris

| Aminoácidos | Requerimientos mínimos % |
|--------------------|---------------------------------|
| Arginina | 2.5% de la dieta |
| Histidina | 0.7% de la dieta |
| Lisina | 2.1 % de la dieta |
| Metionina | 0.5% de la dieta |
| Cisterna | 1.0% de la dieta |
| Triptófano | 0.2% de la dieta |
| Treonina | 0.8% de la dieta |
| Valina | 1.5% de la dieta |
| Leucina | 1.0% de la dieta |
| Isoleucina | 1.5% de la dieta |

Fuente: Rivas (2019)

- **Proteínas**

La base de los principios nutricionales son las proteínas que forman varias estructuras internas del organismo del pez y los protegen de enfermedades y promueven su crecimiento. Este al ser un animal carnívoro requiere del suficiente aporte proteico de origen animal que se puede obtener incluyendo en su dieta carne fresca, sangre, hígado, harina de huesos, vísceras el mismo pescado. “Para trucha arco iris se considera como óptimo un 40% de proteína en la etapa de alevinaje, cuando se utiliza harina blanca de pescado (importante harina de pescado de mar)”. El contenido proteico mínimo necesario para un rápido desarrollo, depende, en gran parte, de la tasa energética del alimento; “para esta especie, es suficiente un 36% de proteína en la dieta siempre y cuando el aporte energético sea elevado (Hermida, 2020).

- **Lípidos**

Son un conjunto de sustancias que se hallan en tejidos de animales y plantas; son insolubles en agua, pero solubles en los solventes orgánicos como: éter, benceno o

cloroformo. “Es una fuente significativa de energía para los peces. En el canal digestivo las grasas son desdobladas especialmente mediante las lipasas, en glicerina y ácidos grasos”, es decir los lípidos son una gran fuente de energía para las truchas. “La hidrólisis de los fosfolípidos se realiza mediante las fosfolipasas (fosfatidasas)”, que consiste en su fragmentación en el sistema digestivo. Hay estructuras como la musculatura de roja periférica y blanca donde los peces reservan las grasas. En referencia al proceso metabólico a nivel intermedio, los ácidos grasos, conocidos como triglicéridos, son desdoblados según lo solicitado por el organismo del pez (en este caso, el demandante principal son los músculos blancos) (Paredes & Ticlla, 2020).

- **Carbohidratos**

Son generadores de energía; se pueden utilizar cernidos o triturados, como los trigos procesados que son aglutinadores; sin embargo, la trucha no necesita de tantos hidratos de carbono. Los carbohidratos pueden encontrarse en los cereales, tal es el caso del trigo, cebada, maíz y quinua, al igual que en los denominados sub productos, como son el afrecho, moyuelo y polvillo de arroz, ya que la trucha debe ser alimentada con un 9-12% de carbohidratos (Batallas, 2018).

2.1.5.2. Reproducción

Una de las características que pueden caracterizar al macho es su tamaño ya que en etapa reproductiva este suele ser superior, los machos también suelen ser propensos a sufrir de dimorfismo sexual. El ciclo reproductivo de estos peces es anual y para que este proceso llegue a su fin las dos partes deben ser maduros sexualmente. “Los machos pueden adquirir la madurez sexual a los 15 o 18 meses, mientras que las hembras necesitan un mínimo de dos años”, es decir que, los tiempos están establecidos para alcanzar la madurez del pescado, sin embargo, no es igual entre la trucha macho y la hembra (Vargas, 2021).

- **Reproducción natural**

Los peces que no han estado en contacto con la manipulación humana y que se desarrollan en entornos sin modificaciones generalmente suelen llegar a su madurez sexual a partir de los dos años, así en el caso de los salmónidos, estos peces desafían las fuertes corrientes para encontrar un lugar que se adecue a sus necesidades, como lo son aguas superficiales, en la que se encuentre arena y suelos adecuados para la elaboración de sus nichos, en donde depositaran sus huevos para que empiecen a ser fecundados por el macho.

- **Reproducción artificial**

Plantel de reproductores: “Constituido por cierta cantidad de truchas adultas tanto hembras como machos, que constituyen el plantel de reproductores y de donde se obtendrán las ovas, aquí se encuentran mezclados los dos sexos, pero esta unión será breve debido a que previo a la reproducción se deben separar machos y hembras”.

Sala de incubación: “Ambiente apropiado donde se realiza la incubación de las ovas; deberá ser construido de acuerdo a la cantidad de ovas que se pretende incubar, procurando que sea oscuro” es decir el ambiente constituye un factor fundamental para que se realice la etapa de incubación; así mismo, el agua deberá ser clara y sin turbidez (Vargas, 2021).

2.1.6. Ciclo de vida

El desarrollo de la trucha arcoíris abarca de manera general cinco etapas que son:

2.1.6.1. Huevo

Cuando los huevos son fertilizados estos pasan a ser incubados en el nido que construye la hembra. El agua del estanque debe estar a una temperatura optima de

8 a 12 °C que ayudara al desarrollo. A 10 °C eclosiona el alevín a los 31 días, y a 15.6 °C será a los 19 días.

2.1.6.2. Alevín

Al finalizar el progreso embrionario, el alevín eclosiona este se alimenta de nutricionales del saco vitelino por dos o cuatro semanas esto de acuerdo a la temperatura. Cuando los nutrientes terminan y el saco vitelino es absorbido, el alevín se pasa a ser cría y asciende a la superficie; dicha etapa dura entre 14 y 20 días.

2.1.6.3. Cría

En esta etapa los animales inician a nadar libremente y consiguen la comida por sí mismos. Si las crías consiguen sobrevivir estos continúan desarrollándose, cuyo ritmo depende de factores como la temperatura, duración del día y la disponibilidad de alimento.

2.1.6.4. Juvenil

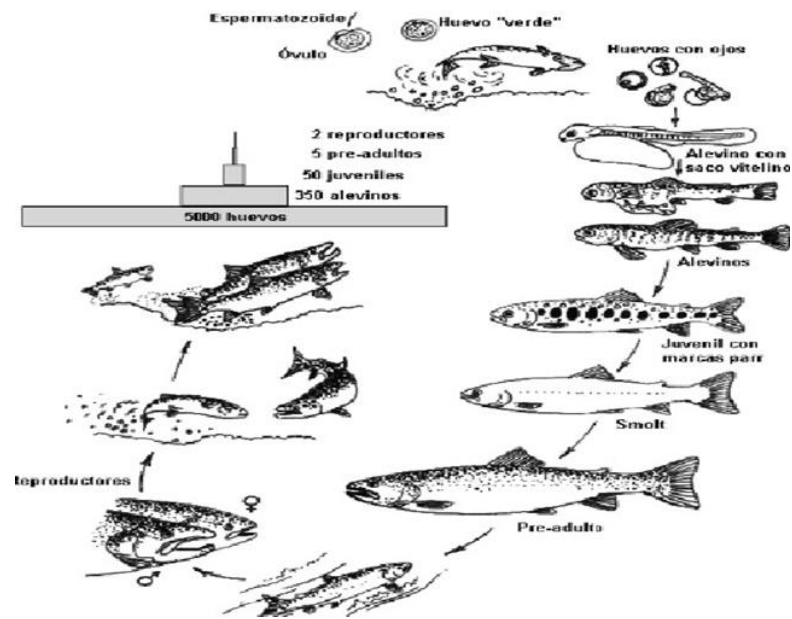
En la fase juvenil los peces tienen características de los adultos, esto quiere decir que tienen costumbres propias de la especie, son muy activos y nadan en contra de la corriente, además que para alimentarse ya cazan sus presas. Lo que les diferencia de los adultos es que no han madurado sexualmente.

2.1.6.5. Adulto

Llegar a esta etapa de vida depende de las circunstancias físicas del hábitat, las truchas maduran a los 15 o 18 meses de edad, sin embargo, pero en su gran colectividad llegan a la madurez después de dos meses. Cuando ocurre la maduración, los peces cambian de coloración, de tal manera que adquiere las características típicas de la trucha adulta (Mosquera, 2016).

Figura 2

Ciclo reproductivo de la trucha



Fuente: (Herrera, 2021)

2.2. Saprolegnia

Este organismo durante mucho tiempo fue considerado un hongo, sin embargo, hace poco apareció un nuevo reino, este también está conformado por diatomeas y algas pardas. La confusión que existía era debido a que *Saprolegnia* contiene características de los hongos como la presencia de hifas, y la constitución de micelio incluso creciendo en medios de cultivos para hongos (Gonzales, 2017).

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, 2022).

2.2.1. Morfología y clasificación

Este pertenece a la clasificación Oomycota, dentro de este grupo encontramos a especies saprofitas o parasitoides, también presentan similitudes dentro de sus

especies como el presentar zoosporas con flagelosbarbulados lisos, presentando un flagelo barbulado anterior y uno liso posterior.

La *Saprolegnia* está formado por una estructura algodonosa, así como un micelio desorganizado, dentro de este micelio se encuentran los zoosporocistos con un tabique, y en su interior se establecen una multitud de zoosporas biflageladas que se encuentran en la búsqueda activa de otro huésped.

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, 2022).

Las zoosporas se dividen en 2 tipos o zoosporas primarias: en forma de pera, flagelos apicales o zoosporas secundarias: reniformes, flagelos laterales dirigidos en sentidos opuestos, insertos en un surco lateral profundo (Zaror et al., 2021).

2.2.2. Hábitat

Saprolegnia es un género que se encuentra distribuido principalmente en ambientes acuáticos, estos ambientes pueden ser saprófito o parasitoide, llegando a alimentarse de células muertas o invadiendo el cuerpo de su hospedador, en este caso de peces tales como la trucha y el salmón, implantándose en sus agallas. Este último caso es llamado micosis.

La *Saprolegnia* es tolerante a grandes rangos de temperatura desde 3 a 33 °C, se encuentra preferentemente en el agua, aunque también puede habitar en suelo húmedo, Su rango de tolerancia a la sal (salinidad relativa) es de aproximadamente 1.75% de NaCl, no soportando así concentraciones iguales o superiores a 3,5% de NaCl (Gonzales, 2017).

2.2.3. Reproducción y comportamiento

Este organismo viaja en colonias en casi todo momento de 1 o más especies, formando inicialmente una masa de hifas, cuando se alcanza un crecimiento superior estas se pueden observar a simple vista, donde toma el nombre de micelio. El color de estas hifas suele ser blancas en su mayoría, tornándose un color gris, sin embargo, esto dependerá de otras bacterias o microorganismos.

En cuanto a la reproducción este género *Saprolegnia* tiene un ciclo de vida diploide, ya sea reproducción sexual y asexual, en la fase asexual se da inicio a una diferenciación de esporangios en el extremo de las hifas, dentro de esta sección se da lugar a los núcleos los cuales son aislados por un septo, posteriormente se forman zoosporas y núcleos, siendo liberados por una abertura ubicado en el ápice.

Se inicia una liberación de zoosporas gracias a una espora y al poco tiempo, ésta se llenará, germinará y liberará otra zoospora. Esta segunda zoospora tiene un largo ciclo durante el cual ocurre la mayor dispersión; esta continuara enquistada y liberara una nueva espora en un proceso llamado poliplanetismo hasta que ella encuentre un sustrato conveniente (Zaror et al., 2021).

2.3. Saprolegnosis

La Saprolegnosis es una de las enfermedades provocada por hongos que ataca principalmente a peces de agua dulce. Uno de los signos presentes en esta patología son manchas conformadas por hilos grisáceos o de un color blanquecino que llegaran a localizarse sobre la superficie del cuerpo, principalmente en cabeza, aletas y branquias.

La *Saprolegnia* afecta a la mayoría de salmónidos que se encuentran bajo la crianza artificial o mejor conocida como acuicultura en todas sus etapas de vida siendo las más sucesibles las ovas y los peces juveniles, también, se ha visto afectadas por este tipo de moho acuático las tilapias y los peces de acuario (Sandoval, 2021).

2.3.1. Causas

La infección es consecuencia de una inmunosupresión del hospedador probablemente debido a una disminución abrupta de temperatura en el agua. De igual manera el exceso de materia orgánica en el acuario es una condición de inmunosupresión.

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, otro factor es el estrés ambiental al que se hallan sometidos los peces (Gonzales, 2017).

