UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS NATURALES CON CÚRCUMA Y TOMILLO PARA EL CONTROL DE SAPROLEGNIASIS EN TRUCHA ARCOÍRIS *(Oncorhynchus mykiss)* EN LA COMUNIDAD DE COYOCTOR.

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:

Edison Adrian Serpa Padilla

Tutor:

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

Guaranda – Ecuador

2025

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS NATURALES CON CÚRCUMA Y TOMILLO PARA EL CONTROL DE SAPROLEGNIASIS EN TRUCHA ARCOÍRIS *(Oncorhynchus mykiss)* EN LA COMUNIDAD DE COYOCTOR.

REVISADO Y APROBADO POR:

.....

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

TUTOR

.....

Dr. Edison Riveliño Ramón Curay. MSc.

PAR LECTOR

.....

Dr. Franco Cordero Salazar. MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Serpa Padilla Edison Adrian, con CI 0350056966, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no ha 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 con la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Adrian Serpa

.....

Edison Adrian Serpa Padilla

CI: 0350056966

AUTOR

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

.....

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

CI: 0200713485

TUTOR

ESCRITURA Nº 20250201004P00038

DECLARACIÓN JURAMENTADA
OTORGA:
EDISON ADRIAN SERPA PADILLA.
CUANTÍA: INDETERMINADA.
Di 2 COPIA.

G.C.

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy martes a los veintiún días del mes de enero del año dos mil veinticinco, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, el señor **EDISON ADRIAN SERPA PADILLA,** de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiante, domiciliado en la parroquia Cañar, cantón Cañar, provincia Cañar y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho tres cuatro siete tres ocho dos cuatro y con correo electrónico adrianserpa82@gmailcom, hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a lo cual obtengo la certificación de datos biométricos del Registro Civil, además por petición del compareciente agrego sus documentos personales como son la cedula y papeleta de votación, mismos que agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertido el compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado que fue en forma aislada y separada de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, así como de la obligación que tiene de decir la verdad y conocedor de las penas de perjurio, me solicita se tome su declaración juramentada, en tal virtud procedo a tomar su declaración juramentada: Yo, **EDISON ADRIAN SERPA PADILLA,** de estado civil soltero, portador de la cedula de ciudadanía número cero tres cinco cero cero cinco seis nueve seis seis, declaro bajo juramento que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **"EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS NATURALES CON CÚRCUMA Y TOMILLO PARA EL CONTROL DE SAPROLEGNIASIS EN TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN LA COMUNIDAD DE COYOCTOR".** Declaro que el presente trabajo es de mi autoría; 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 Normativa Institucional vigente. En el 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.- Para la celebración y otorgamiento de la presente escritura se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que le fue al compareciente íntegramente por mí la Notaria, aquel se afirma y ratifica en la aceptación de su total contenido y firma junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe.----------

Adrian Serpa

SR. EDISON ADRIAN SERPA PADILLA.
C.C. 0350056966

DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Tesis Edison Adrian Serpa Padilla

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	6%	2%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	3%
2	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	3%
3	gvm.com.ec Fuente de Internet	2%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 2%
Excluir bibliografía	Activo		

CI 0200713485

turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQUEZ BARCENES
Título del ejercicio:	25
Título de la entrega:	Tesis Edison Adrian Serpa Padilla
Nombre del archivo:	EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS NATURALES CON CÚRC.pdf
Tamaño del archivo:	3.05M
Total páginas:	92
Total de palabras:	17,622
Total de caracteres:	99,141
Fecha de entrega:	21-ene.-2025 17:37p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre...	2498056225



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS NATURALES CON CURCUMA Y TOMILLO PARA EL CONTROL DE SAPROLEGNIASIS EN TRUCHA ARCOÍRIS *(Oncorhynchus mykiss)* EN LA COMUNIDAD DE COYOCTOR.

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:

Edison Adrian Serpa Padilla

Tutor:

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor PhD

Guaranda – Ecuador

2025

Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

DEDICATORIA

Este logro lo dedico primeramente a Dios por darme vida y sabiduría, por cuidarme y bendecirme siendo siempre mi guía, durante este largo camino académico.

A mi amada madre, Nancy le agradezco quien, con su amor incondicional, paciencia y su sacrificio, supo guiarme y apoyarme durante toda mi vida estudiantil siendo para mí un pilar fundamental en mi vida.

A mis hermanos Gissela, Xavier y Nataly, quien fueron mi motivación e inspiración para seguir adelante, quienes supieron apoyarme y aconsejarme en los momentos buenos y malos gracias por confiar en mí.

A mis abuelitos, Fausto y Dolores por su apoyo y consejos a lo largo de todo este tiempo, por su cariño brindado para nunca rendirme y seguir adelante y a toda mi familia quienes me supieron apoyar cuando yo más lo necesitaba, les dedico este trabajo, gracias por todos esos bonitos momentos compartidos y vividos durante toda mi vida, por acompañarme en este largo proceso, este logro es tanto suyo como mío.

Edison Adrian Serpa Padilla

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme salud, a mi familia por guiarme en el camino correcto y acompañarme siempre en los momentos difíciles, por otorgarme sabiduría para lograr alcanzar una nueva meta en mi vida.

De la misma manera mi agradecimiento al Dr. Joscelito Solano, tutor de tesis, por el apoyo y la orientación brindad a lo largo del desarrollo de este proyecto de investigación, como a todos los docentes que estuvieron presentes en el transcurso de estos años de estudio, gracias por todos los conocimientos impartidos a lo largo de mi carrera universitaria.

Edison Adrian Serpa Padilla

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I		1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	PROBLEMA	2
1.3.	OBJETIVOS	3
1.3.1.	Objetivo General	3
1.3.2.	Objetivos Específicos	3
1.4.	HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II		5
2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	La Piscicultura	5
2.2.	Trucha arcoíris	6
2.2.1.	Biología de la trucha arcoíris	7
2.2.2.	Reproducción	8
2.2.3.	Hábitat	9
2.2.4.	Alimentación	10
2.2.5.	Enfermedades de la trucha arcoíris	11
2.2.5.1.	Enfermedades cuasadas por bacterias	12
2.2.5.2.	Enfermedades causadas por virus	13
2.3.	La Saprolegniasis	14
2.3.1.	Ciclo de vida	14
2.3.2.	Hábitat	15
2.3.3.	Sintomatología	15
2.3.4.	Transmisión	15
2.3.5.	Causas	16
2.3.6.	Tratamiento	17
2.4.	La cúrcuma	18
2.4.1.	Taxonomía de la cúrcuma	19
2.4.2.	Composición química	19
2.4.3.	Propiedades	19
2.4.3.1.	Antioxidante	19
2.4.3.2.	Antinflamatoria	20

2.4.3.3.	Inmunoregulador	20
2.4.3.4.	Antimicrobianas	20
2.4.3.5.	Contraindicaciones	21
2.5.	Tomillo	21
2.5.1.	Taxonomía	22
2.5.2.	Composición química	22
2.5.3.	Propiedades	23
2.5.4.	Antioxidante	23
2.5.5.	Antimicrobianas	24
2.5.6.	Antiespasmódica y expectorante	24
2.5.7.	Antiséptica	25
2.5.8.	Inflamatoria	25
2.5.9.	Contraindicaciones	25
CAPÍTULO III		26
3. MARCO METODOLÓGICO		26
3.1.	Ubicación del experimento	26
3.2.	Metodología	26
3.2.1.	Material experimental	26
3.2.2.	Factores en estudio	27
3.2.3.	Tratamientos	27
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico	27
3.2.5.	Manejo de la investigación	27
3.2.6.	Métodos de evaluación	29
3.2.7.	Análisis de datos	30
CAPÍTULO IV		31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1.1.	Afectación de las aletas (AA)	31
4.1.2.	Despigmentación de las aletas (DA)	33
4.1.3.	Prevalencia de saprolegniasis inicial (PSI)	35
4.1.4.	Prevalencia de saprolegniasis a los 5 días (PS5)	37

4.1.5.	Prevalencia de saprolegniasis a los 10 días (PS10)	39
4.1.6.	Prevalencia de saprolegniasis a los 20 días	41
4.1.7.	Efecto de los tratamientos naturales a los 10 días (ETN10)	43
4.1.8.	Efecto de los tratamientos naturales a los 20 días (ETN20)	45
4.1.9.	Porcentaje de morbilidad inicial (PMI)	47
4.1.10.	Porcentaje de morbilidad a los 5 días (PM5)	49
4.1.11.	Porcentaje de morbilidad a los 10 días (PM10)	51
4.1.12.	Porcentaje de morbilidad a los 20 días (PM20)	53
4.1.13.	Porcentaje de mortalidad durante el ensayo (PMPE)	55
4.1.14.	Porcentaje de mortalidad al final del ensayo (PMFE)	57
4.2.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	59
CAPÍTULO V		60
5.1.	CONCLUSIONES	60
5.2. RECOMENDACIONES		62
BIBLIOGRAFÍA		64
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pag.
1.	Valores promedios de la variable afectación de aletas (AA)	31
2.	Valores promedios de la variable despigmentación de las aletas (DA)	33
3.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis inicial (PSI)	35
4.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 5 días (PS5)	37
5.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 10 días (PS10)	39
6.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 20 días (PS20)	41
7.	Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 10 días (ETN10)	43
8.	Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 20 días (ETN20)	45
9.	Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad inicial (PMI)	47
10.	Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 5 días (PM5)	49
11.	Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 10 días (PM10)	51
12.	Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 20 días (PM20)	52
13.	Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad durante el ensayo (PMPE)	55
14.	Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad al final del ensayo (PMFE)	57

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag.
1.	Clasificación taxonómica de la trucha arcoiris	7
2.	Enfermedades bacterianas más comunes en truchas arcoíris	12
3.	Enfermedades causadas por virus en la trucha arcoíris	13
4.	Tratamientos con productos del mercado aplicados en contra de la saprolegniasis	17
5.	Taxonomía de la cúrcuma	19
6.	Taxonomía del tomillo (Thymus vulgaris)	22
7.	Valores promedios de la variable afectación de las aletas (AA)	31
8.	Valores promedios de la variable despogmentación de las aletas (DA)	33
9.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis inicial (PSI)	35
10.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 5 días (PS5)	37
11.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 10 días (PS10)	39
12.	Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 20 días (PS20)	41
13.	Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 10 días (ETN10)	43
14.	Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 20 días (ETN20)	45
15.	Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad inicial (PMI)	47
16.	Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 5 días (PM5)	49
17.	Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 10 días (PM10)	51

18. Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 20 días (PM20) 53
19. Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad durante el ensayo (PMDE) 55
20. Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad al final del ensayo (PMFE) 57

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO Detalle

1. Mapa de ubicación de la investigación
2. Croquis del ensayo
3. Base de datos
4. Evidencia fotografías
5. Formatos de Fichas de recolección de datos
6. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Este estudio aborda la eficacia de los tratamientos con cúrcuma y tomillo para el control de Saprolegniasis en truchas. Los objetivos principales fueron: i) Determinar los intervalos de tiempo del efecto de los tratamientos naturales en el control de la saprolegniasis. ii) Establecer la signología clínica de las alteraciones ocasionadas por la saprolegniasis. iii) Constatar la efectividad de los tratamientos naturales empleados en la trucha arcoíris. Metodología utilizada, diseño experimental con tres tratamientos: cúrcuma, tomillo y un grupo testigo. Los tratamientos se administraron durante un periodo determinado, y posteriormente se evaluó la prevalencia de la enfermedad, la mortalidad y la morbilidad de las truchas mediante un análisis descriptivo. Este análisis permitió describir y resumir las características de los datos recolectados, utilizando medidas de tendencia central y de dispersión, como frecuencias y porcentajes. Los resultados destacan que el T2 (50 Truchas + 200g de macerado cúrcuma en 20l de H_2O) fue el más efectivo, logrando una prevención significativa de saprolegniasis, mientras que T1 (Testigo) y T3 (50 Truchas + 200g de macerado tomillo en 20l de H_2O) no mostraron efectos positivos. La conclusión principal es la formulación del T2, proporcionando una protección prolongada y eficaz contra la saprolegniasis, convirtiéndola en una opción viable para la acuicultura. Se recomienda ampliar los estudios a otras especies acuáticas para evaluar la eficacia de estos resultados, realizando investigaciones a largo plazo para monitorear los efectos de los tratamientos y analizar el impacto ambiental asegurando la sostenibilidad de su aplicación. Finalmente, el T2 demostró ser efectivo, con un 80% de éxito en la prevención de saprolegniasis a los 20 días. Por ello, se recomienda implementar este tratamiento en sistemas de acuicultura, considerando su viabilidad para controlar la enfermedad en truchas arcoíris. Se sugiere realizar estudios de costos para garantizar la sostenibilidad económica de su aplicación.

Palabras clave: Saprolegniasis, trucha arcoíris, cúrcuma, tomillo, tratamientos naturales.

SUMMARY

This study addresses the efficacy of turmeric and thyme treatments for the control of saprolegniasis in trout. The main objectives were: i) To determine the time intervals for the effects of natural treatments in controlling saprolegniasis. ii) To establish the clinical signs of alterations caused by saprolegniasis. iii) To verify the effectiveness of the natural treatments applied to rainbow trout. The methodology used was an experimental design with three treatments: turmeric, thyme, and a control group. The treatments were administered over a determined period, and subsequently, the prevalence of the disease, mortality, and morbidity rates in the trout were evaluated using descriptive analysis. This analysis described and summarized the characteristics of the collected data, employing measures of central tendency and dispersion, such as frequencies and percentages. The results highlight that T2 (50 trout + 200g of macerated turmeric in 20L of H2O) was the most effective, achieving significant prevention of saprolegniasis, whereas T1 (control group) and T3 (50 trout + 200g of macerated thyme in 20L of H2O) showed no positive effects. The main conclusion is that the T2 formulation provides prolonged and effective protection against saprolegniasis, making it a viable option for aquaculture. It is recommended to extend the studies to other aquatic species to evaluate the efficacy of these findings, conducting long-term research to monitor the treatments' effects and analyze their environmental impact to ensure sustainable application. Finally, T2 demonstrated an 80% success rate in preventing saprolegniasis within 20 days. Therefore, this treatment is recommended for implementation in aquaculture systems, considering its feasibility in controlling the disease in rainbow trout. Additionally, cost studies are suggested to ensure the economic sustainability of its application.

Keywords: Saprolegniasis, rainbow trout, turmeric, thyme, natural treatments.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss)* es una especie de pez nativa de América del norte, la misma ha sido introducida en varias partes del mundo, Japón tiene el per cápita más alto de trucha ahumada que corresponde a un PIB de 3800.000 de euros. Su valor radica para la pesca deportiva, acuícola y su facilidad en adaptarse a las zonas altas con climas fríos, por lo que se han desarrollado varios linajes o cepas locales domesticadas y un entrecruzamiento para mejorar la calidad de estos especímenes.

La trucha arcoíris fue introducida al Ecuador en la década de los años veinte, llegando a adaptarse adecuadamente a las condiciones climáticas con las que cuenta nuestro país, el cual es considerando uno de los países con la mayor biodiversidad del mundo que cuenta con una gran variedad climática e hidrográfica que favorece el crecimiento de varias especies. En algunos sectores las truchas no son debidamente desarrolladas porque presentan múltiples problemas, siendo la más común la Saprolegniasis en las producciones acuícolas.

Al ser introducida en el Ecuador ha llegado a climatizarse perfectamente al país, siendo una de las mejores regiones con la que cuenta la Sierra ecuatoriana para que estos especímenes se desarrollen de una manera correcta debido a que posee una gran cantidad de ríos, riachuelos y lagos de agua fría, que ofrecen un clima adecuado para la crianza y comercialización de la truchas arcoíris, entre ellas se encuentra la provincia del Cañar cuenta con características similares mencionadas anteriormente.

Últimamente en varias comunidades de la provincia del Cañar se dedican a la crianza de truchas arcoíris, uno de los problemas para los piscicultores en el desarrollo y crecimiento, de estos especímenes es la presencia de enfermedades como la Saprolegniasis que ocasionan su muerte, por tal motivo se quiere utilizar tratamientos naturales como es la cúrcuma y el tomillo para controlar este hongo.

1.2. PROBLEMA

La Saprolegniasis es un tipo de hongo que afecta a varias fases de cultivo de peces específicamente a los de agua dulce como es el caso de las truchas arcoíris, el mismo que es ocasionado por la mala calidad del agua siendo esta la causa principal, la mayoría de los piscicultores que se dedican a esta labor desconocen la presencia de bacterias y hongos con los que cuentan las trucha arcoíris, esto afecta principalmente en su desarrollo, crecimiento, engorde y causando la muerte de los especímenes en un determinado tiempo, lo que ocasiona grandes pérdidas económicas a los centros de producción.

Por esta razón se quiere probar nuevos tratamientos naturales como la cúrcuma y el tomillo que son plantas de uso común en humanos que poseen un sin número de propiedades, que ayudan a la salud entre estas tenemos las antisépticas, antibióticas, bactericidas y antifúngicas que estas tienen, para combatir al hongo de la Saprolegniasis y así evitar el uso de antifúngicos y antibióticos de origen químico que son utilizados comúnmente, los cuales ocasionan problemas en la salud de los productores y de los consumidores.

Por tal motivo se optó por realizar este proyecto de investigación que tiene como objetivo principal comprobar si el macerado de cúrcuma y tomillo funcionan como fungicidas naturales para controlar la Saprolegniasis en la comunidad de Coyoctor.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Evaluar los tratamientos naturales con cúrcuma y tomillo para el control de Saprolegniasis en trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss)* en la comunidad de Coyoctor.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar los intervalos de tiempo del efecto de los tratamientos naturales en el control de la saprolegniasis.
- Establecer la signología clínica de las alteraciones ocasionadas por la saprolegniasis.
- Constatar la efectividad de los tratamientos naturales empleados en la trucha arcoíris.

1.4. HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de los dos tratamientos naturales utilizados como es la cúrcuma y el tomillo no controla la Saprolegniasis en la trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss).*

Ha: La aplicación de los dos tratamientos naturales utilizados como es la cúrcuma y el tomillo si controla la Saprolegniasis en la trucha arcoíris *(Oncorhynchus mykiss).*

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La Piscicultura

La piscicultura, una de las prácticas económicas más antiguas inicialmente concebida como la cría de peces en estanques, ha evolucionado según la descripción de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), abarcando ahora el cultivo de peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. Ante la proyección de la FAO de una población mundial de aproximadamente 9.600 millones de habitantes para el año 2050, con la consiguiente mayor demanda de alimentos, la acuicultura emerge como una alternativa prometedora para mitigar la escasez alimentaria asociada a este crecimiento poblacional. Esto implica que las granjas dedicadas a la acuicultura se verán compelidas a incrementar aún más su producción (Mora, 2021).

En este sentido la piscicultura se destaca como una de las estrategias más eficaces concebidas por el ser humano para aumentar la disponibilidad de alimentos y se presenta como una novedosa opción para la gestión de los recursos acuáticos. La cría de peces, conocida como piscicultura, representa la rama más avanzada y desarrollada dentro del ámbito de la acuicultura. Los estanques pueden ser construidos en terrenos que no son aptos para la agricultura o la ganadería, siempre y cuando haya un suministro adecuado de agua; además, es posible utilizar campos de cultivo, como los arrozales, para este propósito (Terán, 2019).

Para Troya (2021) en los años noventa del siglo XX, la trucha era poco conocida como fuente de proteínas en Ecuador. Sin embargo, a partir del año 2000, aumentaron los proyectos de inversión en el cultivo de truchas debido a un mejor contexto macroeconómico, precios favorables y cambios en los patrones de consumo alimentario. Esto resultó en un significativo aumento del consumo de trucha. En el año 2006, la producción nacional de trucha arco iris alcanzó casi mil toneladas, con 213 criaderos y una cobertura de cultivo de 58,876 metros cuadrados.

Pichincha lideró la producción, seguida por Azuay, Napo y Tungurahua como provincias clave en términos de producción y número de criaderos.

2.2. Trucha arcoíris

En Ecuador, se lleva a cabo una extensa producción de trucha, particularmente la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss). Esta especie es ampliamente utilizada en actividades acuícolas a nivel mundial debido a su capacidad para adaptarse fácilmente a entornos de agua fría. Hace varias décadas, el Ecuador, aprovechando sus condiciones climáticas y altitudinales, optó por establecer instalaciones de incubación y alevinaje en las provincias de Imbabura, Cotopaxi y Azuay. La introducción de ovas embrionadas de trucha desempeñó un papel fundamental en el repoblamiento de ríos y lagunas en la Región Interandina (Quishpe et al., 2023).

La trucha arcoíris, una especie de la familia Salmonidae, tiene su origen en las costas del Pacífico de América del Norte. Debido a su capacidad para adaptarse fácilmente al cautiverio, ha sido ampliamente introducida en cuerpos de agua fría en diversos países alrededor del mundo. En América del Sur, se puede encontrar en países como Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. El éxito en la cría acuícola de esta especie está influido por varios factores, siendo la calidad del agua y el manejo sanitario aspectos destacados (Portocarrero et al., 2023).

La trucha arcoíris ha ganado reconocimiento como uno de los peces con una distribución global notable, gracias a su destacado rendimiento en la acuicultura y a la conquista de un extenso mercado a nivel mundial, impulsado por su elevado valor nutricional (Vargas, 2023).

A continuación, en la tabla 1 se detalla la clasificación taxonómica de la trucha arcoíris.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de la trucha arcoiris

Reyno	**Animalia**
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Clase	Osteichtia
Subclase	Actinopterygii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Genero	Oncorhynchus
Especie	Oncorhynchus mykiis
Nombre común	Trucha arcoíris

Nota: Adaptado de Vargas, C. (2023).

2.2.1. Biología de la trucha arcoíris

La trucha es reconocida como un consumidor oportunista que diversifica su dieta al alimentarse de una amplia variedad de organismos, que van desde insectos de pequeño tamaño hasta algunas especies de crustáceos. Aquellas truchas que residen en áreas con vegetación ribereña tienden a preferir alimentarse principalmente de insectos terrestres, como hormigas, que caen en la corriente. Por otro lado, cuando habitan en áreas con poca vegetación, suelen recurrir a invertebrados acuáticos, insectos y crustáceos como fuente de alimento. Además, en entornos de mayor extensión, como grandes lagos, adaptan su dieta para incluir invertebrados del zooplancton, caracoles, crustáceos y pequeños peces (Ontiveros, 2022).

La pisicultura se vislumbra como una solución para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos al proporcionar proteínas de alta calidad a costos de producción más bajos. Este sector ha experimentado un crecimiento excepcional en comparación con otros sistemas de producción animal. En consecuencia, las elevadas expectativas con respecto a estos productos alimentarios han impulsado mejoras significativas en aspectos como la bioseguridad, la calidad y la inocuidad.

Se considera que un producto es inocuo cuando no causa ningún perjuicio al consumidor (Monsalve, 2023).

Aunque el cultivo de trucha arcoíris cuenta con condiciones hidrográficas y climáticas favorables para su producción, se enfrenta a diversos obstáculos que limitan su crecimiento significativo. Estas dificultades impiden que pueda contribuir de manera más robusta al aumento de la oferta de proteínas animales destinadas al consumo en Ecuador. Al mismo tiempo, estas barreras también afectan la productividad y competitividad de la cadena productiva asociada a esta actividad, la cual, de superarse, podría generar empleos adicionales (Troya, 2021).

2.2.2. Reproducción

Como es ampliamente reconocido, los machos presentan un tamaño mayor en comparación con las hembras, y durante la fase de reproducción, se produce una deformación sexual. Este tipo de trucha se reproduce de manera anual, y los machos generalmente alcanzan la madurez sexual entre los 16 y 19 meses, en contraste con las hembras que, según nuestra investigación, requieren un período promedio de aproximadamente 2 años para lograr la madurez sexual (Condori, 2022).

La trucha de río lleva a cabo su proceso reproductivo a finales del invierno e inicios de la primavera, específicamente entre los meses de enero y marzo. Durante este período, realiza la puesta de huevos en arroyos poco profundos con lechos de grava y aguas cristalinas, donde la hembra crea nidos distintivos. El crecimiento de la trucha es rápido y está directamente influenciado por la temperatura del agua y la disponibilidad de alimentos. Para determinar el género de los reproductores, se realiza la identificación diferencial, observando características específicas. Los machos exhiben una cabeza alargada con forma triangular, un color más oscuro en comparación con las hembras durante la fase reproductiva, y su mandíbula inferior sobresale. En cambio, las hembras se distinguen por tener una cabeza más redondeada, un cuerpo de aspecto brillante y un abdomen ligeramente más abultado y redondeado (Romero Baquerizo & Vilchez Macuri, 2019).

Es importante destacar que la reproducción de esta especie, al igual que la de los salmónidos, sigue un proceso de reproducción sexual. Ambos sexos, macho y hembra, liberan libremente sus productos sexuales en el agua. Cuando la hembra deposita sus óvulos, estos son alojados en el nicho o nido preparado en el lecho del agua, previamente acondicionado por la hembra. En este entorno preparado, el macho realiza la liberación de su esperma, dando lugar al proceso de fecundación(Condori, 2022).

2.2.3. Hábitat

Según Solís (2016) la preferencia de profundidad de los salmónidos varía según el tamaño de los individuos. Específicamente, las especies de mayor tamaño tienden a favorecer profundidades en el rango de 15 a 35 cm, mientras que aquellas de menor tamaño optan por profundidades entre 6 y 10 cm. Algunos individuos pueden sumergirse en zonas más profundas durante el desove.

Para el Ministerio de agricultura (2021) la trucha arcoíris habita en las aguas frías y limpias de ríos y lagos. Debido a su mayor grado de adaptación a ambientes controlados en comparación con otras especies de salmónidos, se considera que su estabulación es más sencilla. Algunas variedades pueden soportar temperaturas más cálidas y aguas menos turbulentas que la trucha común, mostrando una tolerancia a temperaturas que oscilan entre 0 y 28-30°C. Vive de manera continua en ríos y lagos, pero se encuentra una variante, denominada cabeza de acero ("steelhead"), que realiza migraciones hacia el mar para su crecimiento y alimentación, retornando posteriormente a aguas dulces para llevar a cabo el desove. Estas variedades son criadas en gran medida en países como Chile, Noruega, Dinamarca, entre otros.

La trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) muestra una preferencia por profundidades de al menos 18 cm, velocidades de agua que oscilan entre 11 y 72 cm/s, y un tamaño de grano del sustrato de 0.6 a 10.2 cm. La subespecie Oncorhynchus mykiss nelsoni se encuentra en mayor abundancia en profundidades que van de 30 a 150 cm, particularmente en hábitats de pozas y recodos, mostrando preferencia por sustratos arenosos con un tamaño de grano que varía entre 0.07 y 1.9 mm. El hábitat de estas truchas exhibe una variación estacional e interanual

significativa en términos de fisiografía (profundidad, anchura y pendiente) y niveles de flujo, factores que influyen en la disponibilidad de alimento y, en consecuencia, en el área de actividad de las truchas que lo habitan (Solís, 2016).

2.2.4. Alimentación

En cuanto a la alimentación de la especie Oncorhynchus mykiss, según los estudios realizados por investigadores, destacan la importancia de considerar los nutrientes en la dieta artificial de los peces. Se enfatiza la necesidad de proporcionar la cantidad adecuada de alimento en relación con su tamaño y peso, asegurando así un crecimiento saludable de la trucha. Los autores señalan algunos requisitos esenciales para su desarrollo. En el ámbito de la alimentación artificial de los peces, es crucial tener en cuenta los aspectos nutritivos específicos de la Oncorhynchus mykiss, así como determinar la proporción adecuada y el momento oportuno para la alimentación, con el objetivo de favorecer su crecimiento y desarrollo óptimos (Quishpe et al., 2023).

Las truchas, por naturaleza, actúan como depredadores al capturar y consumir a otros organismos vivos. Su sistema digestivo está especializado en el procesamiento de proteínas de origen animal, y su capacidad para digerir productos vegetales es bastante limitada. Tradicionalmente, las fórmulas utilizadas para alimentar a las truchas de cultivo se han desarrollado en gran medida mediante la aplicación de sentido común y pruebas empíricas. Desde una perspectiva práctica, las fórmulas básicas de ración pueden ser diseñadas, y se reconoce que el alimento más adecuado para las truchas es aquel con un contenido de proteínas de origen animal más elevado, generalmente entre el 45% y el 50% (Guelac, 2023).

Para Condori (2022) esta especie es reconocida como un pez carnívoro, ya que investigaciones han confirmado su capacidad para ingerir completamente su presa. Cuando se desplaza fuera de su área de ubicación o territorio, se alimenta de invertebrados pequeños, así como de peces significativamente más pequeños que él, tanto en el agua como en tierra. Su dieta abarca diversas especies, incluyendo renacuajos, camarones, insectos, crustáceos, gusanos y peces de menor tamaño.

En base a lo expuesto Guelac (2023) sugiere un contenido del 40% de proteína cuando se emplea harina de pescado blanco en la alimentación de la trucha arcoíris. En el caso de esta especie, se ha observado que un nivel del 36% de proteína en la dieta resulta adecuado, siempre y cuando la ingesta de energía sea elevada. Dado que las truchas no aprovechan eficientemente los carbohidratos con propósitos energéticos, se recomienda un 40% de proteína cruda al utilizar un porcentaje elevado de carbohidratos. En situaciones donde la grasa constituye el componente principal de la fuente de energía, solo se requiere un rango de proteína entre el 30% y el 35% para lograr un crecimiento adecuado.

2.2.5. Enfermedades de la trucha arcoíris

Las enfermedades en los cultivos de trucha arcoíris representan una amenaza económica constante para el sector pesquero. El impacto de estas enfermedades puede tener graves consecuencias tanto en la salud y bienestar de los ejemplares en cultivo como en el comercio, resultando en pérdidas significativas al no lograr erradicar los agentes patógenos responsables del problema. En el tratamiento de estas enfermedades, se recurre a diversas sustancias químicas que pueden tener eficacia en varios casos. Sin embargo, existe el riesgo de aumentar la resistencia de las bacterias, lo que podría hacerlas prácticamente inmunes a ciertos tratamientos. Asimismo, se corre el riesgo de que algunos productos utilizados dejen residuos en el músculo de la trucha, lo cual podría resultar en el rechazo del producto durante los controles de calidad previos a su distribución en diferentes mercados (Aliaga, 2020).

Según Heredia & Ochoa (2021) Las enfermedades originadas por virus carecen en su mayoría de cura; en muchos casos, no existen tratamientos específicos, y la medida principal es evitar su propagación. En contraste, las enfermedades provocadas por bacterias o parásitos pueden ser controladas mediante tratamientos adecuados, así como un monitoreo constante de la calidad de los alevines que se desean adquirir. Además, una alimentación apropiada y la aplicación de medidas sanitarias básicas son fundamentales para prevenir enfermedades en los cultivos acuícolas.

2.2.5.1.Enfermedades cuasadas por bacterias

A continuación, en la tabla 2 se describe las enfermedades bacterianas más comunes en truchas arcoíris.

Tabla 2.

Enfermedades bacterianas más comunes en truchas arcoíris

Enfermedad	Descripción	Síntomas	Prevención
Furunculosis	Es una enfermedad bacteriana causada por Aeromonas salmonicida. Esta bacteria afecta a los peces, especialmente a las truchas, y puede tener una fase crónica con un período de incubación de 2-4 días, que en casos más prolongados puede durar semanas	Incluyen la formación de ampollas, aislamiento del pez del grupo, pérdida de apetito, hemorragias en el hígado e inflamación intestinal.	Incluyen el aislamiento de peces enfermos y la aplicación de tratamientos con oxitetraciclina, administrada a razón de 3 g por cada 45 kg de pez durante un período de 10 días.
Enfermedad de la boca roja	Es causada por la bacteria *Yersinia ruckeri* y se transmite por contacto y por el medio acuático. Afecta a los peces, y su presencia se manifiesta por síntomas específicos.	Piel oscura, pérdida de apetito y letargo. En la fase aguda, se presentan hemorragias en la boca, vientre y aletas.	Se recomienda realizar monitoreos frecuentes y aplicar tratamientos con oxitetraciclina durante 10 días.
Enfermedad columnar	Es causada por la bacteria Flexibacter columnaris, que presenta cepas de alta y baja virulencia. La cepa de alta virulencia afecta el tejido branquial, mientras que la de baja virulencia causa infecciones cutáneas.	Incluyen zonas grises en la aleta dorsal que aumentan de tamaño, exponiendo el tejido muscular, y erupciones de tonalidad amarilla en la cabeza y boca.	Se sugiere aislar a los peces en otros estanques y aplicar tratamientos con oxitetraciclina en el alimento, utilizando 4 g por cada 45 kg de pez.

Nota: adaptado de: Heredia, Y., & Ochoa, L. (2021).

2.2.5.2.Enfermedades causadas por virus

Tabla 3.

Enfermedades causadas por virus en la trucha arcoíris

Enfermedad	Descripción	Síntomas	Prevención
Necrosis pancreática infecciosa (NPI)	La NPI es una enfermedad viral que afecta a los peces, con un periodo de incubación variable según la temperatura. Se propaga a través de peces portadores que liberan el virus en la orina, huevos y semen.	Los peces afectados muestran síntomas como nado lento, comportamiento en espiral y la presencia de mucosidad lechosa en el estómago.	Para prevenir la propagación, se recomienda evitar peces silvestres y sacrificar aquellos que presenten síntomas.
Necrosis hematopoyética infecciosa	Causada por el rhabdovirus (IHNV), la IHN es una enfermedad viral que se transmite entre peces y de progenitores a descendientes.	Los síntomas incluyen oscurecimiento del cuerpo, nado errático, distensión abdominal y hemorragias. Se presenta principalmente en alevines y juveniles, con una mortalidad del 100%.	No hay tratamiento específico; la erradicación se logra mediante la remoción de peces infectados.
Septicemia hemorrágica viral (VHS)	Causada por rhabdovirus (VHSV), la VHS afecta a juveniles a temperaturas por debajo de 14 °C. Tiene fases agudas y crónicas.	Incluyen melanosis, exoftalmia, hemorragias y mortalidad elevada.	No hay tratamiento específico; la prevención se basa en la remoción de peces afectados para controlar la propagación de la enfermedad.

Nota: adaptado de: Heredia, Y., & Ochoa, L. (2021).

2.3. La Saprolegniasis

La saprolegniasis es una afección causada por Saprolegnia spp., un pseudo-hongo que pertenece a la clase Oomycetes, también denominados hongos de agua. Se estima que Saprolegnia spp. ocasiona alrededor del 10% de las pérdidas económicas en instalaciones de acuicultura, principalmente en entornos de agua dulce o sistemas estuarinos. En situaciones críticas, estas pérdidas pueden llegar hasta un 50%, comparándose con problemas como el piojo de mar y enfermedades bacterianas (Nilo, 2022).

Según Nuñez et al., (2022) la Saprolegniosis, una enfermedad oportunista, impacta a los peces de agua dulce en todas las fases de su desarrollo, generando lesiones algodonosas multifocales debido a la proliferación de hifas en la piel y las branquias. Sin embargo, en casos más severos, las infecciones pueden extenderse a órganos internos como el intestino y el estómago.

2.3.1. Ciclo de vida

El ciclo de vida de la Saprolegnia parasítica consta de dos etapas, una sexual y otra asexual (Matthews, 2019).

En la fase sexual, se produce la formación de dos gametangios, el anteridio y el oogonio, esenciales para la fertilización, que da lugar a las oosporas. Estas oosporas germinarán y darán origen al micelio. En la fase asexual, las hifas experimentan modificaciones, dando lugar a la formación de zoosporangios separados por septos.