2.3.2. Patogenia

La manera en la que se da esta patología es debido a que las esporas suelen posarse sobre un lugar específico de la piel, llegando a germinar y atravesar la epidermis, posteriormente afectando a la dermis en donde se dará lugar al desarrollo del micelio del hongo. Las hifas del patógeno empiezan a esparcir toxinas ya que se ha podido observar necrosis celular alrededor de estas hifas. Desde aquí se empiezan a extender por toda la dermis llegando a invadir todo el cuerpo del pez, lo que llega a producir un desequilibrio osmótico junto a una pérdida de electrolitos lo que impide el equilibrio del volumen de sangre móvil, llevando a la muerte del animal debido a un fallo circulatorio.

Este hongo también se manifiesta en huevos estériles que son colonizados con rapidez, al estar en contacto directo afecta a los huevos fértiles, es por esto que algunas especies de peces realizan el trabajo de separación de los huevos infértiles. En el caso de que la puesta se separe de los padres, habrá que medicar como método preventivo todo el conjunto y separar los que no estén fecundados (Gonzales, 2017).

2.4. Caracterización del ajo (*Allium sativum*)

El género *Allium* que proviene del latín que significa “oloroso”, abarca más de 300 variedades de plantas, aquí se encuentra *Allium sativum*, estas plantas al ser

cortadas o machacadas desprenden un olor característico. El ajo es un vegetal con una altura de 30 a 40 cm, en el tallo crecen flores de color blanco, el bulbo es la parte principal de la planta y se mantiene debajo de la tierra hasta completar su desarrollo.

El ajo al ser una planta bulbosa está compuesto de 6 a 12 bulbillos denominados comúnmente como dientes de ajo unidos por una membrana o estructura semitransparente que conforma la cabeza de ajo. Diversos estudios han demostrado las propiedades antioxidantes, antimicrobianas, anticancerígenas y antifúngicas que el bulbo de ajo posee debido a su composición química (Sandoval, 2021).

2.4.1. Historia y taxonomía

El ajo es propio del continente asiático, pero los comerciantes europeos lo distribuyeron, sin embargo, los españoles lo llevaron a América a finales del siglo XIX. El ajo creció bien durante las épocas más húmedas es decir primavera y otoño, también supo sobrevivir a épocas secas y sin agua en verano e invierno. Así, la planta de ajo se adaptó a su ambiente de modo que el ciclo de su crecimiento iniciara en otoño para aprovechar las precipitaciones de esa época (Martínez, 2017).

Tabla 3

Taxonomía del ajo

| | |
|----------------------|----------------|
| Reino: | Plantae |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Liliopsida |
| Orden: | Asparagales |
| Familia: | Amaryllidaceae |
| Subfamilia: | Allioideae |
| Tribu: | Allieae |
| Género: | <i>Allium</i> |
| Especie: | <i>sativum</i> |
| Nombre común: | Ajo |

Fuente: (Paredes, 2021)

2.4.2. Cultivo

El ajo (*Allium sativum*) de acuerdo a su taxonomía pertenece a la familia Liliáceas, su altura aproximada es de 40 a 50 cm, presenta una reproducción asexual por medio de dientes que en conjunto forman la cabeza o bulbo cuya forma, color y tamaño es variada. La cosecha se da a partir de los 6 a 7 meses de sembrado el ajo dependiendo las características del medio, para saber que un ajo está listo para ser cosechado se puede tomar en cuenta ciertas características como el color y la textura de las hojas (Martínez, 2017).

2.4.3. Variedades

En todo el mundo existen alrededor de 600 variedades de ajo que se dividen en dos subespecies, las de cuello duro y cuello blando, pero también se pueden clasificar de acuerdo al color de esta forma existen diferentes variedades como el ajo blanco, violeta, morado, castaño, rosado y colorado, así mismo podemos encontrar otras variaciones como el ajo japonés, chino, macho, elefante, etc., (Zamora, 2016).

De manera específica el ajo macho es una variante del ajo común que peculiarmente consta de un solo diente cuyo sabor es picante y fuerte, pesa aproximadamente entre 25 a 30 gramos además de que su olor es permanente. Este tipo de ajo es muy popular y se cultiva en las diferentes provincias de la sierra ecuatoriana.

2.4.4. Composición química

El ajo es una planta que posee sales minerales (selenio), azúcares, terpenos, aminoácidos, lípidos, saponósidos, enzimas y compuestos azufrados donde destaca la aliina que se le atribuye ciertas cualidades medicinales, esta es transformada en alicina por la enzima allinasa cuando se machica el ajo en estado fresco, se sabe que 1mg de aliina es igual a 0,45mg de alicina.

El ajo se ha considerado como una fuente abundante de Alicina encargados de producir el sabor característico de este alimento, y compuestos no volátiles con

propiedades medicinales y terapéuticas como las amidas, óxidos de nitrógeno, compuestos fenólicos, flavonoides, proteínas, saponinas y sapogeninas, con propiedades antioxidantes (Vallejo, 2018).

2.4.4.1. Aliina

La S-alilcisteina sulfoxido es una sustancia incolora que contiene el diente de ajo en una proporción de 7 a 14 miligramos por peso fresco de ajo, constituyéndose el compuesto azufrado más abundante del ajo fresco. Al romper las moléculas la aliina se mezcla con la enzima alianza formando nuevos compuestos tiosulfatos que emiten el olor característico del ajo fresco (Ramírez, 2016).

2.4.4.2. Enzima alinasa

Enzima presente en diferentes plantas del género *Allium*, abarca el 10- 12% del de recurso proteico soluble de los dientes de ajo. Esta enzima se activa al contacto con la aliina dando como resultado la formación del compuesto activo conocido como alicina (Ramírez, 2016).

2.4.4.3. Alicina

Este compuesto es un líquido de color amarillo cuyo olor es marcado, se obtiene cuando se cambia la estructura del ajo (machacado o atacado) esto debido al contacto entre la enzima aliinasa (superficie del ajo) y la aliina (diente de ajo), este olor característico además representa un mecanismo de defensa del vegetal ante hongos, insectos y bacterias.

La alicina pierde su característica entre 5 y 10 minutos posteriores de haberse generado el contacto entre las dos sustancias químicas ya que el tiempo empieza a degradar y oxidar la alicina disminuyendo propiedades (Chivara, 2022).

2.4.5. Uso medicinal

La fitoterapia a mostrado varios beneficios para la salud humana e inclusive para la salud animal, ha sido gracias al uso de plantas y sus extractos el control y prevención de algunas enfermedades, por ello varios estudios han demostrado las cualidades terapéuticas del ajo. Es así que se conocen más de 2000 componentes activos en este vegetal que ayudan a mantener un organismo fuerte y sano (Hernandez, 2021).

2.4.5.1. Antioxidante

Varios estudios en animal han indicado que el uso del ajo fresco posee propiedades antioxidantes debido a la presencia de S- alil- cisteína y la alicina que tienen la capacidad de inhibir la producción de radicales libres, refuerzan la captación de radicales endógenos, aumentando de esta forma las enzimas antioxidantes. El ajo contiene grandes cantidades de selenio el cual actúa como una coenzima que eleva la actividad antioxidante de nuestro organismo (Hernandez, 2021).

2.4.5.2. Antimicrobiano

El ajo posee una acción antibacteriana de amplio espectro debido a que estimula a las células natural killer (NK) y a los macrófagos, ya que, la alicina a través de una reacción química con los grupos tiol afecta el metabolismo de la proteinasa de la cisteína implicada en la virulencia de las diferentes bacterias.

2.4.5.3. Antiparasitario

Con respecto a los parásitos el ajo actúa como antiparasitaria frente a amebas y protozoos y amebas, es así que algunos estudios recientes indican el efecto de inhibición del crecimiento de *Babesia* y *Theileria equi* por parte de la alicina.

2.4.5.4. Antifúngico

Investigaciones realizadas en animales señalan que el ajo no actúa matando al patógeno fúngico, en cambio procede incrementando la fagocitosis del hongo en el organismo del animal. La farmacodinamia del ajo como anti-fúngico, la actividad anti proliferativa del ajo en casos parece estar asociado a múltiples mecanismos como: la inhibición de la biosíntesis de fosfatidilcolina que conduce a una acumulación de fosfatidiletanolamina como agente precursor que no favorece la formación de nuevas membranas celulares deteniendo de esta manera la proliferación del hongo (Hernandez, 2021).

2.5. Caracterización del propóleo

Se denomina propóleo ya que proviene del griego propolis, pro “en defensa de” y polis “ciudad”; lo que significa, en defensa de la ciudad, que en las abejas se trata de las colmenas. El propóleo es una mezcla de resinas y exudados vegetales recolectados por las abejas con el fin de sellar herméticamente su colmena e impedir que se forme dentro de ella cualquier tipo de contaminación, ya que actúa como un agente microbicida; por lo anterior se le ha usado de manera amplia y popular como un remedio medicinal desde tiempos remotos (Aceves et al, 2015).

El propóleo es una sustancia resinosa, gomosa y balsámica, de consistencia viscosa, de color verde pardo, sabor amargo, olor agradable y dulce, que las abejas obtienen de las yemas de los árboles y de algunos vegetales, a través de sus mandíbulas, para luego terminar de procesarla al interior de la colmena con sus secreciones como ceras y secreciones salivares, convirtiéndola en un potente antibiótico, con el fin de combatir las bacterias, virus y hongos (Rodríguez et al, 2020).

2.5.1. Composición química

La estructura química del propóleo es complicada y depende inicialmente de la fuente vegetal, este cuenta con 50 principios biológicos activos, a esto se le atribuyen sus propiedades, presentando bálsamos, resinas, aceites esenciales,

minerales, vitaminas, lípidos y más de 50 grupos de flavonoides. El propóleo está compuesto por: resinas y bálsamos en un 50-55 %, cera en un 30- 40 %, aceites esenciales en un 10 %, polen en un 5 %, sustancias orgánicas y minerales en un 5 % (Al, Ag, B, Cr, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Pb, Zn, entre otros.), y carburos de hidrógeno (Pérez, Martínez, Carrillo, & Sánchez, 2020).

2.5.2. Actividad antimicrobiana

El propóleo contiene gran actividad antimicrobiana la cual varía entre muestras recolectadas de distintas regiones geográficas, esta sustancia ha sido utilizada especialmente por sus propiedades antimicrobianas, aunque éste posee otras cualidades terapéuticas. Está documentada la actividad del propóleo contra bacterias, hongos, protozoarios, virus y parásitos, así como actividad cicatrizante y regenerador de tejidos, antiinflamatorias, antioxidante, analgésica, hepato/protectora, entre otras.

Los estudios realizados acerca de la relación entre propóleo y la actividad antifúngica contra hongos fitopatógenos y transformadores de alimentos; en un estudio sobre conservación de quesos se reportó actividad antifúngica contra *Aspergillus*. Adicionalmente, se ha evaluado la actividad antimicótica de propóleo de diferentes regiones de Argentina, encontrando que la actividad contra los hongos fitopatógenos *Fusarium sp.*, *Macrophomina sp.*, *Phomopsis sp.*, *Aspergillus niger* y *Thichoderma spp.*, está relacionada con los flavonoides galangina y pinocembrina. Los propóleos elaborados por abejas sin aguijón también poseen actividades terapéuticas; diversos estudios sugieren una actividad similar a los propóleos producidos por *A. mellifera* (López, 2019).

2.5.2.1. Mecanismos de acción antimicrobiana del propóleo

Se ha demostrado que la actividad microbiana del propóleo se da gracias al sinergismo de sus componentes y no de un solo componente. Los flavonoides y los compuestos fenólicos se consideran como los principales componentes bioactivos

de los propóleos. Los flavonoides: pinocembrina, galangina y pinobanksina se les atribuye la mayor actividad bacteriostática y bactericida.

El ácido cinámico y algunos flavonoides son los responsables de desacoplar la transducción de energía de la membrana plasmática inhibiendo la motilidad bacteriana. sí mismo se ha determinado que el propóleo desorganiza la membrana citoplasmática, la pared celular y el citoplasma provocando una bacteriólisis parcial acompañado de inhibición en la síntesis de proteínas (Gonzales, 2017).

2.5.3. Efecto antimicótico del propóleo

Las propiedades antimicóticas del propóleo han sido estudiadas por numerosos investigadores, quienes aseveran que tal actividad depende tanto del origen del propóleo, así como del solvente utilizado para su extracción. Se han identificado compuestos como: pinocembrina, galangina, ácido benzoico, ácido salicílico, vainillina, mono y sesquiterpenos, los cuales son responsables de sus propiedades fungicidas.

Esta sustancia actúa de acuerdo a sus características cicatrizantes y contra infecciones, este último utilizado de forma externa, así como también se usa contra inflamaciones y heridas. Se han visto casos en los que se utilizaba posterior a intervenciones quirúrgicas como elemento antiinfeccioso o antiedematoso. En ciertas ocasiones, también se empleaba para el tratamiento de dolores de cadera, traumatismos musculares, dorsalgias y en daño de tendones.

En la Antigua Grecia, se sabe que Aristóteles lo utilizaba como remedio casero para afecciones de la piel como supuraciones. En Egipto, era reconocido y envidiado para preparaciones oftálmicas. Actualmente, el própolis está indicado en las patologías infecciosas para uso interno; y para un uso externo, en caso de dermatitis, heridas y úlceras (Pérez et al, 2020).

2.5.4. Actividad antioxidante del propóleo

Entre las propiedades del propóleo se encuentra su acción antioxidante sobre el organismo, ésta se debe a la presencia de flavonoides, ya que poseen la capacidad de atraer radicales libres, con el fin de acelerar la síntesis de los eicosanoides debido a la activación del oxígeno y a que los macrófagos realizan el reconocimiento de un antígeno de manera inicial.

La acción de los flavonoides en este caso se debe a la relación que tienen con el potencial de oxido reducción de los mismos y a la transmisión de electrones de la sustancia, mediante la activación de su energía, característica aprovechada para usar el propóleo en la terapéutica y profiláctica animal en casos de infecciones, quemaduras, inflamaciones y exposiciones a la radiación , debido a que apoyan la reanudación del tejido dañado a un tejido normal, al destruir el exceso de oxidantes y al estimular a los macrófagos para que detengan la producción de eicosanoides, como la sustancia P y la bradisinina (Del Río, 2017).

2.5.5. Actividad inmunomoduladora del propóleo

Los flavonoides que hacen parte del propóleo tienen la capacidad específica de activar los linfocitos T, citotóxicos y las células natural asesinas; aunque no existe una teoría clara del mecanismo de acción, las investigaciones permiten inferir que, esto se debe a la inhibición de la enzima ciclooxigenasa, la cual tiene por función participar en la síntesis de las prostaglandinas encargadas de suprimir la acción de los linfocitos T (Del Río, 2017).

2.5.6. Actividad antiviral del propóleo

Los virus están formados por componentes encontrados en las mismas estructuras de los seres vivos, lo que complica el control, manejo y prevención de la patología presente, debido a que los virus tienen la capacidad de dañar el metabolismo de las células llegando a invadirlas.

Los flavonoides del propóleo inducen la producción de Interferones (INFs), Estas sustancias tienen varios efectos antivirales, incluyendo el fortalecimiento de la membrana celular, la inducción de las nucleasas que destruyen el genoma viral y la modificación del patrón de la fosforilación del factor de iniciación eucariótico (eIFs), el cual influye en la transducción de las proteínas y detiene toda la biosíntesis de estas, incluyendo la de los virus (Del Río, 2017).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

3.1.1. Localización de la investigación

Este proyecto de investigación se realizó en el recinto San Juan Pamba perteneciente al cantón San Miguel.

3.1.2. Situación geográfica y climática

El recinto San Juan Pamba cuenta con una altitud de 2419 msnm, una latitud de 01° 43' 15.9" S y una longitud de 79° 02' 32.7" W, su temperatura se encuentra entre los 10 a 25 °C, tiene una humedad relativa del 70% y una precipitación promedio anual de 420 mm. (GAD San Miguel, 2020)

3.1.3. Zona de vida

Según el sistema de categorización de zonas de vida desde el punto de vista ecológico en consecuencia a un estilo de vida diferente según Leslie Holdrige el sitio del experimento corresponde a bosque montano bajo (b-MB).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- 150 de truchas juveniles
- Ajo
- Propóleo

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Trucas arcoíris

A1: Juveniles de 5 meses

Factor B: Extractos naturales

B1: Macerado de ajo

B2: Propóleo

B3: Testigo absoluto

3.2.3. Tratamientos

Tabla 4

Tratamientos

| Tratamientos | Código | Detalle |
|--------------|--------|--|
| T0 | A1B1 | Truchas + 200g de macerado de ajo en 20l de H ₂ O |
| T1 | A1B2 | Truchas + 15g de propóleo en 20l de H ₂ O |
| T2 | A1B3 | Testigo absoluto |

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Para la presente investigación se realizó un análisis en base a la estadística descriptiva, para valorar el tiempo que requiere el macerado de ajo fresco (*Allium sativum*) y propóleo, para determinar el comportamiento biológico de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Saprolegniasis.

3.2.5. Manejo de la investigación

3.2.5.1. Diagnóstico de saprolegniasis

- **Diagnostico por observación directa**

Se realizó directamente en el sitio del experimento observando a las truchas la presencia de tejido de consistencia rugosa, ulcerosa y blanquecina en la piel, lo cual es característico de esta enfermedad, específicamente en las aletas, branquias y cola del pez.

- **Diagnostico por aislamiento**

Se realizó una toma de muestra, para lo cual se limpió los alrededores de las lesiones con alcohol y con la ayuda de un bisturí y un hisopo, se efectuó un raspado de la zona afectada, para la obtención de los resultados se enviaron las muestras a un laboratorio para la identificación de la enfermedad.

3.2.5.2. Preparación de las instalaciones

Se procedió a preparar las piscinas controlando la temperatura (10 - 12°C) y el pH del agua, lo cual estuvo listo para cuando se adquirieran los juveniles de truchas arcoíris.

3.2.5.3. Limpieza y desinfección de piscinas

Dentro de la tecnificación y el cultivo de la trucha se empezó con una buena sanidad de nuestras piscinas con ciertos procedimientos y tratamientos que nos ayudaran a prevenir y a controlar muchas enfermedades que potencialmente limitan la investigación.

3.2.5.4. Adquisición de las truchas

Las truchas fueron adquiridas en un estado juvenil de 5 meses, para lo cual se realizó la compra de 150 juveniles, los cuales van a ser distribuidas en las 3 piscinas.

3.2.5.5. Identificación de los tratamientos

Se procedió a rotular con carteles identificando cada piscina con sus respectivos tratamientos.

3.2.5.6. Preparación y aplicación de macerado de ajo y propóleo

El ajo y el propóleo fueron obtenidos de un proveedor específico, estos se aplicaron mediante baños de inmersión de las concentraciones a estudiar en contra de la saprolegniosis.

Se procedió a usar un mortero para macerar el ajo, de la misma manera se realizará el mismo procedimiento con el propóleo, una vez realizado estos procesos se homogenizó en 20 litros de agua para cada tratamiento respectivo (T1: 200g de macerado de ajo en 20l de agua, T2: 15cm de propóleo en 20l de agua) luego se procedió a sumergir a cada uno de los animales, realizando un baño de inmersión durante 5 minutos, 2 veces al día.

3.2.5.7. Manejo de las truchas juveniles

Se identificó los especímenes enfermos los cuales serán separados de los sanos para poder aplicar diferentes tratamientos durante la fase experimental, se realizó baños de inmersión y trasladarlos a piscinas limpias que estuvieron sin alojar truchas arcoíris por mucho tiempo y previamente desinfectados. Los especímenes ya ubicados se esperaron 10 días para que se ambienten, ya culminado esto se le suministró las dosis correspondientes del macerado de ajo y propóleo, se llevó el tratamiento a cabo por 30 días consecutivos. Los registros y las evaluaciones se llevaron a cabo en un horario establecido antes de la primera comida.

3.2.5.8. Consumo de alimento

Se trata de un dato importante que se tomó en cuenta con el fin de llevar un control en cuanto a la proporción y tiempo adecuado para la alimentación de los individuos. El alimento proporcionado cubrió los requerimientos nutricionales de los peces tanto en energía aminoácidos y nutrientes que son importantes.

3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados

3.2.6.1. Prevalencia de la enfermedad

Para la recolección de datos en esta variable se realizó un examen individual a las truchas que conformaran cada tratamiento, registrando aquellos que presentaran 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, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula:

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

3.2.6.2. Efecto del ajo

Para la determinación del efecto del ajo, se ejecutó un registro de los peces sanos a lo largo de la fase experimental. El uso del ajo fresco posee efectos antioxidantes, debido a su capacidad de inhibir la formación de radicales libres, reforzando el mecanismo de captación de radicales endógenos, aumentando las enzimas antioxidantes celulares entre otras características benéficas del ajo (fungicida natural) (Paredes, 2021).

3.2.6.3. Efecto del propóleo

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 fase experimental.

En la actualidad el propóleo es utilizado como un fungicida natural que cuenta con múltiples propiedades beneficiosas para el control fúngico en diversos organismos vivos (Vásquez & Vásquez, 2014).

3.2.6.4. Porcentaje de mortalidad

Para esta variable se tomó el registro del número de decesos que han sido aplicados a cada uno de los tratamientos, se efectuó en 4 períodos de tiempo a lo largo de la fase experimental, para lo cual se utilizará la siguiente fórmula:

$$Mortalidad = \frac{\# \text{ de truchas muertas}}{\# \text{ de truchas totales}} \times 100$$

3.2.6.5. Porcentaje de morbilidad

Esta variable se calculó en función del aumento o disminución del número de infecciones aparentes en las truchas según el tratamiento aplicado, se llevó a cabo en 4 períodos de tiempo para establecer la el desarrollo de la infección a lo largo de la fase experimental.

3.2.7. Análisis de datos

El análisis de datos (Anexo 3) se lo realizó en el programa estadístico Statistix 9, en el cual se aplicó lo siguiente:

- Prueba de Fisher
- Prueba de Tukey al 5% de significancia para la comparación de promedios entre los tratamientos establecidos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas en trucha arcoíris

4.1.1.1. Afectación caudal

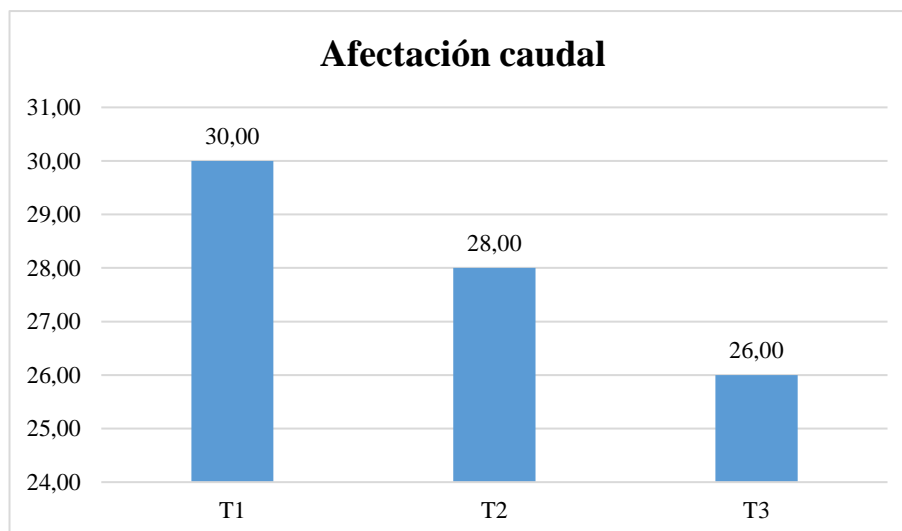
Tabla 5

Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación caudal) en truchas arcoíris

| Afectación caudal (NS) | | |
|------------------------------|-------|-------|
| Trat | Prom | Rango |
| T1 | 30.00 | A |
| T2 | 28.00 | A |
| T3 | 26.00 | A |
| Media general: 28.00% | | |
| C.V.: 9.21% | | |

Figura 3

Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación caudal) en truchas arcoíris



En referencia a los datos recolectados, la afectación caudal presentó similitudes entre los tratamientos (NS), en el cual se obtuvo un promedio de 28%, con un rango de promedio, que va de 26 a 30%, con un coeficiente de variación de 9.21%.