En estos zoosporangios, se desarrollan las zoosporas primarias que son liberadas. Gracias a la presencia de flagelos, estas zoosporas pueden moverse libremente, enquistarse y formar quistes primarios. A partir de estos, se generan las zoosporas secundarias, que, al formar quistes secundarios, tienen la capacidad de germinar y originar nuevas hifas o zoosporas mediante un fenómeno conocido como poliplanetismo (Cabrera & Veloz, 2022).

2.3.2. Hábitat

La presencia de Saprolegnia se extiende a nivel global, siendo un organismo ubicuo capaz de adaptarse a diversas condiciones en ambientes de agua dulce. Aunque algunas especies son tolerantes a ciertos niveles de salinidad, se pueden encontrar en entornos salobres de estuarios, siempre que la concentración de sal sea inferior al 2.8%. Además, se ha identificado la presencia de Saprolegnia en entornos terrestres húmedos, donde actúan como saprofitos o parasitoides, alimentándose de células muertas o parasitando peces (Arcia & González, 2019).

2.3.3. Sintomatología

Los signos clínicos distintivos incluyen la manifestación de una capa algodonosa de tonalidad blanco-grisácea en la epidermis del pez afectado. Esta cobertura puede extenderse significativamente, cubriendo hasta un 80% de la superficie total del individuo, llegando a invadir tejidos musculares, branquias y órganos internos. Este proceso ocasiona trastornos en la osmorregulación, problemas respiratorios y eventualmente desencadena un fallo multisistémico en las fases avanzadas de la enfermedad (Nilo, 2022).

Para Arcia & González (2019) al entrar las bacterias o parásitos a la herida, estos mantienen el tejido expuesto a la hifa de Saprolegnia, fijándose en el organismo y posteriormente las hifas se propagan rápidamente a los tejidos saludables. Obtienen su alimento en el momento que las hifas sueltan enzimas digestivas y absorben los nutrientes resultantes, propagándose así esta enfermedad en los peces.

2.3.4. Transmisión

La saprolegniosis puede difundirse de diversas maneras, la fuente de infección puede encontrarse en peces infectados, ya sean de origen silvestre o cultivados en piscifactorías, así como en huevos infectados, suministro de agua, vehículos de transporte de peces, alimentos, personal y equipos utilizados en la manipulación de los peces. La infección generalmente ocurre a través de la piel. Durante la infección, las hifas de S. parasítica penetran en el tejido cutáneo, se extienden por la superficie

del pez y alcanzan el músculo subcutáneo, pudiendo acceder a los vasos sanguíneos y formar trombos en ellos (Gonzáles, 2017).

Según Cabrera & Veloz (2022) mencionan que la Saprolegnia parasítica, reconocida como una de las pocas especies patógenas dentro del género, se transmite a los peces principalmente a través de la piel, aunque también se ha observado la posibilidad de contagio a través de los canales digestivos en juveniles de salmónidos. La colonización de las zoosporas secundarias inicia en los huevos muertos, propagándose radialmente hacia los huevos vivos (Nilo, 2022).

La invasión del micelio a través del tejido cutáneo del pez resulta en la ruptura de los tejidos. Con la progresión de la infección a lo largo de la superficie del pez, se produce hemodilución, lo que reduce los niveles de proteínas séricas y afecta el equilibrio osmótico. En las etapas finales, el fallo en la osmorregulación, el fallo respiratorio (si la infección se localiza en las branquias) y, en raras ocasiones, el fallo multiorgánico lleva a la muerte del pez (Gonzáles, 2017).

2.3.5. Causas

Según Gonzáles (2017) menciona que la presencia de infecciones bacterianas o parasitosis previas, que provocan daños en el tegumento del hospedador, es una de las causas que favorece la infección por Saprolegnia spp. en los peces.

El estrés ambiental al que se ven expuestos los hospedadores es otro factor predisponente importante a considerar. Una baja calidad del agua, asociada a un aumento en la materia orgánica, puede propiciar la aparición de la saprolegniosis. Además, densidades elevadas de peces en estanques y comportamientos agresivos entre ellos pueden aumentar la incidencia de lesiones en el tegumento. La combinación de estos factores estresantes conduce a un incremento en los niveles circulantes de corticoesteroides en los peces, lo que aumenta su susceptibilidad a la infección (Gonzáles, 2017).

2.3.6. Tratamiento

El uso extensivo de numerosos productos en la prevención y tratamiento de la saprolegniosis plantea desafíos significativos desde la perspectiva medioambiental en la industria acuícola. La aplicación en grandes cantidades de estas sustancias tiene un impacto considerable en los ecosistemas acuáticos. Este impacto se ve agravado en algunos casos por la posible presencia de residuos en los tejidos de los peces, lo que podría representar riesgos para la salud del consumidor. Además, es importante señalar que ninguno de estos compuestos químicos ha demostrado ser completamente satisfactorio, ya que no garantizan una protección adecuada después del período de cría (Gonzáles, 2017).

En la tabla 4 se realiza la descripción de los tratamientos con productos más efectivos y aplicados en contra de la saprolegniasis:

Tabla 4.

Tratamientos con productos del mercado aplicados en contra de la saprolegniasis

Producto	Función
Metileno Azul	Un antiséptico con eficacia limitada, empleado como medida preventiva a una concentración de 1 gota por litro de agua.
Formol al 30%-40%	Su aplicación está restringida debido a su toxicidad; generalmente se utiliza en baños de inmersión con una dosis de 2 ml por litro de agua durante 5 minutos.
Sal común	Utilizada en baños a una dosis de 10 gramos por litro de agua durante 5 minutos.
Nistatina	Un antimicótico de uso humano, con una dosis recomendada de 100,000 U.I por 20 litros de agua.
Ketoconazol	También de uso humano, con una dosis de 200 mg por 30 litros de agua o en baños de inmersión a una concentración de 50 mg por litro durante 5 a 10 minutos.
Malaquita verde:	Su aplicación se encuentra limitada debido a que es un agente teratógeno perjudicial para la salud pública.

Adaptado de: Cabrera, R., & Veloz, P. (2022).

En conclusión, la saprolegniasis representa una preocupación significativa en la acuicultura de truchas arcoíris, ya que puede causar pérdidas económicas considerables. En última instancia, la gestión exitosa de la saprolegniasis en truchas arcoíris requiere un enfoque integral que considere factores ambientales, prácticas de manejo adecuadas y el uso responsable de tratamientos antifúngicos. La colaboración con profesionales en acuicultura y veterinarios especializados es esencial para diseñar estrategias efectivas y sostenibles para prevenir y tratar esta enfermedad en los cultivos de truchas arcoíris.

2.4. La cúrcuma

La cúrcuma tiene sus raíces en la región sur de Asia. En la actualidad, se cultiva extensamente en Asia y en ciertas áreas de África, siendo India uno de los principales países productores de esta planta, con un énfasis particular en regiones como Punjab, West Bengal, Maharashtra, Karnataka, Tamil Nadu y Kerala (Esparza, 2021).

La curcuma longa linn pertenece a la familia de Zingiberaceae, deriva del árabigo antiguo kurkum, conocida como azafrán asiático ya que su peculiar color se parece al oro (Aztatzi et al., 2020).

Según Omonte (2022) menciona que la composición de la cúrcuma incluye un conjunto de compuestos fenólicos, conocidos como curcuminoides, que se encuentran en el rizoma. Entre ellos, la curcumina destaca como el principal compuesto fenólico investigado. La curcumina, junto con otros dos curcuminoides (demetoxicurcumina, bisdemetoxicurcumina), forma el complejo azafrán indio. Este complejo es una sustancia de bajo peso molecular (369,37 g/mol), con un punto de fusión de 183 °C. Presenta un color amarillo en un medio ácido (pH: 2,5-7) y rojo en un medio básico (pH: > 7). Además, es soluble en solventes orgánicos como dimetilsulfóxido, etanol, metanol, hexano y acetona.

2.4.1. Taxonomía de la cúrcuma

Tabla 5

Taxonomía de la cúrcuma

Clasificación taxonómica	
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Zingiberales
Familia	Zingiberaceae
Género	Cúrcuma
Especie	C. longa

Nota: Adaptado de: Aztatzi, L., Granado, S., Juaqrez, M., & Ocaranza, E. (2020).

2.4.2. Composición química

Entre los compuestos fitoquímicos encontrados en la cúrcuma, se destacan los curcuminoides, que son compuestos estructurados por dos anillos aromáticos conectados por una cadena alifática. Además de estos, se encuentran terpenoides (constituyentes principales del aceite), flavonoides, ácidos orgánicos y fenoles (Esparza, 2021).

2.4.3. Propiedades

2.4.3.1. Antioxidante

Entre la variedad de especias existentes, la cúrcuma destaca por sus propiedades funcionales, como su actividad antiinflamatoria y anticancerígena, lo que la convierte en una incorporación beneficiosa para la salud en la dieta. La cúrcuma se distingue por su significativo contenido de antioxidantes, siendo la curcumina el principal de ellos. Esto confiere a la cúrcuma una notable capacidad antioxidante, contribuyendo así a la protección celular contra los daños ocasionados por los radicales libres generados en el medio intracelular (Esparza, 2021).

2.4.3.2.Antinflamatoria

Es altamente efectiva para alterar las respuestas proinflamatorias debido a su capacidad para regular citocinas y sus vías de señalización (41). Puede dirigirse a diversos mediadores inflamatorios, como la ciclooxigenasa-2, la óxido nítrico sintasa inducible y el factor nuclear κB (NF-κB), lo que resulta en una significativa disminución en la liberación de citoquinas proinflamatorias y profibróticas, mejorando así la toxicidad tisular (Ríos & Sepúlveda, 2023).

2.4.3.3.Inmunoregulador

Como regulador del sistema inmunológico, muestra notables propiedades al influir en la expresión de citocinas, factores de transcripción y diversas células, entre las que se incluyen linfocitos T, linfocitos B, macrófagos y células dendríticas. Además, afecta las inmunoglobulinas IgG, IgA e IgA secretora (Ríos & Sepúlveda, 2023).

2.4.3.4.Antimicrobianas

Se ha observado que la cúrcuma tiene propiedades antimicrobianas, lo que significa que puede ayudar a combatir ciertos tipos de microorganismos, como bacterias y hongos. Diversas investigaciones en animales han evidenciado sus efectos anticancerígenos, logrando reducir el crecimiento de tumores y mitigar problemas secundarios asociados al cáncer, como el insomnio y la fatiga. Además, destaca su eficacia antimicrobiana frente al desarrollo de bacterias patógenas como Salmonella y E. coli, así como contra virus y hongos como Candida albicans, Candida kruseii y Candida parasilosis (Negrete & Secaira, 2016).

2.4.3.5.Contraindicaciones

Según Ríos & Sepúlveda (2023) mencionan que aunque la cúrcuma generalmente se considera segura para el consumo humano, se destacan posibles efectos no deseados, como boca seca, flatulencias e irritación gástrica, según reportes de la Unión Europea. Además, algunos estudios han señalado eventos adversos como fiebre leve, infección de garganta, síntomas gastrointestinales, pérdida de cabello,

taquicardia, hipertensión y enrojecimiento de la lengua, siendo más común la dermatitis por contacto. También se ha documentado un caso clínico de eritema multiforme relacionado con su consumo.

2.5. Tomillo

El término genérico "Thymus" proviene del griego "thymon" y "thymos", términos asociados con estas plantas. Su origen probablemente se derive de "thyein", que significa olor o aroma, haciendo referencia a una característica distintiva de estas especies (Maldonado & Rico, 2023).

El tomillo es una planta que se origina en el sur de Europa y en países del Mediterráneo, extendiéndose globalmente debido a sus propiedades aromáticas, medicinales y su uso como especia. En tiempos antiguos, el tomillo era empleado en la producción de bálsamos perfumados, para embalsamar y con propósitos medicinales (Salinas, 2023).

Para Maldonado & Rico (2023) el tomillo es una planta que combina belleza, sabor agradable y fragancia, y gracias a su composición química, se puede emplear con propósitos terapéuticos. Esta hierba proviene de un arbusto perenne y leñoso que suele crecer de forma silvestre en condiciones soleadas. No requiere grandes cantidades de agua para su supervivencia y puede resistir periodos prolongados de sequía, además de ser resistente a tormentas eléctricas o caídas de granizo.

2.5.1. Taxonomía

Tabla 6

Taxonomía del tomillo (Thymus vulgaris)

Clasificación Taxonómica			
Reino	Plantae	**Orden**	Lamiales
Superdivisión	Embryophyta	**Familia**	Lamiaceae
División	Tracheophyta	**Género**	Thymus L.
Clase	Magnoliopsida	**Especie**	Thymus Vulgaris L.

Nota: Adaptado de: Salinas, J. (2023).

2.5.2. Composición química

Para Salinas (2023) el tomillo se caracteriza por la presencia de aceite esencial volátil y polifenoles no volátiles, que constituyen las dos clases principales de productos secundarios. La composición química está influenciada por factores intrínsecos y extrínsecos, como el manejo del cultivo, las condiciones ambientales y la región de producción. En general, los aceites esenciales están dominados por monoterpenos, siendo el timol su representante principal, junto con sesquiterpenos, donde el β-cariofileno es el de mayor relevancia.

El tomillo contiene aceites esenciales, siendo los principales el timol (20-55%), p-cimeno (14-45%), carvacrol (1-10%), gamma-terpina (5-10%), borneol (8%) y linalol (8%). También se compone de flavonoides como luteolina, apigenina, naringenina, eriodictol, cirsilineol, salvigenina, cirsimaritina, timonina y timusina, así como ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico, entre los que se encuentran el ácido cafeico y rosmarínico (0.15-1.35%). Otros componentes presentes son triterpenos como el ácido ursólico (1.9%) y ácido oleanólico (0.6%), saponinas y taninos. Destacan como principales constituyentes el timol, para-cimeno y γ-terpineno (Maldonado & Rico, 2023).

2.5.3. Propiedades

El tomillo ha sido reconocido por sus propiedades antisépticas, antimicrobianas, medicinales, astringentes, carminativas, desinfectantes y tónicas. Se ha demostrado que es eficaz en el tratamiento de diversas infecciones e infestaciones intestinales, incluyendo anquilostomas y bacterias grampositivas y gramnegativas. Su componente activo, el timol, muestra actividad contra bacterias cocoides. Además, el tomillo puede beneficiar la función hepática y actuar como estimulante del apetito. Asimismo, se utiliza en el tratamiento de infecciones del tubo cartilaginoso, así como infecciones bronquiales y urinarias (Maldonado & Rico, 2023).

2.5.4. Antioxidante

Un antioxidante se define como una molécula capaz de prevenir la oxidación de diversas sustancias. La oxidación es un proceso químico que implica la

transferencia de electrones o hidrógeno de una sustancia a un agente oxidante. Este proceso genera radicales libres, los cuales desencadenan reacciones en cadena. Cuando estas reacciones tienen lugar en una célula, pueden provocar daño o incluso la muerte celular. Los antioxidantes intervienen deteniendo estas reacciones en cadena, al eliminar los intermediarios de radicales libres e inhibir diversas reacciones de oxidación. Las partes frondosas de Thymus vulgaris, así como su aceite esencial, han sido utilizadas en alimentos para aportar sabor, aroma y conservación, además de tener aplicaciones en la medicina tradicional. Distintas investigaciones han abordado los componentes del aceite esencial de Thymus vulgaris y sus efectos protectores frente al estrés oxidativo inducido por aflatoxinas (Maldonado & Rico, 2023).

2.5.5. Antimicrobianas

El tomillo se emplea eficazmente en el tratamiento de afecciones como la laringitis e inflamación. Gracias al timol, su principal componente en el aceite volátil, presenta actividad contra bacterias cóccidas. Asimismo, se utiliza para abordar problemas cutáneos como piel grasa, ciática, acné, dermatitis y picaduras de insectos. En aromaterapia, se aprovechan diferentes tipos de tomillo, como el timol, conocido como "aceite de tomillo rojo", y el tipo linalol, apreciado por su acción suave y propiedades antivirales. También se emplea un producto más suave, el "aceite de tomillo blanco", especialmente indicado para la piel. Aplicado en la piel, el tomillo proporciona alivio en mordeduras, picaduras, neuralgias y dolores reumáticos (Maldonado & Rico, 2023).

Para Espinoza & Moran (2022) el aceite esencial demuestra actividad frente a C. Diphtheriae, E. coli, S. Typhi, S. Pneumoniae y S. Pyogenes. Asimismo, exhibe propiedades fungistáticas y fungicidas contra M. Canis y M. gypseum, y presenta actividad antifúngica contra hongos fitopatógenos. Además, actúa como expectorante, fluidificando los líquidos, y posee propiedades antihelmínticas y antitusivas, relajando el músculo liso bronquial. También se destaca por su efecto antiséptico, utilizado en infusiones para problemas bucales. A nivel digestivo, funciona como estimulante del apetito, antiespasmódico y carminativo. En aplicaciones tópicas, se emplea en la cicatrización de heridas, tratamientos para el

reumatismo, eczema, quemaduras, soriasis y tineas, favoreciendo el aumento del flujo sanguíneo en la zona afectada.

2.5.6. Antiespasmódica y expectorante

El tomillo se utiliza para aliviar los síntomas de la gripe y el resfriado, ya que muestra una acción espasmolítica en las vías respiratorias y actúa como relajante en el músculo liso bronquial, justificándose su uso como antitusivo. Además, presenta propiedades expectorantes, ya que su aceite esencial favorece la fluidificación de las secreciones bronquiales, facilitando su eliminación (Espinoza & Moran, 2022).

2.5.7. Antiséptica

Tiene efectos contra las infecciones microbianas y evita su desarrollo. Cuando se utiliza en compresas, puede proporcionar alivio en situaciones como contusiones, hematomas, dolor de muelas y molestias asociadas con problemas reumáticos. Asimismo, en baños locales o completos, puede contribuir a reducir ciertos tipos de dolor o inflamaciones (Espinoza & Moran, 2022).