El resultado de la prueba estadística de Tukey al 5%, refleja que no existen una desigualdad estadística entre los promedios de la prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación caudal), no obstante, el tratamiento que registro el mayor promedio fue el T1 (macerao de ajo) con un 30%, seguido del tratamiento T2 (propóleo) con 28%, registrando al T3 (testigo absoluto) con el menor promedio con 26%. Hay que considerar que al inicio del experimento no se han utilizado los principios activos que se describe en esta investigación.

Según Cabrera & Veloz (2022) en su investigación indican que tienen un promedio de 30.80%. Lo cual tiene similitud con esta investigación dado que se tiene similar promedio de afectación caudal.

4.1.1.2. Afectación aletas ventrales

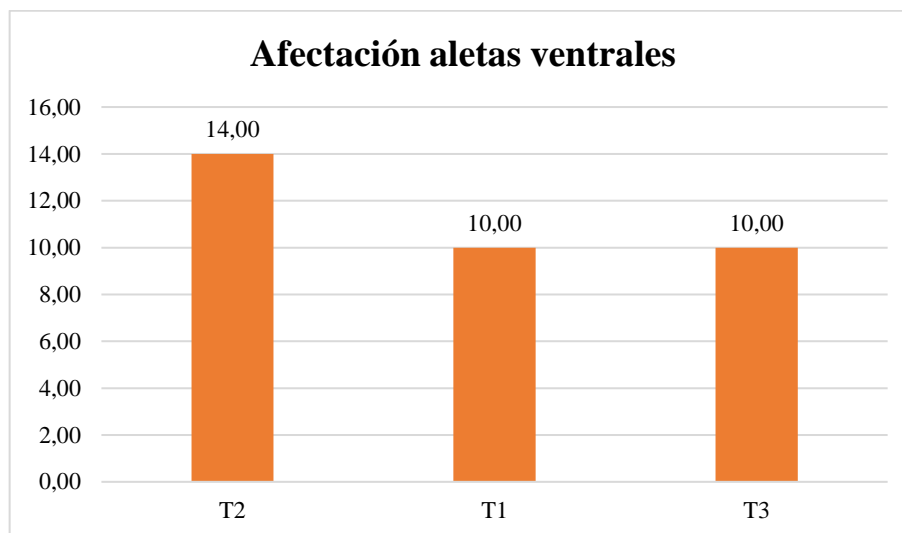
Tabla 6

Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación aletas ventrales) en truchas arcoíris

| Afectación aletas ventrales (NS) | | |
|---|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T2 | 14.00 | A |
| T1 | 10.00 | A |
| T3 | 10.00 | A |
| Media general: 11.33% | | |
| C.V.: 19.52% | | |

Figura 4

Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (afectación aletas ventrales) en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto a la afectación de aletas ventrales fueron similares (NS) en el que se caracteriza un rango de promedios que va de 10 a 14%, con un coeficiente de variación de 19.52% y un promedio de 11.33%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, no se determinaron desigualdades estadísticas, pero si numéricas entre los promedios de la afectación de aletas ventrales, el promedio más alto se registró en el T2 (propóleo) con 14%, mientras que los menores promedios fueron el T1 (macerado de ajo) y T3 (testigo absoluto) con 10% respectivamente. Hay que considerar que al inicio del experimento no se han utilizado los principios activos que se describe en esta investigación.

Los resultados en la afectación de aletas ventrales son diferentes a los datos obtenidos por Núñez (2022) que registraron un promedio de 23%. Lo que puede justificar esta diferencia porque la infestación del hongo puede haber sido más grave.

4.1.1.3. Erosión de la piel

Tabla 7

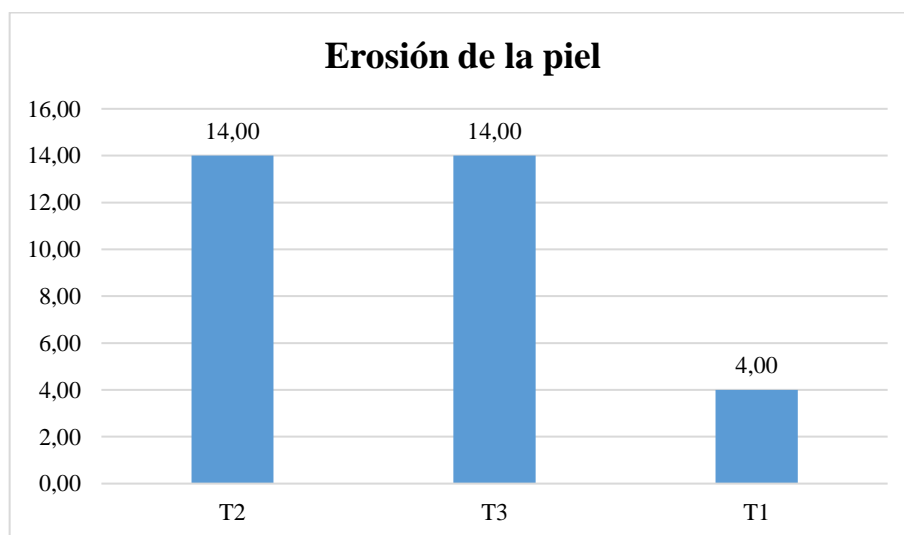
Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (erosión de la piel) en truchas arcoíris

| Erosión de la piel (NS) | | |
|--------------------------------|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T2 | 14.00 | A |
| T3 | 14.00 | A |
| T1 | 4.00 | A |

Media general: 10.67%
C.V.: 57.28%

Figura 5

Prevalencia de Saprolegniasis por zonas anatómicas (erosión de la piel) en truchas arcoíris



Al analizar los resultados de la investigación, en la erosión de la piel, presentaron similitudes entre los tratamientos (NS), en el cual se obtuvo un promedio de 10.67%, con un rango de promedios que va de 4 a 14%, con un coeficiente de variación de 57.28%. Cabe destacar que aún no se han utilizado los tratamientos.

El resultado de la prueba de Tukey al 5% indica que no existen desigualdades estadísticas entre los promedios de erosión de la piel, los tratamientos que registraron el mayor promedio fueron el T2 (propóleo) y T3 (testigo absoluto) con 14% respectivamente, registrando al T1 (macerado de ajo) con el menor promedio con 4%.

Paredes (2021) en su investigación refiere que tiene promedios que van desde 33 a 34%. Lo cual es diferente a esta investigación, por cuanto el porcentaje de erosión en la piel es demasiado bajo con promedios que van de 4 a 14%. Esta comparación refleja la alta infestación de este experimento.

4.1.1.4. Despigmentación y descamación

La despigmentación de la piel y la descamación son signos de la presencia de Saprolegniasis en truchas, los mismos que no afectaron a las truchas en estudio.

En presente estudio la incidencia de Saprolegniasis tuvo mayor incidencia en la afectación caudal, afectación de aletas ventrales y de la misma forma erosión en la piel. Al igual que el estudio realizado por Sandoval (2021).

4.1.2. Prevalencia de Saprolegniasis en trucha arcoíris

4.1.2.1. Prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días

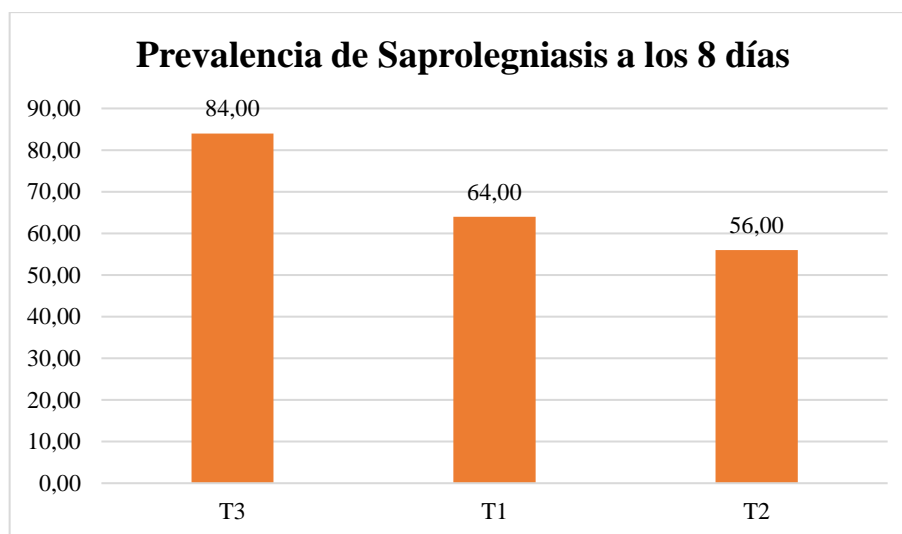
Tabla 8

Prueba de Tukey al 5% en la prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días en truchas arcoíris

| Prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días (**) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 84.00 | A |
| T1 | 64.00 | AB |
| T2 | 56.00 | B |
| Media general: 68.00% | | |
| C.V.: 21.21% | | |

Figura 6

Prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto a la prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días de la aplicación de los tratamientos propuestos fueron diferentes (**) indicando un rango de promedios que va de 56 a 84%, con un coeficiente de variación de 21.21% y un promedio de 68%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron desigualdades estadísticas y numéricas en los promedios de la prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días, el promedio más alto se registró en el T3 (testigo absoluto) con 84%, seguido del T1 (macerado de ajo) con 64%, mientras que el menor promedio fue el T2 (propóleo) con 56%.

El presente estudio los datos están en similitud con los obtenidos por Cabrera & Veloz (2022) que registraron un rango de promedios que van desde 70.20 a 90.90%.

4.1.2.2. Prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días

Tabla 9

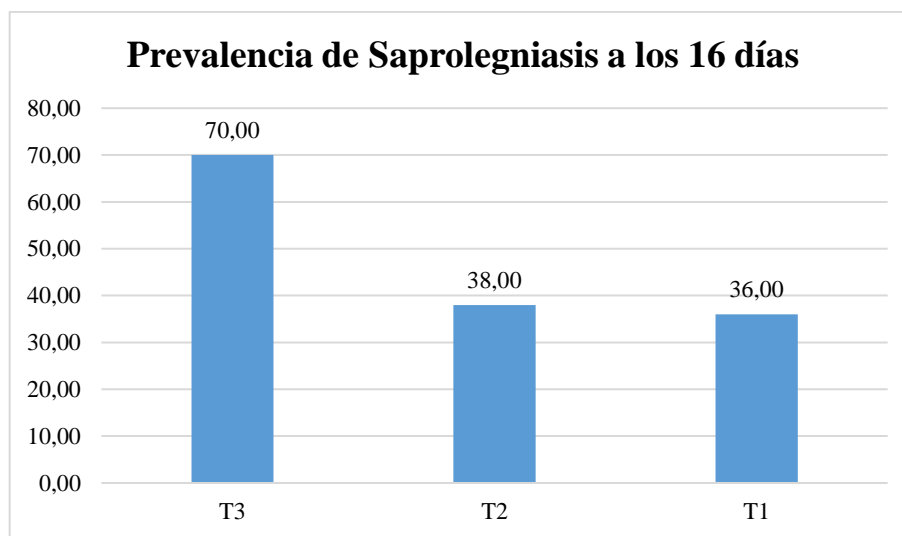
Prueba de Tukey al 5% en la prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días en truchas arcoíris

| Prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días (**) | | |
|---|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 70.00 | A |
| T2 | 38.00 | B |
| T1 | 36.00 | B |

Media general: 48.00%
C.V.: 39.75%

Figura 7

Prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días en truchas arcoíris



En base a los resultados de la investigación en cuanto a la prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días presentaron diferencias entre los tratamientos (**), en el cual se obtuvo un promedio de 48%, con un rango de promedios que va de 36 a 70%, con un CV de 39. 75%.

El resultado de la prueba de Tukey al 5% indica que existen desigualdades estadísticas entre los promedios de la prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días, el tratamiento que registro el mayor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con 70%, seguido del tratamiento T2 (propóleo) con 38%, registrando al T1 (macerado de ajo) con el menor promedio con 36%.

Según Núñez (2022) en su investigación indica que tiene promedios de 59.60 a 73.23. Lo cual tiene similitud con esta investigación dado que se tiene los similares promedios de prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días.