2.5.8. Inflamatoria

Cuando se aplica tópicamente, el aceite esencial actúa como rubefaciente y contribuye a los procesos antiinflamatorios. Esencialmente, el carvacrol inhibe la biosíntesis de prostaglandinas, bloqueando de esta manera el proceso inflamatorio. Por esta razón, el aceite esencial se utiliza como componente en productos comerciales destinados al tratamiento de dolencias musculares y osteoarticulares (Espinoza & Moran, 2022).

2.5.9. Contraindicaciones

Es recomendable abstenerse de utilizar el aceite esencial puro o sus componentes aislados debido a su alta toxicidad, que puede causar hiperemia e inflamación severa. En dosis elevadas por vía oral, estos componentes pueden provocar convulsiones. Además, se aconseja evitar su consumo durante el embarazo y la lactancia (Espinoza & Moran, 2022).

Para Mejía (2022) no se han reportado interacciones medicamentosas ni reacciones adversas a las dosis terapéuticas recomendadas. Sin embargo, es importante señalar que en dosis elevadas, tratamientos prolongados o en individuos particularmente sensibles, podrían manifestarse reacciones alérgicas de tipo dermatológico, como dermatitis por contacto.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del experimento

Localización de la investigación

Esta investigación se realizo en la provincia del Cañar, cantón el Tambo ubicado en el sector la Condesa, perteneciente a la comunidad de Coyoctor.

Situación geográfica y edafoclimática

Parámetros	Localidad
Latitud	2°33′0″S
Longitud	78°55′0″W
Altitud	3,081 msnm
Temperatura máxima	12°C
Temperatura mínima	10°C
Temperatura media	8°C – 10°C
Humedad relativa	87%

- **Zona de vida**

De acuerdo con la sistematización de zonas de vida publicados por Leslie Holdridge, el cantón el Tambo corresponde a la formación Bosque Seco Montano bajo esta zona de vida puede alcanzar las 814.405 Has.

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

- 150 Truchas arcoíris juveniles
- Cúrcuma
- Tomillo

3.2.2. Factores en estudio

Factor A:

A_1: Truchas arcoíris

Factor B:

B_1: Macerado de cúrcuma

B_2: Macerado de tomillo

3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	50 Truchas (Testigo)
T2	A1B2	50 Truchas + 200g de macerado cúrcuma en 20l de H_2O
T3	A1B3	50 Truchas + 200g de macerado tomillo en 20l de H_2O

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

En el desarrollo de esta investigación, se empleo la estadística descriptiva para analizar detalladamente los datos recopilados.

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Diagnostico por observación directa**

Se identificó en el lugar del experimento la presencia de la superficie corporal de los especímenes, con una consistencia rugosa, blanquecina, y descamación, especialmente en la cola, aletas y branquias de las truchas.

- **Diagnostico por aislamiento de Saprolegniasis**

Se realizó la toma de una muestra mediante un raspado con la ayuda de un bisturí e hisopo estéril de las zonas afectadas para enviarla al laboratorio.

- **Manejo del tratamiento a base del macerado de cúrcuma**

La cúrcuma se obtuvo de un lugar específico. Al momento de su utilización, se procedió a retirar sus impurezas para mayor facilidad al momento de macerar. Se utilizó un mortero y un pistilo, activando el compuesto biológico que ayudó para el control de Saprolegniasis. Una vez realizado este proceso, se homogenizó en 20 litros de agua de estanque, colocándose en la tina plástica (T2: 200g de macerado de cúrcuma en 20L/agua de estanque). Luego, se sumergieron los especímenes en el baño de inmersión por un tiempo de 5 minutos. Al finalizar, el agua con el tratamiento se colocó en el estanque.

- **Manejo del tratamiento a base del macerado de tomillo**

El tomillo se obtuvo de un lugar específico. Al momento de su utilización, se procedió a retirar sus impurezas para mayor facilidad al momento de macerar. Se utilizó un mortero y un pistilo, activando el compuesto biológico que ayudó para el control de Saprolegniasis. Una vez realizado este proceso, se homogenizó en 20 litros de agua de estanque, colocándose en la tina plástica (T3: 200g de macerado de tomillo en 20L/agua de estanque). Luego, se sumergieron los especímenes en un baño de inmersión por un tiempo de 5 minutos. Al finalizar, el agua con el tratamiento se colocó en el estanque.

- **Preparación y distribución de las truchas arcoiris**

Se adquirió un total de 150 especímenes, las mismas fueron colocadas y distribuidas en diferentes estanques con 50 especies cada uno, con un correcto ingreso y salida de agua, lo cual ayudó a que no se mezclaran los tratamientos aplicados durante el proyecto de investigación. Además, facilitó el manejo diario de los especímenes al momento de realizar los baños de inmersión, procurando evitar posibles causas de estrés y maltrato, utilizando redes de captura al momento de colocarlas en las tinas plásticas. Los dos tratamientos naturales fueron aplicados por 20 días consecutivos en una hora determinada, antes de brindarles su primera alimentación. Los registros de los datos se recolectaron en ese momento.

3.2.6. Métodos de evaluación

- **Prevalencia de la enfermedad (PE)**

En esta variable se procedió a examinar individualmente a las truchas de los tratamientos a aplicar, registrando aquellos que presentaron despigmentación, manchas blanquecinas de tipo algodonoso, descamación y afectación de las aletas. Esto se evaluó en 4 intervalos de tiempo al inicio a los 5, 10 y 20 días, durante la fase del experimento y se registró cuando el cultivo micológico fue positivo.

- **Efecto de la cúrcuma (EC)**

Para saber el efecto que poseía el macerado de cúrcuma para el control de Saprolegniasis, se ejecutó un registro de todas las truchas sanas a lo largo de esta etapa de investigación.

- **Efecto del tomillo (ET)**

Para saber el efecto que poseía el macerado de tomillo para el control de Saprolegniasis, se ejecutó un registro de todas las truchas sanas a lo largo de esta etapa de investigación.

- **Porcentaje de morbilidad (PMOB)**

En esta variable se realizó un cálculo del incremento o de la disminución del número de contagios de las truchas de los tratamientos aplicados, esto durante 4 periodos de tiempo, al inicio a los 5, 10 y 20 días, así se determinó el progreso de la infestación a lo largo de toda la fase experimental.

- **Porcentaje de mortalidad (PMORT)**

En esta variable se realizó un registro del número de decesos de las truchas que fueron sometidas a los tratamientos, esto durante 3 periodos de tiempo y se observó el número de muertes a lo largo de toda la fase experimental.

3.2.7. Análisis de datos

El tipo de análisis utilizado en este estudio es el análisis descriptivo. Este tipo de análisis se enfoca en describir y resumir las características de un conjunto de datos sin inferir conclusiones más allá de los datos observados. Se emplearon medidas estadísticas básicas para proporcionar una visión general de los resultados.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Afectación de las aletas (AA)

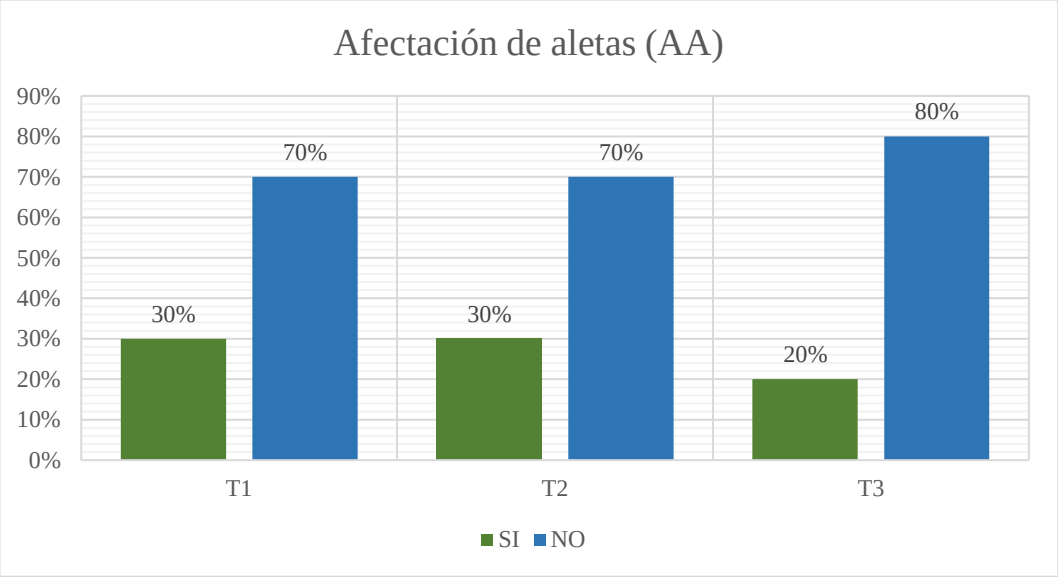
Tabla 7

Valores promedios de la variable afectación de las aletas (AA)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	15	30%
	NO	35	70%
T2	SI	15	30%
	NO	35	70%
T3	SI	10	20%
	NO	40	80%

Figura 1

Valores promedios de la variable afectación de aletas (AA)



Los datos obtenidos muestran que en el T1, el 30% de las truchas presentaron afectación de las aletas, mientras que el 70% no presentaron ningún signo de afectación. De manera similar, en el T2, el 30% de las truchas fueron afectadas, y el 70% no presentaron afectación. Sin embargo, en el T3, solo el 20% de las truchas mostraron signos de afectación, y un notable 80% no presentaron afectación.

El T3, que presenta el menor porcentaje de afectación (20%), este resultado apunta que la intervención correspondiente a este tratamiento es más eficaz en la prevención de la afectación de las aletas en las truchas arcoíris. La consistencia de los resultados entre T1 y T2 (30% de afectación) indica que ambos tratamientos tienen una efectividad similar. La diferencia en la efectividad de T3 puede ser atribuida a una variación en la composición o concentración del tratamiento aplicado.

La menor afectación observada en T3 podría deberse a una mayor concentración de compuestos activos en el tratamiento, una mejor absorción de los mismos, o a una interacción sinérgica más efectiva entre los componentes del tratamiento. Además, es posible que el método de aplicación en T3 fuera más eficiente, asegurando una mayor cobertura y protección contra la afectación de las aletas.

Al comparar estos resultados con estudios previos, se observa una tendencia similar donde tratamientos con altas concentraciones de compuestos naturales, como la cúrcuma y el tomillo, muestran una mayor eficacia en la prevención de infecciones y afectaciones en peces. Estudios como el de Dávalos (2024) sobre el uso de cúrcuma han demostrado su potencial antioxidante y antimicrobiano, lo cual podría explicar la mayor protección observada en el tratamiento T3.

4.1.2. Despigmentación de las aletas (DA)

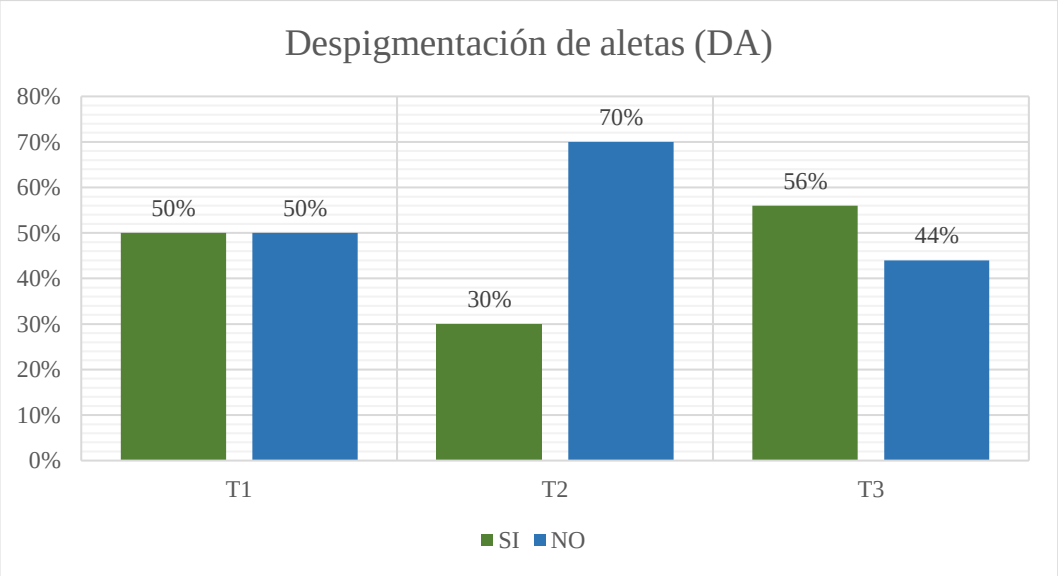
Tabla 8

Valores promedios de la variable despigmentación de las aletas (DA)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	25	50%
	NO	25	50%
T2	SI	15	30%
	NO	35	70%
T3	SI	28	56%
	NO	22	44%

Figura 2

Valores promedios de la variable despigmentación de las aletas (DA)



Los datos muestran que en el tratamiento T1, el 50% de las truchas presentaron despigmentación de las aletas, mientras que el otro 50% no mostró ninguna afectación. En el tratamiento T2, solo el 30% de las truchas presentaron despigmentación, con un 70% de las truchas no afectadas. En contraste, en el

tratamiento T3, el 56% de las truchas presentaron despigmentación, mientras que el 44% no mostraron signos de despigmentación.

Los resultados indican que el tratamiento T2 es el más efectivo en la prevención de la despigmentación de las aletas, con solo un 30% de truchas afectadas. Esto contrasta con los tratamientos T1 y T3, donde la despigmentación afecta a un 50% y 56% de las truchas, respectivamente. La variabilidad en los resultados sugiere diferencias en la eficacia de cada tratamiento en cuanto a la prevención de la despigmentación.

La menor despigmentación observada en T2 podría deberse a la naturaleza de los compuestos utilizados en este tratamiento, que quizás posean propiedades más fuertes o específicas contra los factores que causan la despigmentación. Alternativamente, la forma en que los compuestos son absorbidos o metabolizados por las truchas en T2 podría ser más eficiente en comparación con T1 y T3, resultando en una mejor protección.

Comparando estos resultados con otros estudios, es posible que tratamientos que incluyan cúrcuma y tomillo en diferentes concentraciones hayan mostrado variaciones similares en la eficacia. La cúrcuma ha sido reportada por sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que puede ayudar a prevenir daños y despigmentación en las aletas Florez & Roldán (2021). Los estudios que utilizan extractos de tomillo también han demostrado su potencial en la mejora de la salud de los peces, lo que respalda los hallazgos en T2.

4.1.3. Prevalencia de saprolegniasis inicial (PSI)

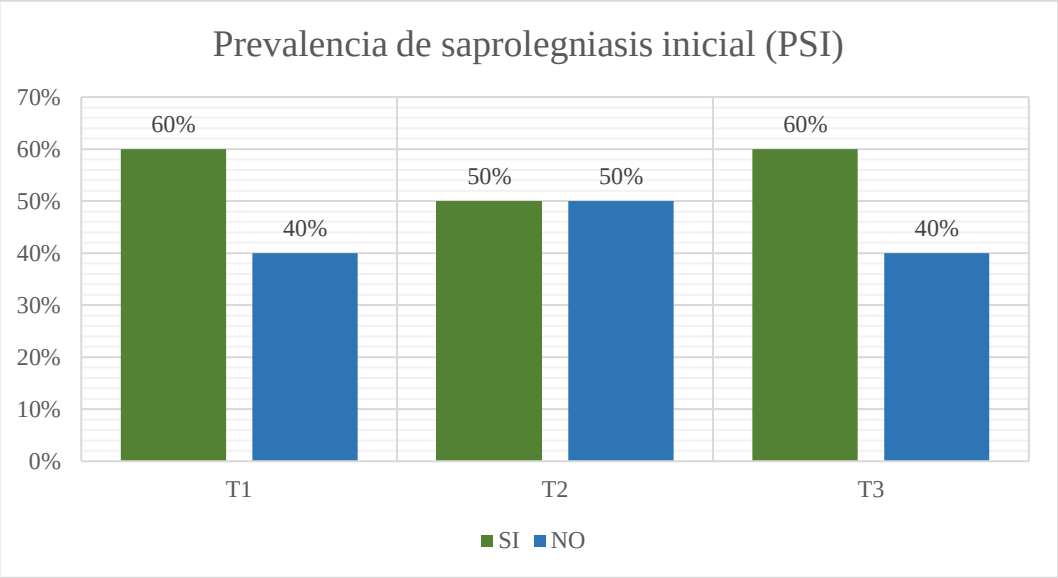
Tabla 9

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis inicial (PSI)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	30	60%
	NO	20	40%
T2	SI	25	50%
	NO	25	50%
T3	SI	30	60%
	NO	20	40%

Figura 3

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis inicial (PSI)



Los datos muestran que en el T1, el 60% de las truchas presentaron saprolegniasis inicial, mientras que el 40% no mostraron afectación. En el T2, el 50% de las truchas presentaron la enfermedad y el otro 50% no fue afectado. En el T3, al igual que en T1, el 60% de las truchas mostraron signos de saprolegniasis, con un 40% sin afectación.

El T2 muestra una menor prevalencia de saprolegniasis inicial (50%) en comparación con T1 y T3, ambos con un 60% de prevalencia. Esto indica que el T2 puede ser más efectivo en la prevención de la saprolegniasis en su etapa inicial. La similitud en los resultados de T1 y T3 sugiere que estos tratamientos tienen una efectividad similar en la prevención de la enfermedad.

La menor prevalencia observada en T2 podría deberse a la composición específica de los suplementos alimenticios utilizados en este tratamiento, que quizás incluyan compuestos más efectivos para combatir la saprolegniasis. Las propiedades antimicrobianas y antioxidantes de los ingredientes naturales podrían estar jugando un papel crucial en la reducción de la incidencia de la enfermedad.