4.1.2.2. Prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días

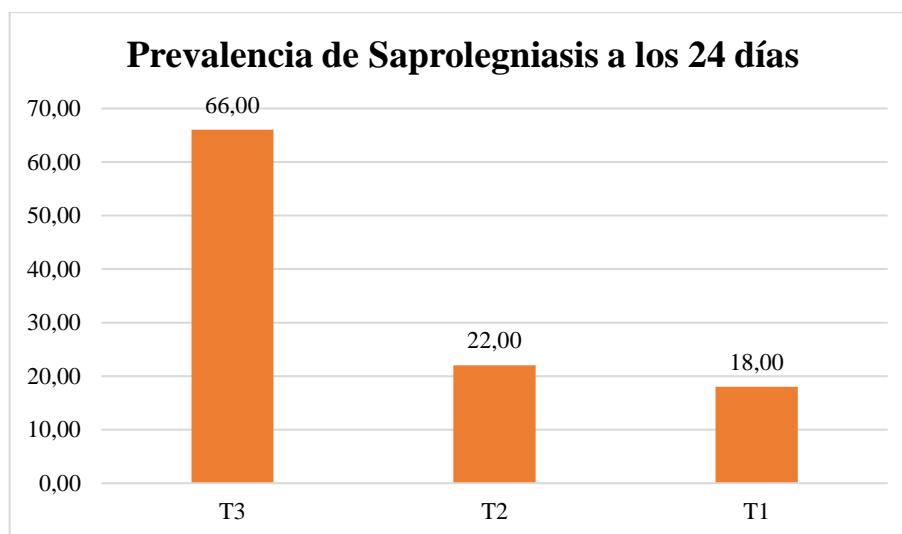
Tabla 10

Prueba de Tukey al 5% para prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días en truchas arcoíris

| Prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días (**) | | |
|---|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 66.00 | A |
| T2 | 22.00 | B |
| T1 | 18.00 | B |
| Media general: 35.33% | | |
| C.V.: 75.36% | | |

Figura 8

Prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto a la prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días fueron diferentes (**) indicando un rango de promedios que va de 18 a 66%, con un coeficiente de variación de 75.36% y un promedio de 35.33%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron discrepancias estadísticas y numéricas entre los promedios de la prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días, el promedio más alto se registró en el T3 (testigo absoluto) con 66%, seguido del T2 (propóleo) con 22%, mientras que el menor promedio fue el T1 (macerado de ajo) con 18%.

Los resultados de la prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días coinciden con los datos obtenidos por Paredes (2021) que registró promedios que van desde 17.50 a 83.80.

4.1.2.2. Prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días

Tabla 11

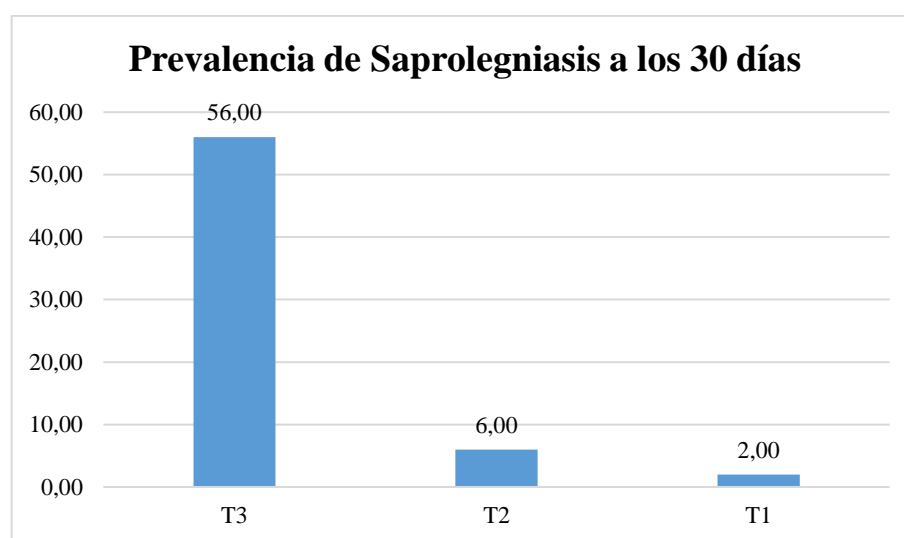
Prueba de Tukey al 5% en la prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días en truchas arcoíris

| Prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días (**) | | |
|---|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 56.00 | A |
| T2 | 6.00 | A |
| T1 | 2.00 | A |

Media general: 21.33%
C.V.: 141.04%

Figura 9

Prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días en truchas arcoíris



En base a los resultados de la investigación en cuanto a la prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días presentaron diferencias entre los tratamientos (**), en el cual se obtuvo un promedio de 21.33%, con un rango de promedios que va de 2 a 56%, con un coeficiente de variación de 141.04%.

El resultado de la prueba de Tukey al 5% indica que existen desigualdades estadísticas entre los promedios de la prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días, el tratamiento que registró el mayor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con 56%, seguido del T2 (propóleo) con 6%, registrando al T1 (macerado de ajo) con el menor promedio con 2%.

Sandoval (2021) en su investigación indica que tienen promedios que van desde 12.10 a 32.80%. Lo cual tiene similitud con esta investigación dado que se tiene los similares promedios de prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días.

4.1.3. Porcentaje de mortalidad en trucha arcoíris

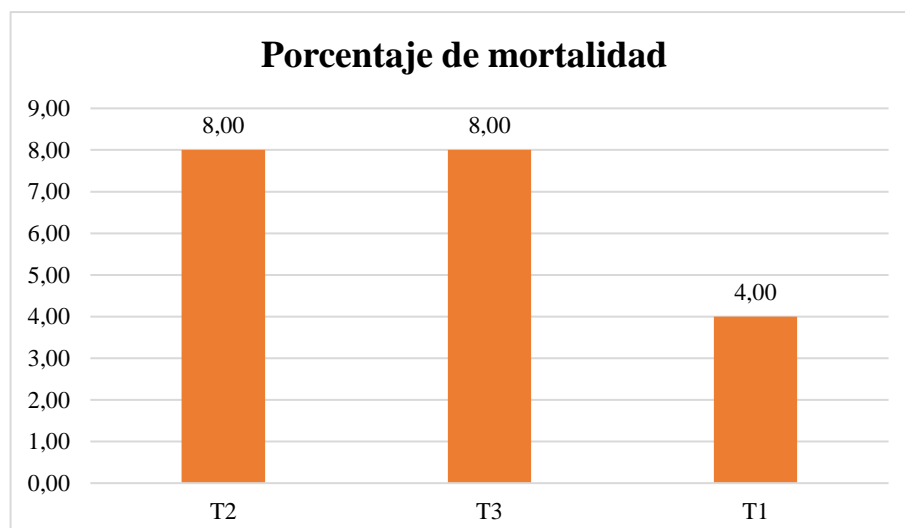
Tabla 12

Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de mortalidad en truchas arcoíris

| Porcentaje de mortalidad (NS) | | |
|--------------------------------------|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T2 | 8.00 | A |
| T3 | 8.00 | A |
| T1 | 4.00 | A |
| Media general: 6.67% | | |
| C.V.: 376.88% | | |

Figura 10

Porcentaje de mortalidad en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto al porcentaje de mortalidad fueron similares (NS) indicando un rango de promedios que va de 4 a 8%, con un coeficiente de variación de 376.88% y un promedio de 6.67%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% no se determinaron desigualdades estadísticas, pero si numéricas entre los promedios del porcentaje de mortalidad a los 8 días, los promedios más altos se registraron en el T2 (propóleo) y T3 (testigo absoluto) con 8% respectivamente, mientras que el menor promedio fue el T1 (macerado de ajo) con 4%.

El presente estudio los datos están en similitud con los obtenidos por Cabrera & Veloz (2022) que registró un rango de promedios que van desde 0 a 10%.

4.1.4. Porcentaje de morbilidad en trucha arcoíris

4.1.4.1. Porcentaje de morbilidad a los 8 días

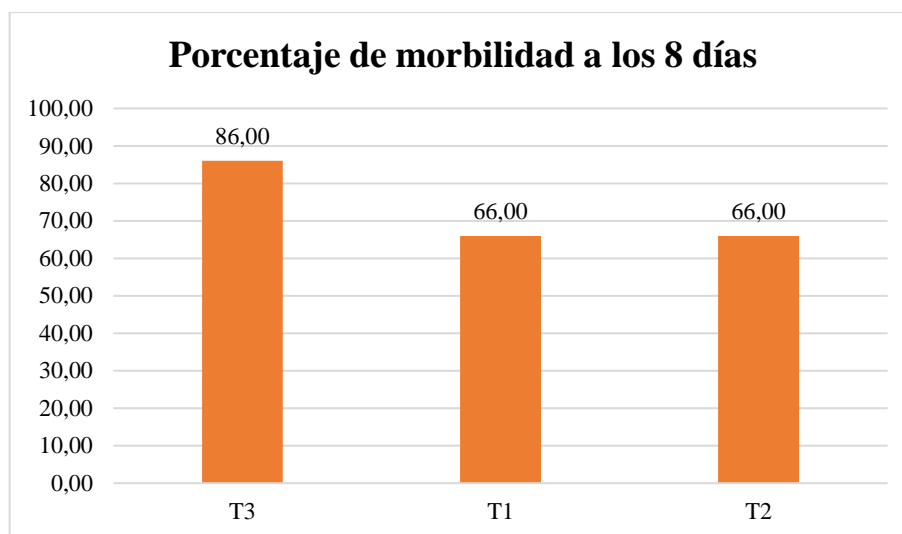
Tabla 13

Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de morbilidad a los 8 días en truchas arcoíris

| Porcentaje de morbilidad a los 8 días (**) | | |
|---|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 86.00 | A |
| T1 | 66.00 | AB |
| T2 | 66.00 | B |
| Media general: 70.00% | | |
| C.V.: 15.89% | | |

Figura 11

Porcentaje de morbilidad a los 8 días en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto al porcentaje de morbilidad a los 8 días de la aplicación de los tratamientos propuestos fueron diferentes (**) indicando un rango de promedios que va de 66 a 86%, con un coeficiente de variación de 15.89% y un promedio de 70%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron desigualdades estadísticas y numéricas entre los promedios del porcentaje de morbilidad a los 8 días, el promedio más alto se registró en el T3 (testigo absoluto) con 86%, mientras que los menores promedios fueron el T1 (macerado de ajo) y T2 (propóleo) con 66%.

El presente estudio los datos están en similitud con los obtenidos por Núñez (2022) que registró un rango de promedios que van desde 73.50 a 124.90%.

4.1.4.2. Porcentaje de morbilidad a los 16 días

Tabla 14

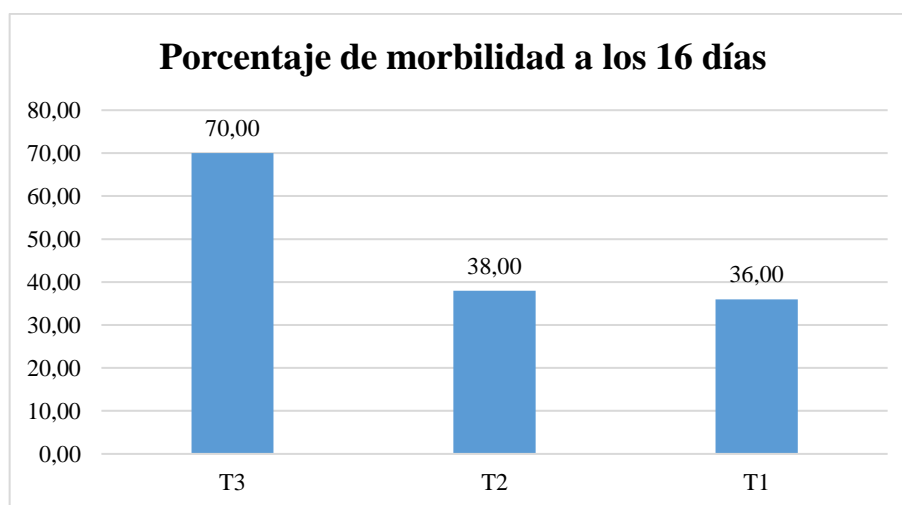
Prueba de Tukey al 5% para establecer el porcentaje de morbilidad a los 16 días en truchas arcoíris

| Porcentaje de morbilidad a los 16 días (**) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 70.00 | A |
| T2 | 38.00 | B |
| T1 | 36.00 | B |

Media general: 48.00%
C.V.: 39.75%

Figura 12

Porcentaje de morbilidad a los 16 días en truchas arcoíris



En base a los resultados de la investigación en cuanto al porcentaje de morbilidad a los 16 días presentaron diferencias entre los tratamientos (**), en el cual se obtuvo un promedio de 48%, con un rango de promedios que va de 36 a 70%, con un CV de 39.75%.