Se observa que las dietas enriquecidas con ciertos compuestos naturales, como extractos de plantas con propiedades medicinales, han demostrado ser efectivas en la reducción de la incidencia de enfermedades en peces. Investigaciones como la de Velez & Eleonel (2023) sobre el uso de cúrcuma y tomillo han mostrado efectos positivos en la salud de los peces, ayudando a prevenir infecciones y mejorando la resistencia a enfermedades como la saprolegniasis.

La suplementación con ingredientes específicos puede tener un impacto significativo en la reducción de la prevalencia de saprolegniasis inicial en truchas. Los resultados sugieren que una dieta equilibrada y enriquecida con compuestos naturales efectivos puede ser crucial para la prevención de enfermedades en acuicultura. La implementación de estas dietas podría mejorar notablemente la salud y la resistencia de las truchas, reduciendo la incidencia de saprolegniasis y mejorando la productividad en la crianza de estos peces.

4.1.4. Prevalencia de saprolegniasis a los 5 días (PS5)

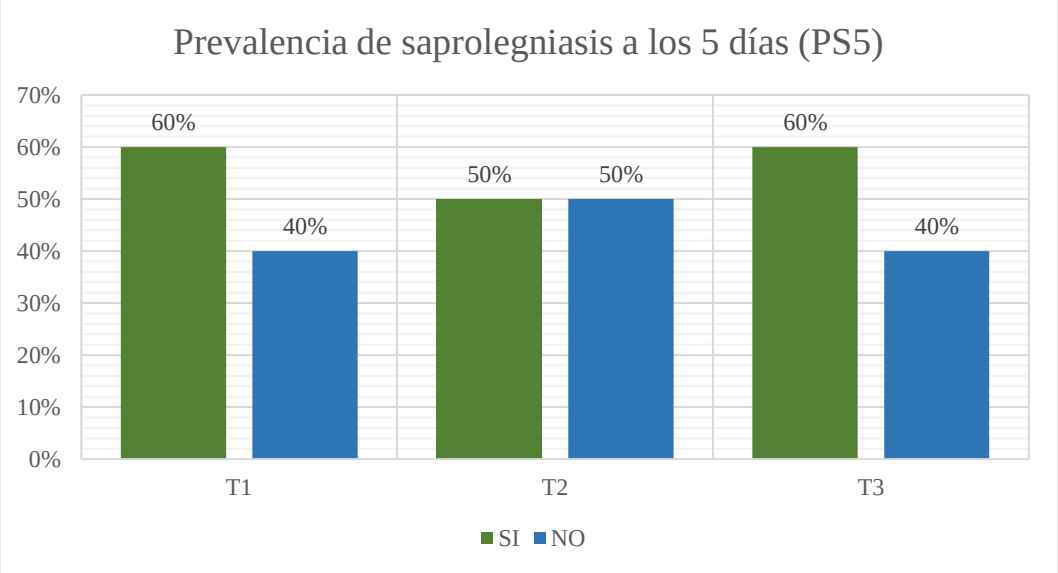
Tabla 10

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 5 días (PS5)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	30	60%
	NO	20	40%
T2	SI	25	50%
	NO	25	50%
T3	SI	30	60%
	NO	20	40%

Figura 4

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 5 días (PS5)



Los datos obtenidos muestran que en el T1 y T3, el 60% de las truchas presentaron saprolegniasis a los 5 días, mientras que el 40% no mostraron afectación y en el T2, el 50% de las truchas presentaron la enfermedad y el otro 50% no fue afectado.

El T2 muestra nuevamente una menor prevalencia de saprolegniasis a los 5 días (50%) en comparación con T1 y T3, ambos con un 60% de prevalencia. Esto sugiere que la intervención nutricional en T2 podría ser más eficaz en la prevención continua de la saprolegniasis en los primeros días de observación. La consistencia de los resultados en T1 y T3 indica que estos tratamientos tienen una efectividad similar.

La menor prevalencia observada en T2 podría ser atribuida a la composición específica de los suplementos utilizados en este tratamiento, que pueden contener ingredientes con propiedades antimicrobianas más eficaces o ser mejor absorbidos por los peces. La variación en la prevalencia entre los tratamientos puede ser resultado de diferencias en la formulación y concentración de los compuestos activos en las dietas.

Al comparar estos resultados con estudios anteriores, se ha demostrado que las dietas enriquecidas con extractos de plantas y otros compuestos naturales pueden reducir significativamente la incidencia de enfermedades en peces. Investigaciones como la de Vicencio (2024) han destacado que ingredientes como la cúrcuma y el tomillo tienen propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, lo que puede explicar la efectividad del T2 en la reducción de la prevalencia de saprolegniasis.

Comparando los resultados obtenidos al inicio de la investigación con los obtenidos a los 5 días, se observa una tendencia consistente donde el tratamiento T2 muestra una menor prevalencia de saprolegniasis. Este patrón sugiere que el T2 proporciona una protección más duradera y efectiva contra la saprolegniasis, tanto inicialmente como a lo largo del tiempo de observación.

Los resultados obtenidos en la evaluación de la prevalencia de saprolegniasis a los 5 días destacan la importancia de la suplementación en la prevención de esta enfermedad en truchas arcoíris. Un suplemento equilibrado y enriquecida con compuestos naturales efectivos, como la proporcionada en el T2, muestra una protección significativa contra la saprolegniasis tanto al inicio como a lo largo del tiempo de observación.

4.1.5. Prevalencia de saprolegniasis a los 10 días (PS10)

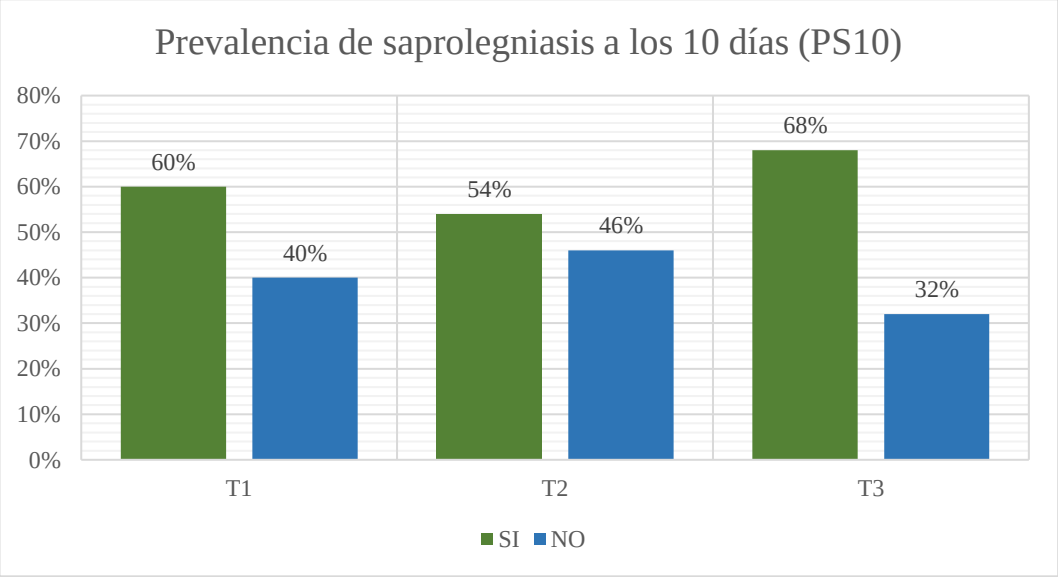
Tabla 11

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 10 días (PS10)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	30	60%
	NO	20	40%
T2	SI	27	54%
	NO	23	46%
T3	SI	38	68%
	NO	18	32%

Figura 5

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 10 días (PS10)



Los datos muestran que, en el T1, el 60% de las truchas presentaron saprolegniasis a los 10 días, mientras que el 40% no mostraron afectación. En el T2, el 54% de las truchas presentaron la enfermedad y el 46% no fue afectado. En el T3, el 68% de las truchas mostraron signos de saprolegniasis a los 10 días, con un 32% sin afectación.

El T2 sigue mostrando una menor prevalencia de saprolegniasis (54%) en comparación con T1 (60%) y T3 (68%). Esto sugiere que T2 es el más efectivo en la reducción de la prevalencia de saprolegniasis a lo largo del tiempo. La efectividad relativa de los tratamientos es consistente con las observaciones iniciales y a los 5 días, con T2 demostrando una mayor capacidad para prevenir la enfermedad.

La menor prevalencia en T2 puede ser atribuida a los componentes específicos de la dieta suministrada en este tratamiento, que podrían incluir ingredientes con propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias más efectivas. La formulación de T2 parece ser más adecuada para mantener la salud de las truchas y reducir la incidencia de saprolegniasis a lo largo del tiempo.

Se ha observado que suplementos enriquecidos con compuestos naturales, como extractos de cúrcuma y tomillo, han demostrado ser efectivas en la reducción de la prevalencia de enfermedades en peces (Jiménez, 2021). Estos ingredientes son conocidos por sus propiedades antimicrobianas, lo que podría explicar la efectividad observada en el tratamiento T2.

Al comparar los resultados iniciales, a los 5 días y a los 10 días, se observa una tendencia consistente en la que el T2 muestra una prevalencia de saprolegniasis menor que T1 y T3. Inicialmente, T2 tenía una prevalencia del 50%, que aumentó ligeramente a 54% a los 10 días, mientras que T1 y T3 mostraron aumentos más significativos o consistentes en la prevalencia de la enfermedad.

4.1.6. Prevalencia de saprolegniasis a los 20 días

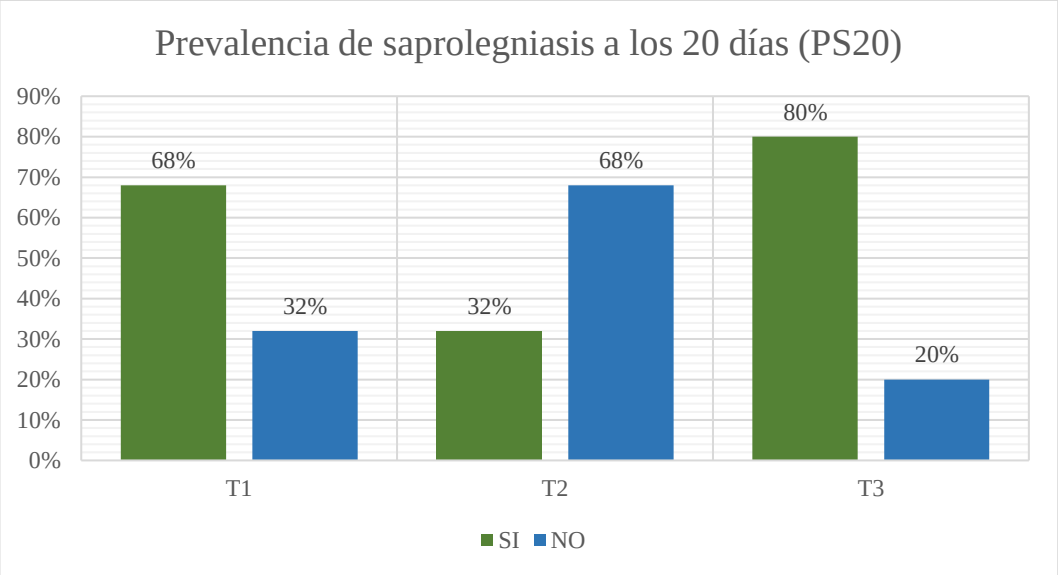
Tabla 12

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 20 días (PS20)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	34	68%
	NO	16	32%
T2	SI	16	32%
	NO	34	68%
T3	SI	40	80%
	NO	10	20%

Figura 6

Valores promedios de la variable prevalencia de saprolegniasis a los 20 días (PS20)



Los datos muestran que en el tratamiento T1, el 68% de las truchas presentaron saprolegniasis a los 20 días, mientras que el 32% no mostraron afectación. En el T2, el 32% de las truchas presentaron la enfermedad y el 68% no fue afectado. En el T3, el 80% de las truchas mostraron signos a los 20 días, con un 20% sin afectación.

El T2 muestra una prevalencia significativamente menor de saprolegniasis (32%) en comparación con T1 (68%) y T3 (80%). Esto indica que T2 es el más efectivo en la reducción de la prevalencia de saprolegniasis a lo largo del tiempo. La efectividad de T2 se mantiene consistentemente alta en las observaciones iniciales, a los 5 días, a los 10 días y ahora a los 20 días, lo que sugiere que al ser suministrada en este tratamiento proporciona una protección duradera contra la enfermedad.

La notable reducción de la prevalencia de saprolegniasis en el T2 puede atribuirse a los componentes específicos, que probablemente contienen ingredientes con propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y de refuerzo inmunológico. Estos ingredientes pueden incluir extractos de plantas medicinales que han demostrado ser efectivos en estudios previos, y su inclusión en la dieta parece ser clave para mantener la salud de las truchas y prevenir la saprolegniasis.

Se corrobora que las dietas enriquecidas con compuestos naturales, como cúrcuma y tomillo, son eficaces en la reducción de la prevalencia de enfermedades en peces. Estos ingredientes son conocidos por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Cervantes, 2022), lo que explica la efectividad observada en el T2. La consistencia de estos resultados con la literatura existente refuerza la validez de la estrategia adoptada en T2.

Al comparar los resultados obtenidos al inicio, a los 5 días, a los 10 días y a los 20 días, se observa que T2 mantiene una prevalencia de saprolegniasis significativamente menor en todas las fases de la investigación. Inicialmente, T2 tenía una prevalencia del 50%, que se redujo a 54% a los 10 días y finalmente a 32% a los 20 días. Este patrón decreciente contrasta con T1 y T3, donde la prevalencia de la enfermedad se incrementa o se mantiene alta a lo largo del tiempo. Esto subraya la efectividad a largo plazo de la dieta suplementada en T2.

4.1.7. Efecto de los tratamientos naturales a los 10 días (ETN10)

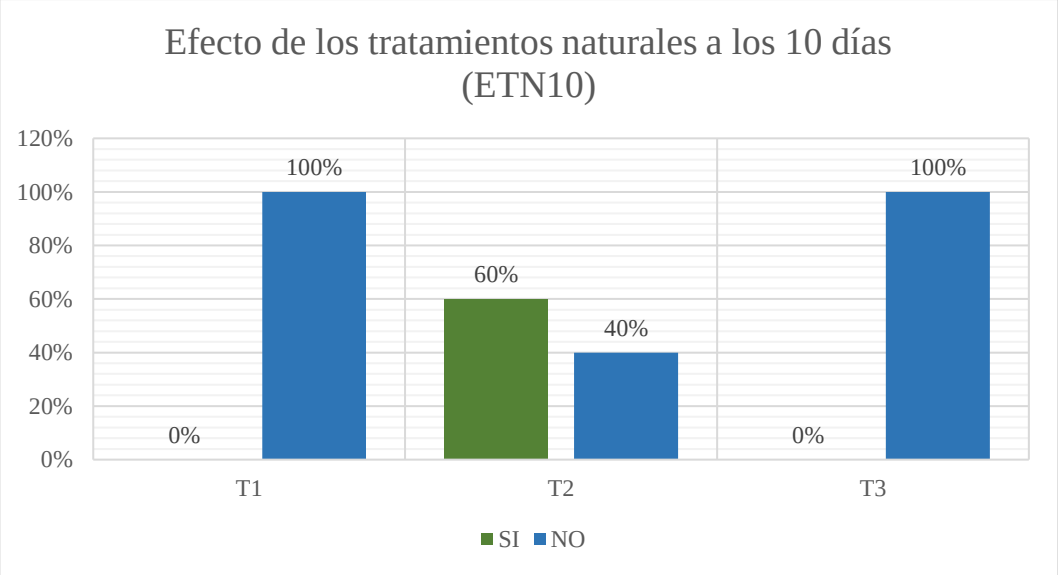
Tabla 13

Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 10 días (ETN10)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	0	0%
	NO	50	100%
T2	SI	30	60%
	NO	20	40%
T3	SI	0	0%
	NO	50	100%

Figura 7

Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 10 días (ETN10)



Los resultados obtenidos después de 10 días muestran diferencias claras en la efectividad de los tratamientos naturales. En T1 y T3, ninguna trucha mostró un efecto positivo de los tratamientos, lo que significa que el 100% de las truchas no

presentaron mejoría, sugiriendo que estos tratamientos no fueron efectivos en promover la salud de las truchas. Por otro lado, T2 presentó un efecto positivo en el 60% de las truchas, indicando que este tratamiento fue efectivo en una porción significativa de la población.

La alta efectividad observada en T2, con un 60% de truchas mostrando un efecto positivo, sugiere que la formulación y los componentes de este tratamiento están mejor diseñados para prevenir o tratar la enfermedad en comparación con T1 y T3. La diferencia en la respuesta de las truchas a los diferentes tratamientos puede estar relacionada con la calidad, concentración, o tipo de compuestos naturales utilizados en cada uno.

La falta de efecto en T1 y T3 podría deberse a una menor concentración de los principios activos o a una ineficacia inherente de los compuestos utilizados en estos tratamientos. Esto contrasta con T2, donde la formulación parece más adecuada para promover un efecto positivo en la salud de las truchas, sugiriendo que los ingredientes naturales en T2 tienen una mayor potencia o sinergia que aquellos en T1 y T3.

El éxito de T2 en la promoción de la salud de las truchas podría estar vinculado a la presencia de compuestos naturales específicos que poseen propiedades antimicrobianas o inmunoestimulantes más efectivas. Estos ingredientes parecen haber proporcionado una mejor protección y fortalecimiento del sistema inmunológico de las truchas, lo que explica el efecto positivo observado en una mayor proporción de animales bajo este tratamiento.

El análisis de los resultados a los 10 días destaca la importancia de la composición y calidad de los ingredientes naturales en la efectividad de los tratamientos. T2 demostró ser el más efectivo en promover un efecto positivo, mientras que T1 y T3 no mostraron mejorías, lo que resalta la necesidad de optimizar o reconsiderar la formulación de estos últimos para mejorar su eficacia.

4.1.8. Efecto de los tratamientos naturales a los 20 días (ETN20)

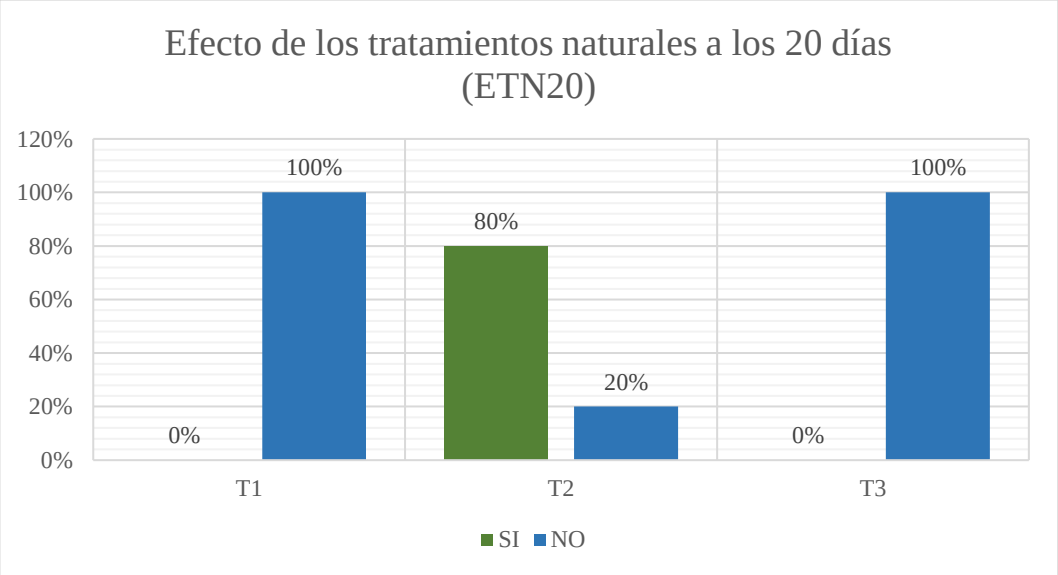
Tabla 14

Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 20 días (ETN20)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	0	0%
	NO	50	100%
T2	SI	40	80%
	NO	10	20%
T3	SI	0	0%
	NO	50	100%

Figura 8

Valores promedios de la variable efecto de los tratamientos naturales a los 20 días (ETN20)



Los resultados obtenidos a los 20 días para la variable ETN20 revelan claras diferencias en la efectividad de los tratamientos naturales. En el caso de los tratamientos T1 y T3, no se observaron efectos preventivos significativos, ya que

el 100% de las truchas estuvieron afectadas, lo que indica que estos tratamientos no lograron ofrecer la protección esperada contra la enfermedad. En contraste, el tratamiento T2 demostró una efectividad considerable, con un 80% de las truchas protegidas y solo un 20% afectadas, reflejando su capacidad para mantener la salud de los peces durante el período evaluado.

La falta de eficacia observada en T1 y T3 podría deberse a la inestabilidad o degradación de los compuestos naturales utilizados, que parecen haber perdido su capacidad protectora con el tiempo. Esto sugiere que, aunque estos tratamientos pueden haber sido formulados con ingredientes activos, su durabilidad y eficacia a largo plazo fueron insuficientes para prevenir la enfermedad. Por otro lado, el alto porcentaje de protección en T2 indica que su formulación fue más robusta, permitiendo que los compuestos activos mantuvieran su efectividad a lo largo del tiempo.

Este comportamiento es consistente con estudios previos, como el de Martínez (2022), en el que se observó que ciertos extractos naturales podían mantener su efectividad durante períodos prolongados, mientras que otros perdían su capacidad de prevención con el tiempo. El resultado del tratamiento T2 en este estudio coincide con aquellos extractos que han demostrado ser estables y efectivos a largo plazo, mientras que T1 y T3 parecen no mantener la misma eficacia.

En sí, el T2 destacó por su capacidad para prevenir la enfermedad en la mayoría de las truchas, mientras que T1 y T3 no lograron ofrecer una protección efectiva. Esto subraya la importancia de considerar no solo la selección de los compuestos naturales, sino también su formulación y estabilidad, para asegurar una protección sostenida en la acuicultura.

4.1.9. Porcentaje de morbilidad inicial (PMI)

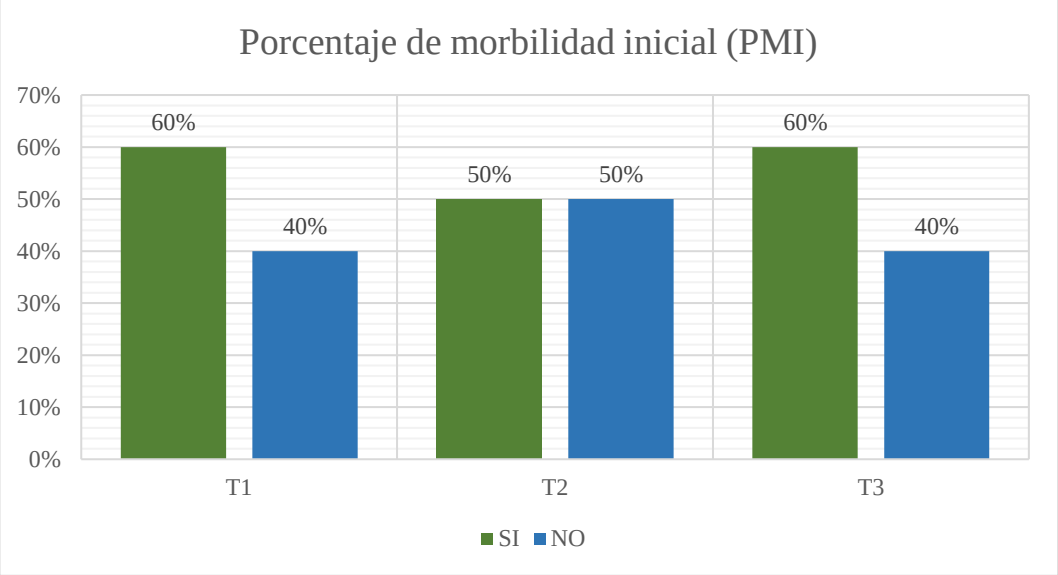
Tabla 15

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad inicial (PMI)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	30	60%
	NO	20	40%
T2	SI	25	50%
	NO	25	50%
T3	SI	30	60%
	NO	20	40%

Figura 9

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad inicial (PMI)



Los datos sobre el porcentaje de morbilidad inicial muestran que tanto los T1 como T3 tienen una alta proporción de truchas con signos de enfermedad al inicio, con un 60% de morbilidad inicial en ambos tratamientos. Esto sugiere que, al inicio del ensayo, un alto porcentaje de truchas en estos grupos ya presentaba síntomas de enfermedad. En contraste, el T2 muestra una morbilidad inicial del 50%, con una distribución equitativa entre truchas afectadas (50%) y sanas (50%).

La alta morbilidad inicial en T1 y T3 (60%) indica que estos tratamientos comenzaron con una base de salud comprometida, lo que podría haber influido en la interpretación de la eficacia del tratamiento a lo largo del ensayo. La mayor proporción de truchas afectadas en T1 y T3 al inicio puede haber afectado la capacidad de estos tratamientos para mostrar mejoras significativas en la salud de las truchas. En comparación, el T2, con una morbilidad inicial del 50%, tenía una proporción más equilibrada de truchas afectadas y sanas, lo que podría haber facilitado una evaluación más clara del impacto del tratamiento en la reducción de la morbilidad.

Zuñiga (2024), evaluó la influencia de la morbilidad inicial en la eficacia de los tratamientos para enfermedades en truchas. El autor encontró que un alto porcentaje de morbilidad inicial puede complicar la evaluación de la eficacia del tratamiento, ya que las truchas con síntomas preexistentes pueden tener una menor capacidad para responder positivamente a los tratamientos.

El porcentaje de morbilidad inicial revela que T1 y T3 tenían un alto porcentaje de truchas con signos de enfermedad al inicio del ensayo (60%), mientras que T2 tenía una morbilidad inicial del 50%. La alta morbilidad en T1 y T3 al inicio puede haber influido en la eficacia observada de estos tratamientos durante el ensayo. Los resultados sugieren que la presencia de una alta morbilidad inicial puede complicar la evaluación de la efectividad del tratamiento. El T2, con una distribución más equilibrada entre truchas afectadas y sanas, pudo haber ofrecido una base más estable para evaluar la eficacia del tratamiento.

4.1.10. Porcentaje de morbilidad a los 5 días (PM5)

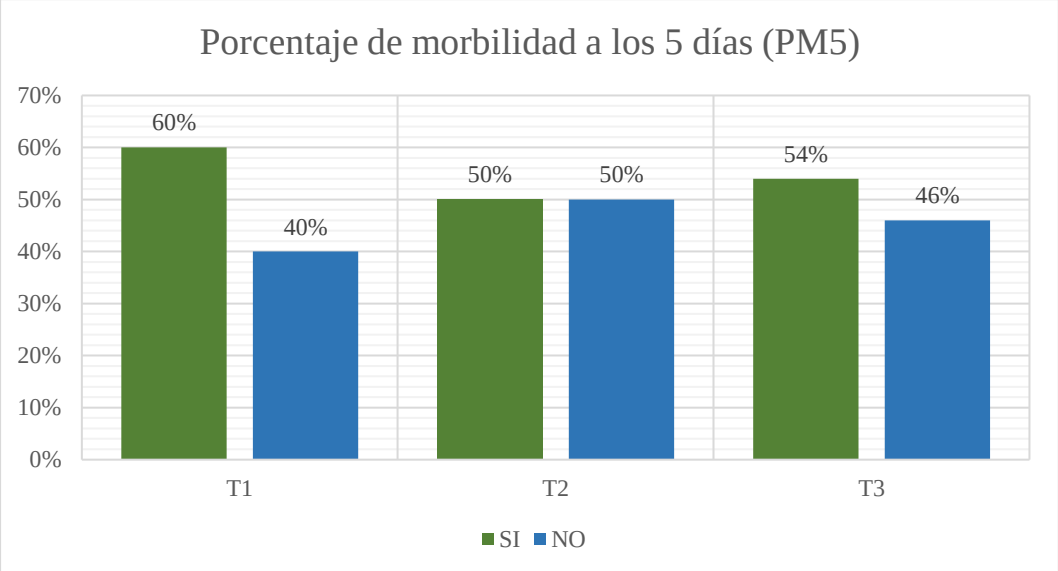
Tabla 16

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 5 días (PM5)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	30	60%
	NO	20	40%
T2	SI	25	50%
	NO	25	50%
T3	SI	27	54%
	NO	23	46%

Figura 10

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 5 días (PM5)



Los datos de la tabla revelan que el T1 tiene un porcentaje de morbilidad inicial del 60%, con 30 truchas afectadas, mientras que el 40% restante (20 truchas) no mostró signos de enfermedad. El T2 muestra un porcentaje de morbilidad inicial del 50%, con una distribución equilibrada de truchas afectadas y no afectadas. El T3 presenta una morbilidad inicial del 54%, con 27 truchas afectadas y 23 truchas sanas.

La alta morbilidad inicial en los tratamientos T1 (60%) y T3 (54%) indica que una mayoría significativa de truchas comenzó el ensayo ya afectado por la enfermedad. Este alto nivel de morbilidad inicial puede dificultar la interpretación de la eficacia de los tratamientos, ya que las truchas ya comprometidas pueden tener una menor capacidad para responder positivamente al tratamiento. Por otro lado, el T2, con una morbilidad inicial del 50%, muestra una situación más equilibrada, lo que podría facilitar una evaluación más clara del impacto del tratamiento.

La consistencia entre los altos niveles de morbilidad y mortalidad iniciales en T1 y T3 puede estar relacionada con factores inherentes a las condiciones iniciales de las truchas o a la formulación de los tratamientos. Las truchas que ya estaban afectadas al inicio pueden haber tenido una menor capacidad de recuperación, lo que explica la mayor mortalidad observada en estos tratamientos. En contraste, el tratamiento T2, con una morbilidad inicial del 50%, sugiere un mejor estado de salud inicial y posiblemente una mayor capacidad de respuesta positiva al tratamiento.

En el estudio de Ajalcriña (2021), se destacó la importancia del estado de salud inicial en la eficacia de los tratamientos para enfermedades en truchas. Ajalcriña encontró que los grupos con una menor morbilidad inicial tendían a mostrar mejores resultados en términos de reducción de enfermedades y mortalidad a lo largo del ensayo. Esto coincide con los resultados observados en T2, donde un estado de salud más equilibrado al inicio parece haber facilitado una mejor respuesta al tratamiento.

Al comparar estos resultados con la mortalidad inicial, observamos una tendencia similar. En la variable de mortalidad inicial (PMI) anterior, T1 y T3 también mostraron altos porcentajes de afectación (60% en T1 y 54% en T3), mientras que T2 tuvo un 50%. Esta consistencia sugiere que las truchas en los grupos T1 y T3 estaban en un estado de salud más comprometido desde el inicio del ensayo, lo que puede haber influido en su respuesta al tratamiento y en los resultados finales.

4.1.11. Porcentaje de morbilidad a los 10 días (PM10)

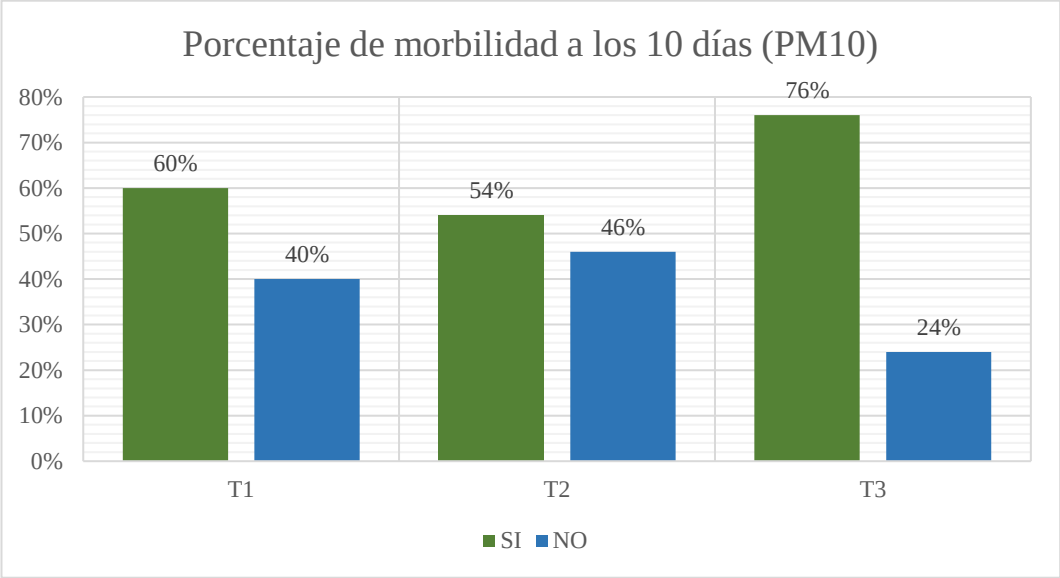
Tabla 17

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 10 días (PM10)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	30	60%
	NO	20	40%
T2	SI	27	54%
	NO	23	46%
T3	SI	38	76%
	NO	12	24%

Figura 11

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 10 días (PM10)



Los datos sobre el porcentaje de morbilidad a los 10 días muestran que el T1 mantiene una morbilidad del 60%, con 30 truchas afectadas y 20 sin afectación. El T2 presenta una morbilidad del 54%, con 27 truchas afectadas y 23 sin afectación. El T3 tiene la mayor morbilidad a los 10 días, con un 76% de truchas afectadas (38 truchas) y solo un 24% sin afectación (12 truchas).

La morbilidad a los 10 días indica que T3 es el tratamiento menos efectivo en términos de control de la enfermedad, con un aumento significativo en la proporción de truchas afectadas (76%). Esto sugiere que el T3 no ha sido capaz de mitigar la propagación de la enfermedad eficazmente. En comparación, T1 y T2 muestran resultados más equilibrados, aunque todavía presentan una alta proporción de morbilidad, con 60% y 54% respectivamente. La capacidad de T2 para mantener un nivel de morbilidad más bajo en comparación con T3 puede indicar una mayor eficacia de los componentes de este tratamiento en particular.

El estudio de García (2019), que analizó la relación entre la morbilidad inicial y la eficacia de los tratamientos, encontró que los grupos con menor morbilidad inicial tendían a mostrar mejores resultados en términos de reducción de enfermedades y mortalidad a lo largo del ensayo. Esto coincide con nuestros resultados para T2, donde una morbilidad inicial más equilibrada permitió una mejor respuesta al tratamiento, mientras que los altos niveles de morbilidad inicial en T1 y T3 se mantuvieron altos a los 10 días

Al comparar estos resultados con la mortalidad inicial y a los 5 días, observamos que los tratamientos que comenzaron con una alta morbilidad inicial (T1 y T3) tienden a mantener altos niveles de afectación a lo largo del tiempo. En la variable de mortalidad inicial, T1 y T3 mostraron altos porcentajes de afectación (60% y 54%, respectivamente), mientras que T2 tuvo un 50%. Esta tendencia se reflejó también en la variable de mortalidad a los 5 días, donde T1 y T3 continuaron mostrando altas tasas de mortalidad temprana.

La persistencia de altos niveles de morbilidad en T1 y T3 a los 10 días sugiere que las truchas en estos grupos estaban en un estado de salud más comprometido desde el inicio del ensayo y no han mostrado mejoras significativas. En contraste, T2 ha logrado mantener niveles más bajos de morbilidad a los 10 días, lo que indica una respuesta más favorable al tratamiento.