El resultado de la prueba de Tukey al 5% indica que existen desigualdades estadísticas entre los promedios del porcentaje de morbilidad a los 16 días, el

tratamiento que registro el mayor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con 70%, seguido del tratamiento T2 (propóleo) con 38%, registrando al T1 (macerado de ajo) con el menor promedio con 36%.

Según Cabrera & Veloz (2022) en su investigación indica que tiene promedios de 59.60 a 73.20%. Lo cual tiene similitud con esta investigación dado que se tiene los similares promedios de porcentaje de morbilidad a los 16 días.

4.1.4.3. Porcentaje de morbilidad a los 24 días

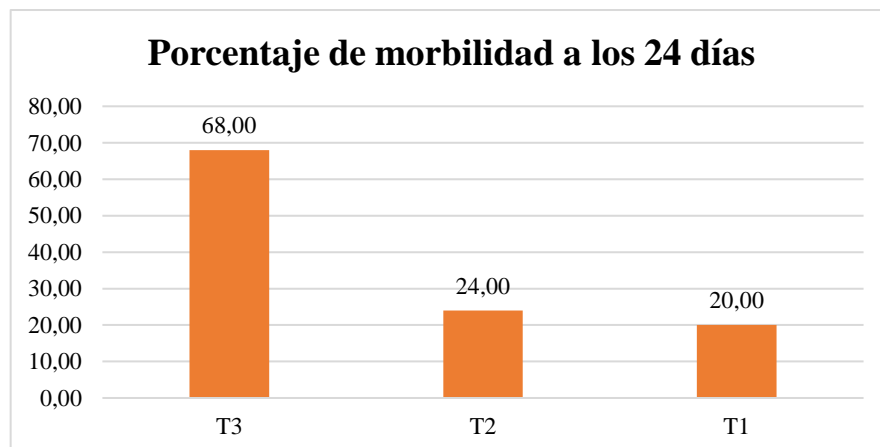
Tabla 15

Prueba de Tukey al 5% para establecer el porcentaje de morbilidad a los 24 días en truchas arcoíris

| Porcentaje de morbilidad a los 24 días (**) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 68.00 | A |
| T2 | 24.00 | B |
| T1 | 20.00 | B |
| Media general: 37.33% | | |
| C.V.: 71.34% | | |

Figura 13

Porcentaje de morbilidad a los 24 días en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto al porcentaje de morbilidad a los 24 días fueron diferentes (**) indicando un rango de promedios que va de 20 a 68%, con un coeficiente de variación de 71.34% y un promedio de 37.33%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron desigualdades estadísticas y numéricas entre los promedios del porcentaje de morbilidad a los 24 días, el promedio más alto se registró en el T3 (testigo absoluto) con 68%, seguido del T2 (propóleo) con 24%, mientras que el menor promedio fue el T1 (macerado de ajo) con 20%.

Los resultados en el peso semana 2 coinciden con los datos obtenidos por Paredes (2021) que registró promedios que van desde 31.30 a 70.20%.

4.1.4.1. Porcentaje de morbilidad a los 30 días

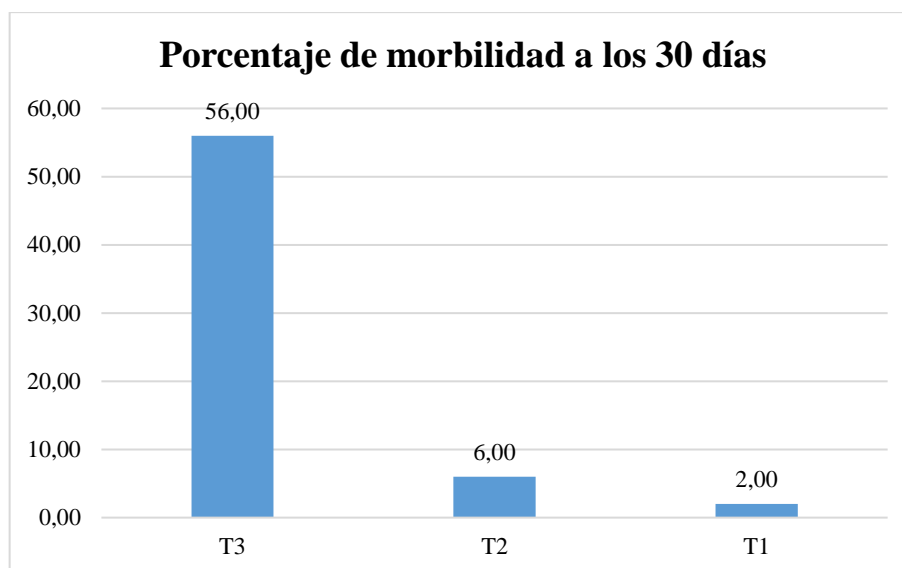
Tabla 16

Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de morbilidad a los 30 días en truchas arcoíris

| Porcentaje de morbilidad a los 30 días (**) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T3 | 56.00 | A |
| T2 | 6.00 | B |
| T1 | 2.00 | B |
| Media general: 21.33% | | |
| C.V.: 141.04% | | |

Figura 14

Porcentaje de morbilidad a los 30 días en truchas arcoíris



En base a los resultados de la investigación en cuanto al porcentaje de morbilidad a los 30 días presentaron diferencias entre los tratamientos (**), en el cual se obtuvo un promedio de 21.33%, con un rango de promedios que va de 2 a 56%, con un coeficiente de variación de 141.04%.

El resultado de la prueba de Tukey al 5% indica que existen discrepancias estadísticas entre los promedios del porcentaje de morbilidad a los 30 días, el tratamiento que registró el mayor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con 56%, seguido del T2 (propóleo) con 6%, registrando al T1 (macerado de ajo) con el menor promedio con 2%.

Sandoval (2021) en su investigación indican que tienen promedios que van desde 12.10 a 59.60%. Lo cual tiene similitud con esta investigación dado que se tiene los similares promedios de porcentaje de morbilidad a los 30 días.

4.1.5. Efecto de los tratamientos para el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris

4.1.5.1. Efecto de los tratamientos a los 8 días

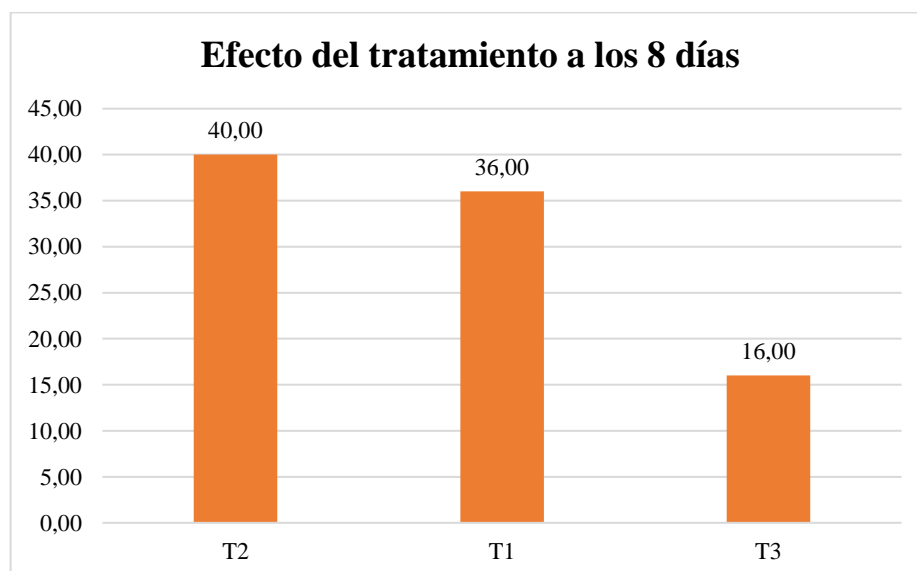
Tabla 17

Prueba de Tukey al 5% para establecer el efecto de los tratamientos a los 8 días en truchas arcoíris

| Efecto del tratamiento a los 8 días (*) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T2 | 40.00 | A |
| T1 | 36.00 | AB |
| T3 | 16.00 | B |
| Media general: 30.67% | | |
| C.V.: 45.07% | | |

Figura 15

Efecto de los tratamientos a los 8 días en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto al efecto del tratamiento a los 8 días fueron diferentes (*) indicando un rango de promedios que va de 16 a 40%, con un coeficiente de variación de 45.07% y un promedio de 30.67%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron desigualdades estadísticas y numéricas entre los promedios del efecto del tratamiento a los 8 días, el promedio más alto se registró en el T2 (propóleo) con 40%, seguido del T1 (macerado de ajo) con 36%, mientras que el menor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con 16%.

El presente estudio los datos están en similitud con los obtenidos por Cabrera y Veloz (2022) que registraron un rango de promedios que van desde 9.10 a 40.40%.

4.1.5.2. Efecto de los tratamientos a los 16 días

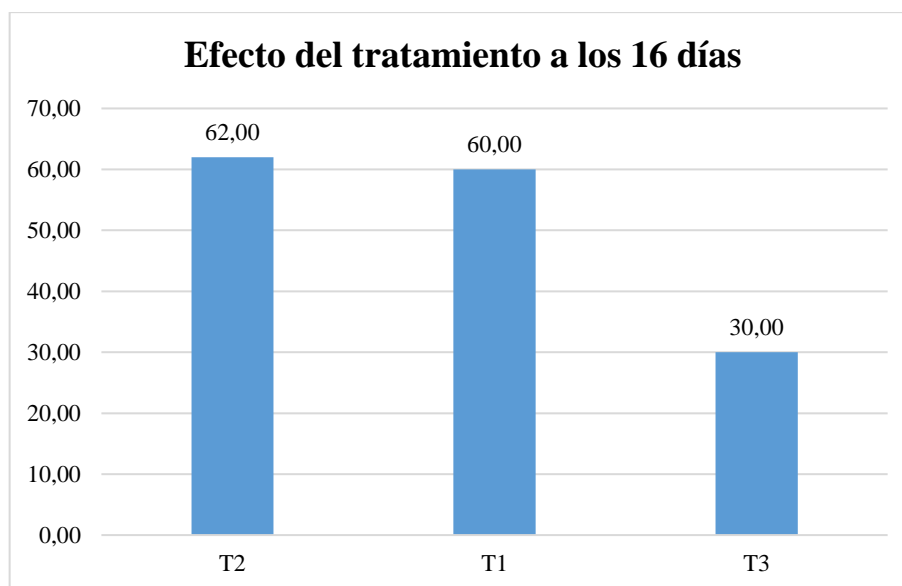
Tabla 18

Prueba de Tukey al 5% para establecer el efecto de los tratamientos a los 16 días en truchas arcoíris

| Efecto del tratamiento a los 16 días (**) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T2 | 62.00 | A |
| T1 | 60.00 | A |
| T3 | 30.00 | B |
| Media general: 50.67% | | |
| C.V.: 36.69% | | |

Figura 16

Efecto de los tratamientos a los 16 días en truchas arcoíris



En base a los resultados de la investigación en cuanto al efecto del tratamiento a los 16 días presentaron diferencias entre los tratamientos (**), en el cual se obtuvo un promedio de 50.67%, con un rango de promedios que va de 30 a 62%, con un coeficiente de variación de 36.69%.

El resultado de la prueba de Tukey al 5% indica que existen discrepancias estadísticas entre los promedios del efecto del tratamiento a los 16 días, el tratamiento que registro el mayor promedio fue el T2 (propóleo) con 62%, seguido del tratamiento T1 (macerado de ajo) con 60%, registrando al T3 (testigo absoluto) con el menor promedio con 30%.

Según Núñez (2022) en su investigación indica que tiene promedios de 26.80 a 54%. Lo cual tiene similitud con esta investigación dado que se tiene los similares promedios del efecto del tratamiento a los 16 días.

4.1.5.3. Efecto de los tratamientos a los 24 días

Tabla 19

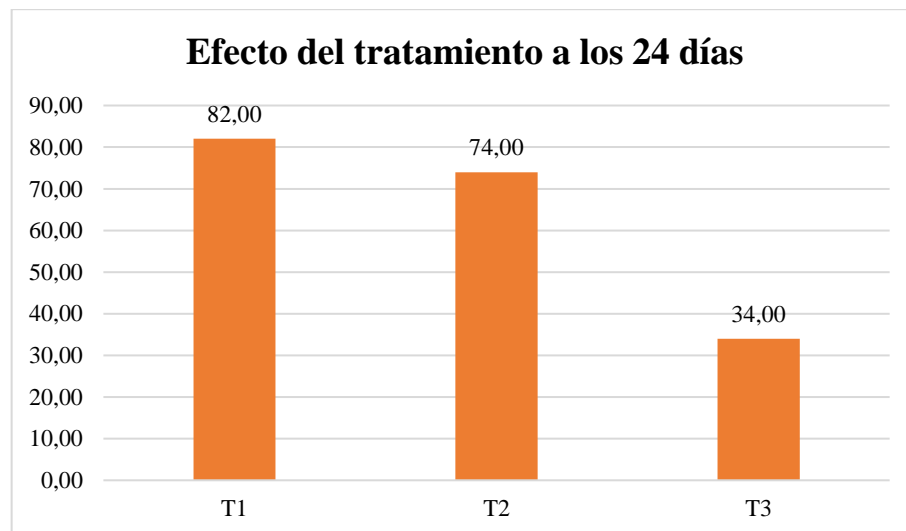
Prueba de Tukey al 5% para indicar el efecto de los tratamientos a los 24 días en truchas arcoíris

| Efecto del tratamiento a los 24 días (**) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T1 | 82.00 | A |
| T2 | 74.00 | A |
| T3 | 34.00 | B |

Media general: 63.33%
C.V.: 41.19%

Figura 17

Efecto de los tratamientos a los 24 días en truchas arcoíris



De acuerdo a los resultados de la investigación en cuanto al efecto del tratamiento a los 24 días fueron diferentes (**) indicando un rango de promedios que va de 34 a 82%, con un coeficiente de variación de 41.19% y un promedio de 63.33%.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se determinaron desigualdades estadísticas y numéricas entre los promedios del efecto del tratamiento a los 24 días, el promedio

más alto se registró en el T1 (macerado de ajo) con 82%, seguido del T2 (propóleo) con 74%, mientras que el menor promedio fue el T3 (testigo absoluto) con 34%.

Los resultados en el peso semana 2 coinciden con los datos obtenidos por Cabrera y Veloz (2022) que registraron promedios que van desde 47.50 a 80.80%.

4.1.5.4. Efecto de los tratamientos a los 30 días

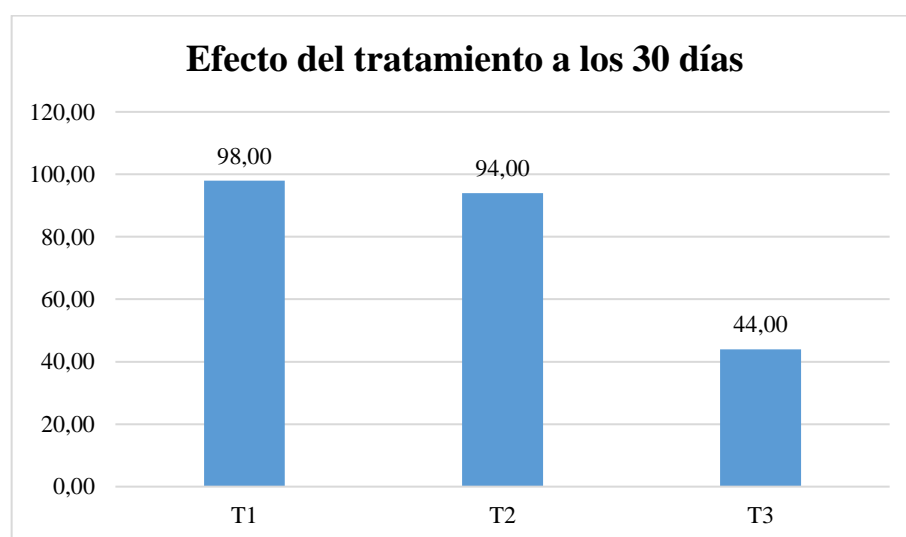
Tabla 20

Prueba de Tukey al 5% para indicar el efecto de los tratamientos a los 30 días en truchas arcoíris

| Efecto del tratamiento a los 30 días (**) | | |
|--|-------------|--------------|
| Trat | Prom | Rango |
| T1 | 98.00 | A |
| T2 | 94.00 | A |
| T3 | 44.00 | B |
| Media general: 78.67% | | |
| C.V.: 38.25% | | |

Figura 18

Efecto de los tratamientos a los 30 días en truchas arcoíris



En base a los resultados de la investigación en cuanto al efecto del tratamiento a los 30 días presentaron diferencias entre los tratamientos (**), en el cual se obtuvo un promedio de 78.67%, con un rango de promedios que va de 44 a 98%, con un coeficiente de variación de 38.25%.

El resultado de la prueba de Tukey al 5% indica que existen desigualdades estadísticas entre los promedios del efecto del tratamiento a los 30 días, el tratamiento que registró el mayor promedio fue el T1 (macerado de ajo) con 98%, seguido del T2 (propóleo) con 94%, registrando al T3 (testigo absoluto) con el menor promedio con 44%.

Paredes (2021) en su investigación indica que tienen promedios que van desde 29.80 a 87.90%. Lo cual tiene similitud con esta investigación dado que se tiene los similares promedios del efecto del tratamiento a los 30 días.

4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Una vez concluido con la investigación de campo, y mediante los datos ya adquiridos en la investigación y en relación a la hipótesis planteada se logró demostrar que existen diferencias estadísticas altamente significativas (**) entre tratamientos, es decir existieron diferentes respuestas de los antimicóticos aplicados, para el control de Saprolegniasis en truchas arcoíris juveniles, es así que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la misma que menciona: “La adición de ajo y propóleo influye en el tratamiento de Saprolegniasis en trucha arcoíris”.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Al evaluar el efecto de los tratamientos propuestos, para erradicar la Saprolegniasis en truchas arcoíris, se observó que en el grupo testigo se incrementaban las lesiones macroscópicas en la ceiba de truchas juveniles, algunas de ellas llegaban a morir, sin embargo, las truchas sujetas al tratamiento de macerado de ajo y propóleo desarrollaban mejorías en su aspecto y al final de la investigación se observó una marcada disminución de las lesiones causadas por el hongo.
- Las lesiones sobre las zonas anatómicas que se identificaron en las truchas arcoíris de la investigación fueron las siguientes: afectaciones de las aletas caudales y ventrales, erosiones de una extensa superficie de la piel. Otras sintomatologías que se identificaron fueron: letargo, desequilibrio, agotamiento y pérdidas de reflejos, provocando inclusive mortalidad.
- En la presente investigación se estableció que la prevalencia de Saprolegniasis entre las truchas arcoíris a los 8 días de adaptación, obtuvo promedios de 56 a 84%, a diferencia de transcurrido 16 días en donde se obtuvo promedios de 36 a 70%, y al finalizar la evaluación de los tratamientos se obtuvo promedios de 18 a 66%, en los cuales el T3 (testigo absoluto) presentó mayor porcentaje de prevalencia de Saprolegniasis.
- En relación al porcentaje de mortalidad se obtuvo promedios bajos entre los tratamientos, obteniendo valores de 8% en el T2 (propóleo) y T3 (testigo absoluto), mientras que el menor fue el T1 (macerado de ajo) con 4%.
- Referente al porcentaje de morbilidad a los 8 días fue de 66 a 86%, esto debido al pH del agua y sedimentos que se encuentran dentro de las piscinas, con respecto a los 16 días fue de 36 a 70%, mientras que al final de la investigación fue de 2 a 56%, en donde el T3 (testigo absoluto) presentó mayor porcentaje de morbilidad del hongo entre las truchas.

- Durante el proceso de aplicación de los tratamientos, en dosis medidas y aplicadas directamente en 20L de agua donde se sumergían a los salmónidos en una inmersión de 5 minutos, diariamente se evaluó tanto la contextura como el aspecto de las lesiones en la piel de los peces, estableciendo en base a los últimos resultados, que el T1 (macerado de ajo) es el mejor tratamiento para el manejo y control de las lesiones macroscópicas ocasionadas por *Saprolegnia sp*, en truchas arcoíris, ya que este sirve como un anti fúngico natural.

5.2. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos, se recomienda llevar a cabo baños de inmersión durante 5 minutos en una solución de 20 litros de agua mezclada con 200g de macerado de ajo para el cultivo de truchas juveniles arcoíris. Esta práctica tiene como objetivo disminuir la prevalencia, morbilidad y mortalidad ocasionada por el hongo *Saprolegnia sp.*
- Elaborar estudios que permitan aprovechar las propiedades farmacológicas del ajo (*Allium sativum*) y el propóleo, en las piscícolas de agua dulce, para presidir el uso de antibióticos, y promover un buen manejo sanitario de las truchas arcoíris.
- Se recomienda el mantenimiento de las piscinas de crianza y estar atentos a posibles lesiones o afecciones que puedan provocar epizootias por el hongo *Saprolegnia sp.*
- Efectuar otras investigaciones, similares al presente estudio en el control de Saprolegniasis en truchas, ya que debido a la prohibición del uso del verde malaquita que es cancerígeno, buscando tratamientos que sean más efectivos, inocuos a la salud humana y con menor impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, K. (2019). Anatomía de un vertebrado: Trucha arcoíris. *Bioinnova*, 5.
- Aceves, M., Ortega, J., & Barragán, C. (2015). Caracterización fisicoquímica de propóleos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 74-84.
- Batallas, C. M. (2018). Evaluar la suplementación con polen en alevines de trucha arcoíris. Obtenido de https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/2/?ui=2&ik=89b1e74f2f&attid=0.1&permmsgid=msg-f:1734182874724706230&th=18110e22ef8827b6&view=att&disp=inline&realattid=f_13rjs7w30&saddbat=ANGjdJ9Bb_vSM87_7WzRPoCWWFgVICHZMf11kDpEY-WALFKcX4UvCxRCN
- Cabrera, R., & Veloz, P. (2022). Efecto de zumo de marco (Ambrosia peruviiana), jengibre (*Zingiber officinale*) y sal yodada para el diagnóstico y tratamiento de Saprolegniasis en truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) del proyecto piscícola Marcopamba. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4844/1/Proyecto%20truchas%20Marcopamba%20%281%29.pdf>
- Camacho B. (2008). Cultivo de trucha. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/cultivo-de-la-trucha/>
- Canales, G. (2017). Saprolegniasis en poblaciones naturales de peces. *Ciencias Marinas*, 126.
- CENAIM. (2016). Obtenido de Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas: <http://www.cenaim.espol.edu.ec/taxonomy/term/12?page=8>
- Chivara, O. (2022). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Obtenido de file:///C:/Users/WELCOME/Downloads/oemanriquec.pdf

- Del Río, E. (2017). Estudio de la actividad antioxidante y antitumoral del propóleo. Universidad de Granada.
- Esther, R. T. (2020). Crecimiento y eficiencia alimentaria de la trucha. Obtenido de Sistema nervioso: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-huancavelica/talento-humano/sistema-nervioso-de-la-trucha/20907478>
- FAO. (2016). Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://www.fao.org/3/bc354s/bc354s.pdf>
- FAO. (2022). Pesca y acuicultura: descripción general del sector acuícola nacional. Obtenido de <https://www.fao.org/fishery/es/countrysector/ec/es>
- Godoy, M. (2013). Vejiga natatoria de la trucha. Patología en agricultura, 5.
- Godoy, M. (2018). Saprolegniasis en smolt de Salmón del Atlántico (*Salmo salar*): Patología macroscópica. Obtenido de https://www.marcogodoy.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
- Gonzales, C. (2017). Biocontrol de la Saprolegniosis por *Saprolegnia parasitica* en Trucha Arcoiris. Obtenido de Repositorio Universidad de Leon: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/6908/Tesis%20Concepci%F3n%20Gonz%E1lez%20Palacios.pdf?sequence=1>
- Hermida, Á. (2020). Propiedades y valor nutricional. Alimento, 4-12.
- Hernández, L. (2021). Ajo: propiedades.
- ITIS. (2021). *Oncorhynchus mykiss*. Obtenido de <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>