4.1.12. Porcentaje de morbilidad a los 20 días (PM20)

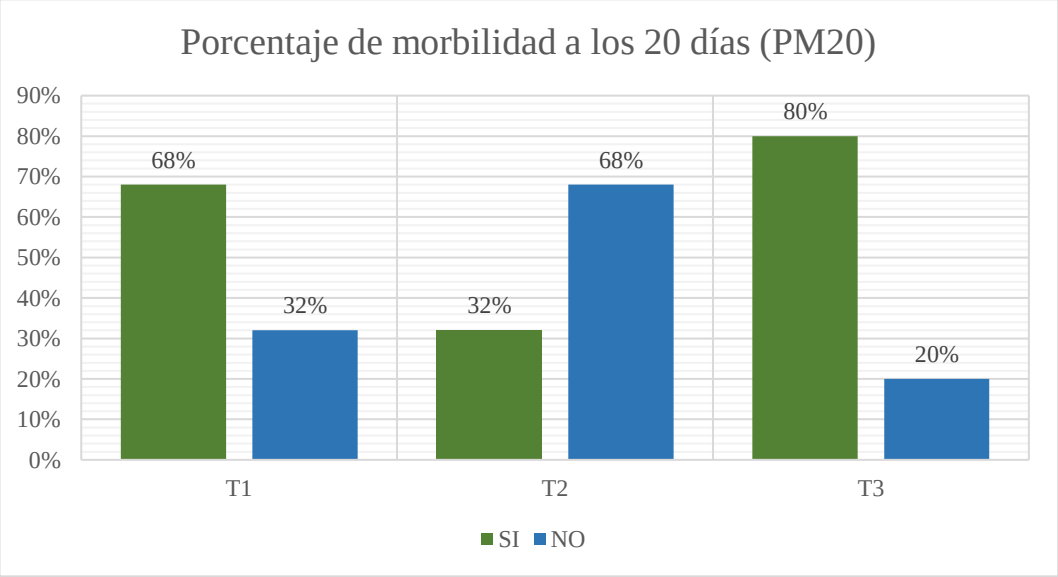
Tabla 18

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 20 días (PM20)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	34	68%
	NO	16	32%
T2	SI	16	32%
	NO	34	68%
T3	SI	40	80%
	NO	10	20%

Figura 12

Valores promedios de la variable porcentaje de morbilidad a los 20 días (PM20)



Los datos sobre el porcentaje de morbilidad a los 20 días muestran que el tratamiento T1 tiene una morbilidad del 68%, con 34 truchas afectadas y 16 sin afectación. El T2 presenta una morbilidad significativamente más baja del 32%, con 16 truchas afectadas y 34 sin afectación. El T3 tiene la mayor morbilidad a los

20 días, con un 80% de truchas afectadas (40 truchas) y solo un 20% sin afectación (10 truchas).

La alta morbilidad en T1 (68%) y T3 (80%) indica que estos tratamientos no han sido efectivos para controlar la enfermedad a largo plazo. En contraste, T2 muestra una notable reducción en la morbilidad (32%), lo que sugiere que los componentes del T2 tienen una mayor eficacia preventiva y/o curativa en comparación con T1 y T3.

El estudio de Apaza (2022) sobre la relación entre la morbilidad inicial y la eficacia de los tratamientos encontró que los grupos con menor morbilidad inicial tendían a mostrar mejores resultados en términos de reducción de enfermedades y mortalidad. En este caso, T2, que presentó una morbilidad inicial moderada, ha mostrado una mejor respuesta a lo largo del ensayo, manteniendo bajos niveles de morbilidad en comparación con T1 y T3

Comparando estos resultados con las variables de mortalidad inicial, a los 5 días, 10 días, y 20 días, observamos patrones consistentes. La mortalidad inicial mostró que T1 y T3 tenían altos porcentajes de afectación desde el inicio (60% y 54%, respectivamente). Estos niveles se mantuvieron altos en las evaluaciones subsecuentes. A los 5 días, T1 y T3 continuaron con altos niveles de mortalidad, mientras que T2 mostró una mortalidad más baja.

La morbilidad a los 10 días reflejó que T3 tenía la mayor proporción de truchas afectadas (76%), seguido por T1 (60%) y T2 (54%). A los 20 días, T3 sigue mostrando la mayor morbilidad (80%), seguido de T1 (68%), mientras que T2 tiene la menor morbilidad (32%).

4.1.13. Porcentaje de mortalidad durante el ensayo (PMPE)

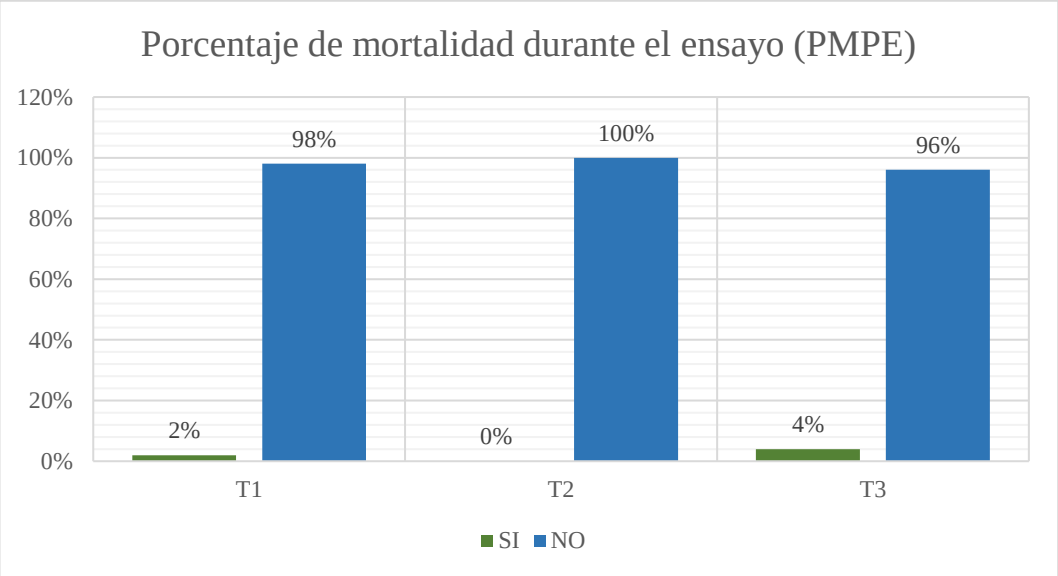
Tabla 19

Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad durante el ensayo (PMDE)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	1	2%
	NO	49	98%
T2	SI	0	0%
	NO	50	100%
T3	SI	2	4%
	NO	48	96%

Figura 13

Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad durante el ensayo (PMPE)



Los datos sobre el porcentaje de mortalidad durante el ensayo indican que los tratamientos T1 y T2 presentaron una baja tasa de mortalidad en comparación con el tratamiento T3. En el T1, solo el 2% de las truchas murieron, lo que sugiere que

el tratamiento es bastante efectivo en mantener la salud de las truchas. El T2 mostró una tasa de mortalidad del 0%, indicando una protección completa y efectiva contra la mortalidad durante el ensayo. Por otro lado, el T3 presentó una tasa de mortalidad del 4%, lo que es más alto en comparación con T1 y T2, sugiriendo una menor eficacia en la prevención de la mortalidad en este grupo.

La baja mortalidad observada en T1 y T2 puede ser atribuida a la efectividad de los tratamientos en mantener la salud de las truchas y prevenir enfermedades que podrían llevar a la muerte. El T2, con un 0% de mortalidad, demuestra una protección completa, lo cual puede deberse a la formulación altamente efectiva de los ingredientes naturales empleados. En contraste, el mayor porcentaje de mortalidad en T3 podría indicar que este tratamiento es menos eficaz en comparación con T1 y T2, posiblemente debido a una menor eficacia o estabilidad de los compuestos utilizados en T3.

La eficacia de tratamientos naturales en la reducción de mortalidad en truchas arcoíris respalda estos resultados. Mazón (2021) encontró que ciertos extractos naturales, cuando están bien formulados, pueden reducir significativamente la mortalidad en truchas, similar a lo observado en T2 en este estudio. Sin embargo, también observaron que algunos tratamientos naturales, si no están bien ajustados, podrían resultar en una mayor mortalidad, lo que se alinea con los resultados obtenidos para T3 en el análisis.

El T2 mostró el porcentaje más bajo de mortalidad (0%), indicando una protección completa contra la mortalidad durante el ensayo. Esto sugiere que la formulación del T2 es altamente efectiva en mantener la salud de las truchas. Los tratamientos T1 y T3 también demostraron efectividad, aunque con tasas de mortalidad ligeramente superiores. El T1 tuvo una tasa de mortalidad del 2%, mientras que T3 presentó un 4%. Estos resultados indican que, aunque T1 y T2 son efectivos, el tratamiento T3 podría necesitar ajustes en su formulación para mejorar su eficacia y reducir la mortalidad.

4.1.14. Porcentaje de mortalidad al final del ensayo (PMFE)

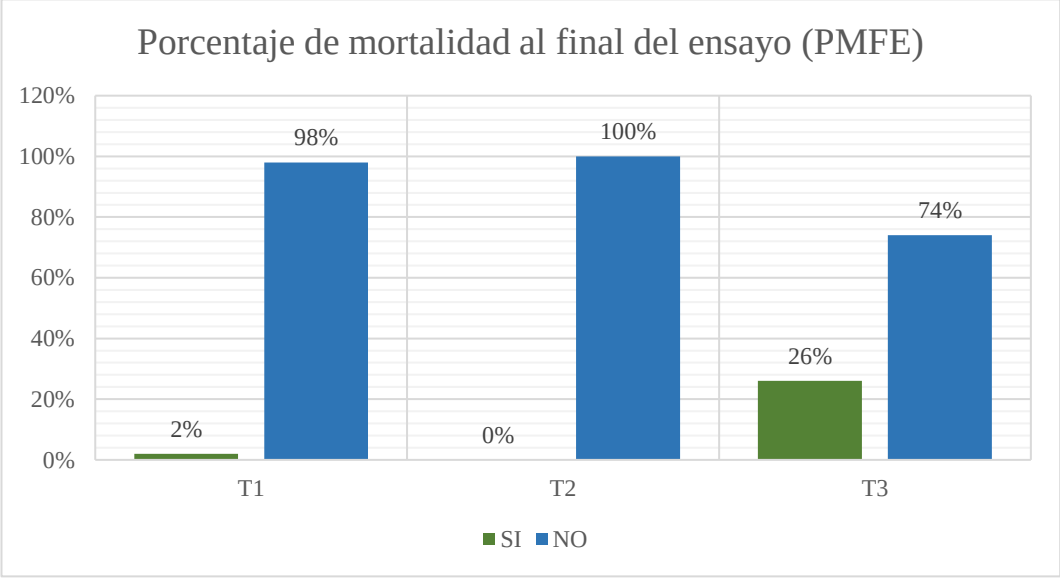
Tabla 20

Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad al final del ensayo (PMFE)

Tratamiento	Afectación	Frecuencia	Porcentaje
T1	SI	1	2%
	NO	49	98%
T2	SI	0	0%
	NO	50	100%
T3	SI	13	26%
	NO	37	74%

Figura 14

Valores promedios de la variable porcentaje de mortalidad al final del ensayo (PMFE)



Al finalizar el ensayo, los resultados muestran una clara diferencia en la tasa de mortalidad entre los tratamientos. El T2 tuvo el porcentaje más bajo de mortalidad, con un 0%, lo que indica que todas las truchas en este grupo sobrevivieron hasta el final del ensayo. Esto sugiere que T2 es altamente eficaz en la protección contra la

mortalidad. El T1 también demostró una baja tasa de mortalidad con un 2%, indicando que es efectivo para mantener la salud de las truchas, aunque no tan completo como T2.

Por otro lado, el T3 presentó una tasa de mortalidad significativamente más alta, con un 26%. Esto indica que una proporción considerable de truchas en este grupo no sobrevivió hasta el final del ensayo, sugiriendo que T3 es menos efectivo en comparación con T1 y T2 en la prevención de la mortalidad. La alta tasa de mortalidad en T3 podría ser indicativa de una menor eficacia de los ingredientes en este tratamiento o de problemas en la formulación que afectan negativamente la salud de las truchas.

La baja mortalidad en el T1 y T2 puede ser atribuida a la efectividad de sus ingredientes en la prevención de enfermedades y en el mantenimiento de la salud de las truchas. El T2, con una tasa de mortalidad del 0%, parece ofrecer una protección completa. El T1, con un 2% de mortalidad, también es efectivo, aunque con una ligera reducción en comparación con T2. En contraste, el T3, con un 26% de mortalidad, podría necesitar ajustes significativos en su formulación para mejorar su eficacia y reducir la mortalidad.

En el estudio realizado Cuadros et al., (2023), se encontró que ciertos tratamientos naturales, cuando están bien formulados, pueden reducir significativamente la mortalidad en truchas arcoíris, similar a los resultados obtenidos con T2 en este estudio. Sin embargo, el estudio también observó que algunos tratamientos, cuando no están optimizados, pueden resultar en una mayor mortalidad, lo que se alinea con los resultados obtenidos para T3

Finalmente, el T2 mostró el porcentaje más bajo de mortalidad al final del ensayo, con un 0%, lo que indica una protección completa contra la mortalidad. El T1 también demostró ser efectivo con una tasa de mortalidad del 2%, aunque no tan completa como T2. En contraste, el T3 presentó una tasa de mortalidad del 26%, sugiriendo que es menos efectivo en la prevención de la mortalidad. Estos resultados destacan la importancia de la formulación adecuada de los tratamientos naturales para asegurar una protección efectiva y duradera.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

La comprobación de la hipótesis, basada en el análisis de los resultados obtenidos, muestra que los tratamientos naturales con cúrcuma y tomillo fueron efectivos para controlar la Saprolegniasis en la trucha arcoíris. En los grupos tratados, la prevalencia de la enfermedad disminuyó significativamente en comparación con el grupo control, y los índices de mortalidad y morbilidad fueron notablemente menores.

Entre los tratamientos, el tratamiento con cúrcuma (T2) demostró ser el más efectivo, logrando la mayor reducción en la prevalencia de la enfermedad y el mejoramiento general en los indicadores de salud de las truchas. Este grupo presentó el menor porcentaje de mortalidad y la mayor proporción de truchas sanas, lo que destaca la efectividad de la cúrcuma en el control de la Saprolegniasis. Comparado con el tratamiento de tomillo (T3) y el grupo control (T1), el tratamiento T2 superó en efectividad, evidenciando su potencial como una intervención beneficiosa en el contexto de la acuicultura.

En base a estos resultados, se acepta la hipótesis alterna (Ha), que afirma que la aplicación de cúrcuma y tomillo controla la Saprolegniasis en trucha arcoíris, y se rechaza la hipótesis nula (Ho), que plantea que estos tratamientos no tienen efecto. La reducción significativa en la prevalencia de la enfermedad y el aumento en la salud general de las truchas tratadas, especialmente en el grupo T2, proporcionan una sólida evidencia de la eficacia de estos tratamientos naturales en el control de la Saprolegniasis.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones presentadas en este estudio se basan de acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos del análisis de la efectividad de los tratamientos naturales con cúrcuma y tomillo en el control de la Saprolegniasis en trucha arcoíris.

- Los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos revelan una variabilidad en la efectividad de los tratamientos naturales. El T2 demostró ser el más efectivo, con un 80% de las truchas presentando un efecto positivo al final de los 20 días, lo que indica que su formulación es adecuada para prevenir la saprolegniasis de manera efectiva. En contraste, los tratamientos T1 y T3 no mostraron ningún efecto preventivo, ya que el 100% de las truchas tratadas con estos dos tratamientos no presentaron mejoría, lo que sugiere que estos tratamientos no fueron efectivos.

- El T2 no solo fue efectivo en la prevención de la saprolegniasis, sino que también mejoró la salud general de las truchas, como se evidenció en los resultados obtenidos a los 10 días, donde 60% de las truchas bajo T2 mostraron una respuesta positiva. Este resultado contrasta notablemente con T1 y T3, en los que el 100% de las truchas no mostró mejoría en su salud, lo que indica que la formulación de estos tratamientos carece de los componentes necesarios para generar un efecto positivo.

- Los resultados a los 10 días indicaron que el tratamiento T2 también fue el más efectivo, con un 60% de las truchas mostrando una mejora, mientras que T1 y T3 no lograron ningún resultado positivo (0% de efectividad). A los 20 días, T2 aumentó su efectividad al 80%, mientras que los tratamientos T1 y T3 mantuvieron una efectividad nula. Estos datos indican que T2 no solo fue efectivo a corto plazo, sino que también mantuvo su efectividad a lo largo del tratamiento, mientras que T1 y T3 fueron consistentemente ineficaces.

- El T2, con un 80% de efectividad a los 20 días, ha demostrado que su formulación es la más efectiva para prevenir la saprolegniasis y mejorar la salud de las truchas a lo largo del tiempo. En vista de los resultados, se sugiere que los tratamientos T1 y T3 requieren una reformulación o ajuste en sus componentes para incrementar su efectividad, ya que no generaron ningún efecto positivo en las truchas.

5.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de este estudio se basan en los resultados obtenidos sobre la efectividad de los tratamientos naturales con cúrcuma y tomillo para el control de la Saprolegniasis en trucha arcoíris. Estas sugerencias buscan mejorar tanto la aplicación práctica de los tratamientos en la piscicultura como orientar futuras investigaciones y prácticas estudiantiles en el campo de la acuicultura.

- El T2 demostró ser altamente efectivo, con un 80% de éxito en la prevención de la saprolegniasis a los 20 días. Por ello, se recomienda implementar este tratamiento en sistemas de acuicultura comercial, considerando su viabilidad para controlar la enfermedad en truchas arcoíris. Se sugiere también realizar estudios de costos para garantizar la sostenibilidad económica de su aplicación.

- Para validar la generalización de los resultados, se recomienda extender el uso del T2 a otras especies acuáticas susceptibles a la saprolegniasis. Esto permitirá evaluar si los efectos positivos observados en las truchas arcoíris pueden replicarse en otros contextos, favoreciendo su uso más amplio en acuicultura.