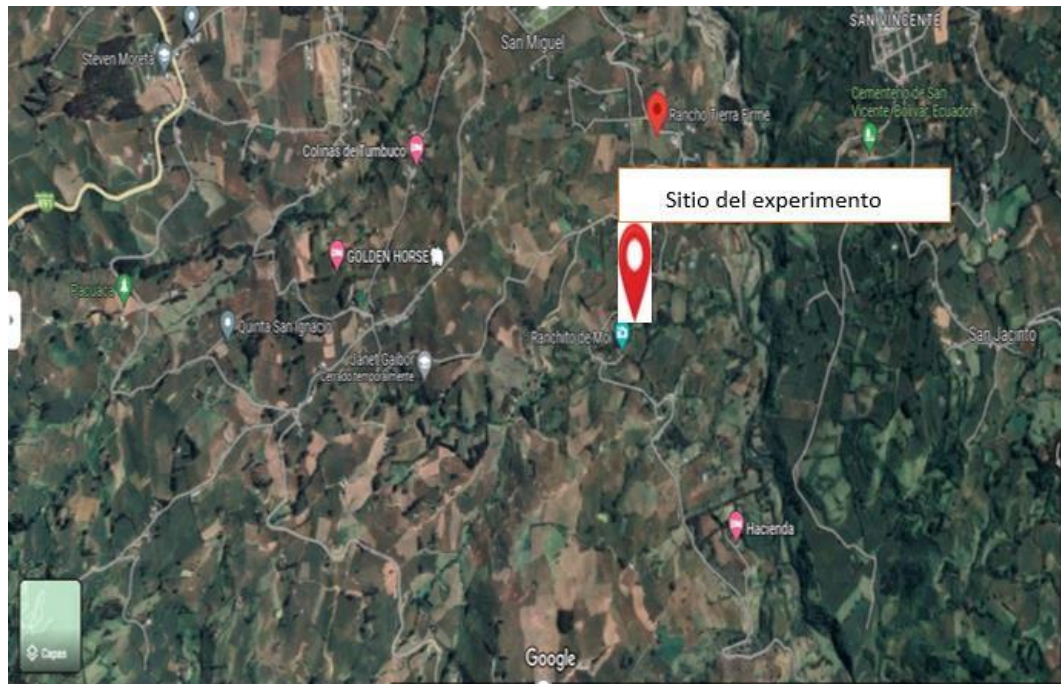
- López, M. (2019). Caracterización química y actividad. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1565/1/PCB_D_Tesis_2019_Guadalupe_Herrera_Lopez.pdf
- Martínez, J. (2017). El cultivo de ajo. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4800/NR40738.pdf?sequence=1>
- Morillo, N. (2019). Universidad Internacional del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3978/1/T-UIDE-1339.pdf>
- Mosquera, F. (2016). Análisis económico de la producción y comercialización de trucha en la granja piscícola valle hermoso en el caserío artesón, parroquia Pelileo grande, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12384/1/Tesis%20Lista%20Gonzalo.pdf>
- Núñez, O. (2022). Aprovechamiento del extracto de ajo (*Allium sativum*) como alternativa en la prevención de saprolegniosis en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Scielo.
- Ordoñez, C. (2018). Evaluación de buclizina en la estimulación del apetito en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorde. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14638/1/T-IASA%20I-005453.pdf>
- Paredes, J. (2021). Efecto del ajo (*Allium sativum*) en el tratamiento de saprolegniasis en truchas. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33077/1/Tesis%20185%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-Paredes%20Sandoval%20Johana%20Cristina.pdf>
- Paredes, M., & Ticlla, K. (2020). Efecto del contenido lipídico dietario y densidad de cultivo sobre el desempeño en crecimiento, canal y calidad de carne de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Manglar, 17-20.

- Pérez, B., Martínez, M., Carrillo, J., & Sánchez, T. (2020). Composición química, propiedades antioxidantes del propóleo. Scielo.
- Quimbiamba, E. (2009). Anatomía de la trucha. Obtenido de <https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/anatomia-oncorhynchus-mykiss/>
- Ramírez, H. (2016). Efectos terapéuticos del ajo. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/9243/1/81.pdf>
- Rodríguez, B., Canales, M., & Penieres, J. (2020). Composición química, propiedades antioxidantes y actividad. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5677/T-PUCE-5827.pdf?sequence=1>
- Sandoval, J. (2021). Efecto del ajo (*Allium sativum*) en el tratamiento de saprolegniasis en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33077/1/Tesis%20185%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-Paredes%20Sandoval%20Johana%20Cristina.pdf>
- Vallejo, J. (2018). Uso del ajo y/o sus compuestos activos como agente. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21491/81754429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas, R. (2021). Evaluación de la reproducción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Agronomía mesoamericana*, 123-127.
- Vásquez, C., & Vásquez, T. (2014). Efecto del propóleo sobre *Saprolegnia* spp y el desarrollo de un comprimido para la prevención de la saprolegniosis. Obtenido de <http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/0708860/0708860.pdf>
- Villa, R. (2021). Alimentación de trucha Arco Iris. *EIA*, 1-10.
- Zamora, E. (2016). Universidad de Sonora. Obtenido de producción de hortalizas: <https://dagus.unison.mx/Zamora/AJO-DAG-HORT-014.pdf>

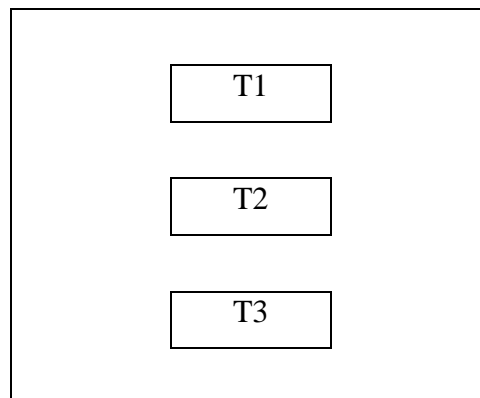
Zaror, L., Collado, L., Bohle, H., Landskron, E., Montaña, J., & Avendaño, F.
(2021). Saprolegnia. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2004000100008

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2. Croquis del ensayo



Anexo 3. Base de datos

| Variables | Tratamientos | | |
|---|---------------------|-----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 |
| Afectación caudal | 30,00 | 28,00 | 26,00 |
| Afectación aletas ventrales | 10,00 | 14,00 | 10,00 |
| Despigmentación | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Descamación | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Erosión de la piel | 4,00 | 14,00 | 14,00 |
| Prevalencia de Saprolegniasis a los 8 días | 64,00 | 56,00 | 84,00 |
| Prevalencia de Saprolegniasis a los 16 días | 36,00 | 38,00 | 70,00 |
| Prevalencia de Saprolegniasis a los 24 días | 18,00 | 22,00 | 66,00 |
| Prevalencia de Saprolegniasis a los 30 días | 2,00 | 6,00 | 56,00 |
| Porcentaje de morbilidad a los 8 días | 66,00 | 66,00 | 86,00 |
| Porcentaje de morbilidad a los 16 días | 36,00 | 38,00 | 70,00 |
| Porcentaje de morbilidad a los 24 días | 20,00 | 24,00 | 68,00 |
| Porcentaje de morbilidad a los 30 días | 2,00 | 6,00 | 56,00 |
| Porcentaje de mortalidad a los 8 días | 2,00 | 2,00 | 0,00 |
| Porcentaje de mortalidad a los 16 días | 2,00 | 0,00 | 2,00 |
| Porcentaje de mortalidad a los 24 días | 0,00 | 0,00 | 4,00 |
| Porcentaje de mortalidad a los 30 días | 0,00 | 0,00 | 2,00 |
| Efecto del tratamiento a los 8 días | 36,00 | 40,00 | 16,00 |
| Efecto del tratamiento a los 16 días | 60,00 | 62,00 | 30,00 |
| Efecto del tratamiento a los 24 días | 82,00 | 74,00 | 34,00 |
| Efecto del tratamiento a los 30 días | 98,00 | 94,00 | 44,00 |

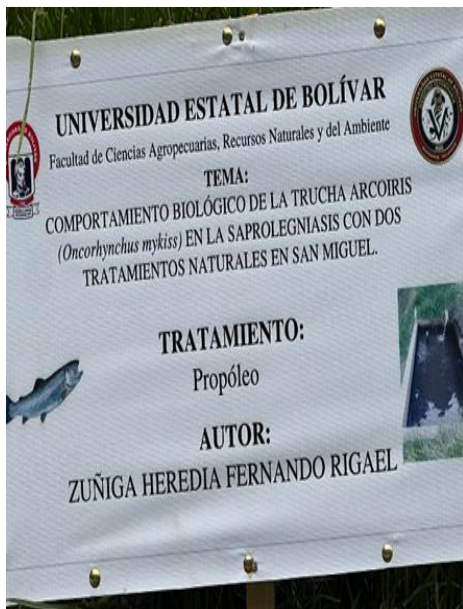
Anexo 4. Fotografías



Tratamiento 1 (macerado de ajo)



Adaptación de las truchas el T1



Tratamiento 2 (propóleo)



Adaptación de las truchas el T2



Tratamiento 3 (testigo absoluto)



Adaptación de las truchas el T3



Macerado de ajo y propóleo



Observación de las lesiones
macroscópicas



Preparación para el baño de inmersión



Baño de inmersión en propóleo



Preparación del macerado de ajo



Baño de inmersión con macerado de ajo



Visita de campo



Visita de campo



Visita de campo

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Acuicultura: Cultivo de animales acuáticos lo cual se necesita intervención para el proceso de cría y aumentar la producción.

Agentes patógenos: Los patógenos son agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped.

Ajo: El ajo (*Allium sativum*) es un bulbo perteneciente a la familia Liliaceae, ha sido utilizado con fines curativos desde tiempos antiguos.

Cal: Se utiliza como desinfectante de pozos sépticos y restos orgánicos para eliminar malos olores.

Desinfectante: Se denomina desinfección a un proceso químico que mata o erradica los microorganismos sin discriminación al igual como las bacterias, virus y protozoos impidiendo el crecimiento.

Diagnóstico: El diagnóstico alude, en general, al análisis que se realiza para determinar cualquier posible enfermedad.

Hifa: Filamento, ramificado o no, de tamaño microscópico, que reunido con otros filamentos forma el cuerpo vegetativo de los hongos.

Hongos: Reino al que pertenecen los organismos sin clorofila, provistos de talo, generalmente filamentosos y ramificados, mediante el cual absorben los principios orgánicos nutritivos del medio, de tamaño muy variado y reproducción preferentemente asexual.

Inmersión: Acción de introducir o introducirse algo en un fluido.

Macerado: La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer.

Mortalidad: Valor medible y se puede hacer relación a cualquier ser vivo.

Potencial de hidrógeno: El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución acuosa.

Piscícola: Estructura formada artificialmente para el cultivo de truchas.

Prevención: Medida o disposición que se toma de manera anticipada para evitar que suceda una cosa considerada negativa.

Propóleo: El propóleo es una mezcla resinosa obtenida por las abejas de las yemas de los árboles, exudados de savia u otras fuentes vegetales.

Sanidad: Estado del ser vivo que está sano o disfruta de buena salud.

Saprolegniasis: Saprolegnia es un género de mohos de agua a menudo llamados mohos de algodón debido a los característicos parches fibrosos blancos o grises que forman.

Temperatura: La temperatura es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro.

Trucha juvenil: En esta etapa los organismos tienen todas las características de los adultos, es decir, ya tienen hábitos propios de la especie, como ser activos.

Trucha: Pez de agua dulce de unos 40 cm de longitud, color grisáceo o verdoso con manchas rojizas o negras en el dorso y blancuzco en el vientre.