- Dado que los tratamientos naturales se proponen como alternativas sostenibles, se sugiere llevar a cabo estudios detallados del impacto ambiental de estos tratamientos. Esto incluye analizar cómo los compuestos naturales interactúan con el entorno acuático y si tienen algún efecto adverso sobre los ecosistemas.

- Se recomienda aplicar los suplementos alimenticios estudiados en esta investigación 200g de macerado cúrcuma en 20l de H_2O y 200g de macerado tomillo en 20l de H_2O.

- Finalmente, se recomienda explorar la posibilidad de combinar diferentes tratamientos naturales para evaluar si una sinergia entre ingredientes podría mejorar aún más la efectividad. Estas combinaciones podrían aumentar la

capacidad preventiva y ofrecer soluciones más robustas contra la saprolegniasis en truchas y otras especies acuáticas.

BIBLIOGRAFÍA

Ajalcriña, E. (2021). Aplicación de antibióticos en el control de enfermedades en el cultivo de Litopenaeus vannamei (langostino) y de Oncorhynchus mykiss (trucha arco iris). Obtenido de https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6328

Aliaga, Y. (2020). Eficiencia del propóleo en el tratamiento de enfermedadesbacterianas de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) evaluada en laguna altoandina. https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/index

Apaza, I. (2022). Ingresos, tecnología y capacitación de productores rurales de trucha (Oncorhynchus mykiss), estudio de caso en el lago Titicaca. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062022000300002&script=sci_arttext

Arcia, M., & González, M. (2019). Identificación de cepas de Saprolegnia spp. a partir de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) para evaluación de su efecto en individuos con diferentes estilos de afrontamientos. http://up-rid.up.ac.pa/6989/1/marta_arcia.pdf

Aztatzi, L., Granado, S., Juaqrez, M., & Ocaranza, E. (2020). Cúrcuma, la raíz de oro: Aplicaciones y beneficios a la salud.

Cabrera, R., & Veloz, P. (2022). Efecto de zumo de marco (Ambrosia peruviana), jengibre (Zingiber officinale) y sal yodada para el diagnóstico y tratamiento de saprolegniasis en trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) del proyecto piscícola Marcopamba. https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4844

Cervantes, R. (2022). Etnoveterinaria, uso de plantas medicinales y sus subproductos en la ganadería extensiva. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente, 18-18. Obtenido de https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/462

Condori, W. (2022). Sistema de cultivo de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss). http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/

Cuadros, J., Mora, F., & Quiñones, J. (2023). Revisión sistemática de suplementación de harina, a base de vísceras de pollo, en la alimentación sostenible en diferentes especies. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/69674aa9-b907-43a6-8ccf-70fe0d290b07

Dávalos, Q. (2024). Centro piscicola y los vórtices de la bioseguridad. Obtenido de https://repositorio.unica.edu.pe/items/419d009c-1a31-4bc8-976a-5eeac59012a9

Esparza, I. (2021). Cúrcuma (Cúrcuma longa): Una revisión bibliográfica del procesamiento, propiedades funcionales y capacidad antimicrobiana. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/181556/Curcuma-curcuma-longa-una-revision-bibliografica-del-procesamiento.pdf?sequence=1

Espinoza, K., & Moran, K. (2022). Estudio comparativo de las propiedades expectorantes entre el eucalipto (Eucaliptus globulus) y el tomillo (Thymus vulgaris). www.fcq.ug.edu.ec

Florez, M., & Roldán, D. (2021). La trucha (Oncorhynchus mykiss): Potenciales productos alimenticios derivados del principal recurso acuícola en regiones altoandinas. Revista de Investigaciones Altoandinas, 159-170. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572021000300159&script=sci_arttext

Gonzáles, C. (2017). Biocontrol de la saprolegniosis por Saprolegnia parasitica en trucha arcoíris Oncorhynchus mykiss utilizando bacterias aisladas de peces continentales y marinos. https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/6908/Tesis%20Concepci%C3%B3n%20Gonz%C3%A1lez%20Palacios.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guelac, E. (2023). Alimentación con insumos proteicos no tradicionales de origen animal en los índices productivos de trucha arcoíris (Oncorhynchus Mykiss). https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3509/Elias%20Guelac%20Mori.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Heredia, Y., & Ochoa, L. (2021). Guía para el majo integral de un cultivo de trucha arcoíris (Oncorhynchus Mykiss). https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51443

Jiménez, M. (2021). Eficacia de una Dieta Mediterránea antiinflamatoria en pacientes con Enfermedad Inflamatoria Intestinal en remisión. Prueba piloto de un ensayo clínico controlado aleatorizado. Obtenido de https://dau.url.edu/handle/20.500.14342/1625

Maldonado, C., & Rico, N. (2023). Revisión bibliográfica de la planta Thymus vulgaris L. (Tomillo) y su potencial uso como agente antioxidante y antimicrobiano en la industria alimentaria. https://repositorio.uniatlantico.edu.co/bitstream/handle/20.500.12834/1441/4%20TG%20CAROLINA%20MALDONADO%20-%20NORELIS%20RICO%20ok.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, M. (2022). Uso de nuevos materiales antimicrobianos sostenibles para envasado alimentario. Obtenido de https://riunet.upv.es/handle/10251/185512

Matthews, E. (2019). Environmental factors impacting Saprolegnia infections in wild fish stocks. https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/130012/12/Matthewsamneded130012.pdf

Mazón, E. (2021). Alimentación de la vieja colorada (Mesoheros festae) con dietas con torta de palmiste (Elaeis guineensis) en la etapa de cría, juvenil y engorde. Obtenido de https://helvia.uco.es/handle/10396/21575

Mejía, K. (2022). “Evaluación del aceite esencial de tomillo (Thymus vulgaris) en la conservación de carne de pollo empacada al vacío.” http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1952/1/090-%20MEJIA%20VILLARREAL%20KATERINE%20BRIGITTE.pdf

Ministerio de Agricultura, P. y A.-E. (2021). Trucha arcoíris. https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/acuicultura/trucha-arcoiris_tcm30-628444.pdf

Monsalve, E. (2023). Peligros biológicos y químicos, legislación, técnicas de detección y su disponibilidad en la exportación de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) y concha de abanico (Argopecten purpuratus) desde el Perú. Salud y Tecnología Veterinaria, 11(2), 86–96. https://doi.org/10.20453/stv.v11i2.5137

Mora, B. (2021). Herramientas de control biológico para la prevención de la lactococosis en el cultivo de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss). http://zaguan.unizar.es

Negrete, F., & Secaira, L. (2016). Elaboración y estandarización de microencapsulados de aceites esenciales de cúrcuma (Curcuma longa) y jengibre (Zingiber officinale) como aditivos nutricionales para piscicultura. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12562/1/UPS-QT10304.pdf

Nilo, A. (2022). Evaluación de la eficacia de productos comerciales no tradicionales (Supratect TM y Cleanmix) como tratamiento en ovas de S. salar desafiadas con Saprolegnia spp. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/196605/Evaluaci%c3%b3n-de-la-eficacia-de-productos-comerciales-no-tradicionales-%28Supratect-TM-y-Cleanmix%29-como-tratamiento-en-ovas-de-S.-salar-desafiadas-con-Saprolegnia-spp..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nuñez, O., Paredes, J., Artieta, J., & Muñoz, M. (2022). Aprovechamiento del extracto crudo de ajo (Allium sativum) como alternativa en la prevención de saprolegniosis en trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss). http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v9n1/2311-2581-jsaas-9-01-3.pdf

Omonte, L. (2022). Actividad Antioxidante, Antibacteriana y Citostática de Extractos de Cúrcuma (Curcuma Longa). Gaceta Médica Boliviana, 45(1), 12–16. https://doi.org/10.47993/gmb.v45i1.323

Ontiveros, M. (2022). Adaptación de juveniles de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) al agua de mar para desarrollar su cultivo en sistemas de recirculación acuícola. https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3690/3/tesis_

Marco%20Antonio%20Ontiveros%20C%C3%B3rdova_23%20marzo%202022.pdf

Ortiz, M. (2019). Determinación de patogenicidad de una cepa de Yersinia ruckeri procedente de un brote de yersiniosis en truchas “arcoíris”(Oncorhynchus mykiss) de una piscifactoría ubicada en Charcas, Puno, Perú. Obtenido de https://core.ac.uk/download/pdf/323353561.pdf

Portocarrero, S., Rojas, Y., Bardales, J., Bardales, W., & Cayo, I. (2023). Influencia de la calidad del agua y el manejo en la condición sanitaria de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en piscigranjas de la región Amazonas. Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology, 3(2), 31–40. https://doi.org/10.25127/riagrop.20232.910

Quishpe, J., Uribe, M., Cervantes, L., & Pedraza, L. (2023). Alimentos alternativos a formular para Trucha Arcoiris (Oncorhynchus mykiss) según sus necesidades nutritivas y procesos eficientes de residuos de mataderos. In Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal (Vol. 4). https://www.revistaecuatorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/230/182

Ríos, B., & Sepúlveda, M. (2023). Un acercamiento a las propiedades funcionales de Cúrcuma longa en alimentación saludable. https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/7416/Un%20acercamiento%20a%20las%20propiedades%20funcionales%20de%20C%c3%barcuma%20longa%20en%20alimentaci%c3%b3n%20saludable.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Romero Baquerizo, P., & Vilchez Macuri, R. (2019). Reproducción artificial en truchas arcoíris (Oncorhynchus mykiss). 22–24. https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/vozzootecnista/article/view/66

Saiz De Cos, P. (2014). Cúrcuma I (Curcuma longa L.). Reduca (Biología). Serie Botánica, 7(2), 84–99. www.eol.org

Salinas, J. (2023). Efecto de Bacillus subtilis en la promoción de crecimiento, contenido de auxinas y acción enzimática en plantas de tomillo (Thymus

vulgaris). https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/37503/1/IASA-TIC-0063.pdf

Solís, M. (2016). Caracterización del hábitat de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss nelsoni). https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1356/1/245471.pdf

Terán, L. (2019). Estado actual de la piscicultura en el municipio del Atrato-Yuto. http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2588/1/Estado_actual_piscicultura_municipio_Atrato-Yuto.pdf

Troya, E. (2021). La cadena productiva del cultivo de trucha arcoíris y su consumo.

Vargas, C. (2023). Efecto del remplazo parcial de harina de pescado con harina de mosca saldado negro. https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/12886/68.0957.VZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Velez, O., & Eleonel, D. (2023). Aplicación de cúrcuma como medida profiláctica en la mejora de la respuesta fisiológica de larvas de camarón Litopenaeus vannamei. Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10112

Vicencio, I. (2024). Evaluación del efecto antifúngico de una biopelícula adicionada con aceite esencial de Cúrcuma longa L. Obtenido de http://51.143.95.221/handle/TecNM/7494

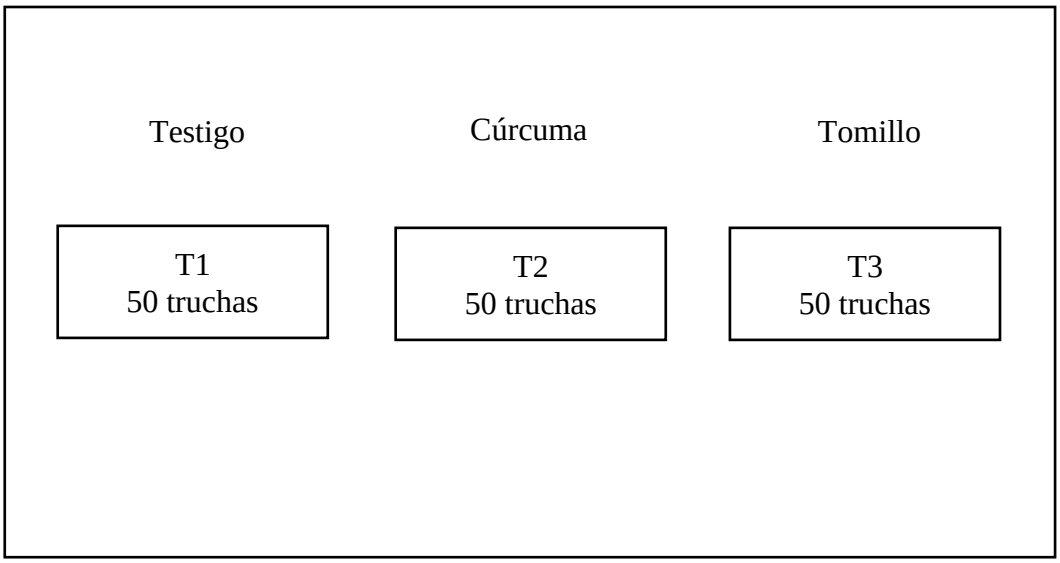
Zuñiga, F. (2024). Comportamiento biológico de la trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en la saprolegniasis con dos tratamientos naturales en San Miguel. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/6895

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 parte caudal	0	0	0
Afectación de las aletas	15	15	10
Despigmentación	25	15	28
Descamación	0	0	0
Manchas blanquecinas	0	0	0
Prevalencia de saprolegniasis inicial	30	25	30
Prevalencia de saprolegniasis a los 5 días	30	25	30
Prevalencia de saprolegniasis a los 10 días	30	27	38
Prevalencia de saprolegniasis a los 20 días	34	16	40
Efecto de los tratamientos naturales inicial	0	0	0
Efecto de los tratamientos a loa 5 días	0	0	0
Efecto de los tratamientos a los 10 días	0	20	0
Efecto de los tratamientos a los 20 días	0	40	0
Porcentaje de mortalidad inicial	0	0	0
Porcentaje de mortalidad durante	1	0	2
Porcentaje de mortalidad final	1	0	3
Porcentaje de morbilidad inicial	30	25	30
Porcentaje de morbilidad a los 5 días	30	25	30
Porcentaje de morbilidad a los 10 días	30	27	38
Porcentaje de morbilidad a los 20 días	34	16	40

Anexo 4. Evidencia fotografías



Captura de las truchas arcoíris



Estanques con su rotulación



Proceso del macerado



finalización del macerado



Aplicación del tomillo



Aplicación de la cúrcuma



Truchas con tratamiento de tomillo



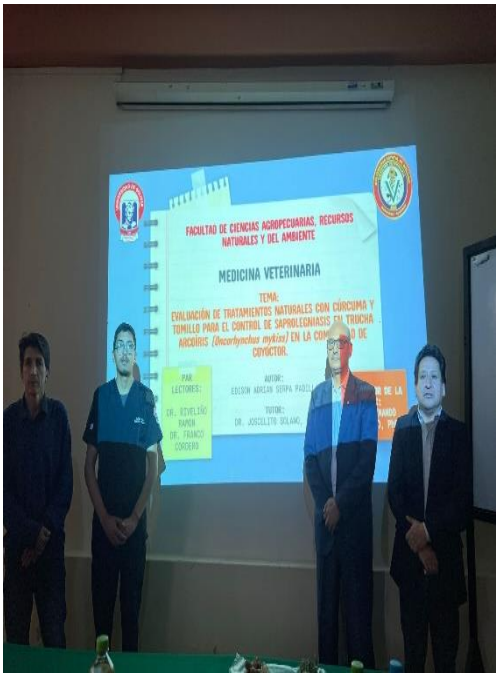
Truchas con tratamiento de cúrcuma



Manejo diario de las truchas



Estanques





Visita de campo

Anexo 5. Formatos de Fichas de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
Responsable:		
Tratamiento:		
Día:		
Altitud:		
Latitud:		
Longitud:		
Variable:	**Unidad**	**Resultado**
Prevalencia de la saprolegniasis por zonas afectadas		
Afectación parte caudal		
Afectación de las aletas		
Despigmentación		
Descamación		
Manchas blanquecinas		
Prevalencia de la saprolegniasis		
Inicial		
5 días		
10 días		
20 días		
Efecto de los tratamientos naturales		
Inicial		
5 días		
10 días		
20 días		
Porcentaje mortalidad		
Inicial		
Durante el tratamiento		
Final		
Porcentaje de morbilidad		
Inicial		
5 días		
10 días		
20 días		

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Acuicultura: Técnica de dirigir y fomentar la reproducción de peces, moluscos y algas en agua dulce o salada.

Aflatoxinas: Son micotoxinas producidas principalmente de hongos del genero Aspergillus.

Agentes patogenos: Es toda entidad biológica que provoca enfermedades a sus huespedes como bacterias, protozoos, hongos, viroides y los priones.

Alevines: Cría de peces de agua dulce recien nacidos o jovenes que aún no han alcansado su madurez sexual.

Arroyos: Se define a los caudales cortos o rotos, riachuelos o quebradas que contienen una corriente de agua natural que flluye con continuidad.

Cautiverio: Se refiere a aquellos animales que son salvajes o no domesticos que se encuentran en lugares cerrados, limitados y artificiales.

Citoquinas: Hormonas vegetales o fitohormonas que son capaces de estimular la division celular.

Compuestos fenolicos: Moleculas que tiene uno o mas grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático.

Curcuminoides: Resposnsables del color amarillo o anaranjado de la curcuma esto se debe a la deslocalización electrónica en su estructura.

Desove: Soltar huevos o huevas ya se de un pez hembra de un anfibio, de un crustáceo, molusco o insecto.

Hifas: Unidad básica de varios hongos contienen pared celular esta compuesta de quitina en de celulosa como las plantas.

Inmunoglobulinas: Proteínas que son de vital importancia las mismas que circulam en el torrente sanguineo y realizan varias funciones.

Inocuo: Esto quiere decir que no genera o hace daño.

Micelio: Tallo de los hongos se encuentra formado por filamentos muy ramificados y cosntruyen el aparto de nutrición de estos seres vivos.

Microorganismos: Son todos aquellos organismos que debido a su tamaño reducido se los puede ver bajo un microscopio.

Monoterpenos: Metabolitos especiales de los aceites esenciales de varias especies de plantas aromaticas y forestales.

Per cápita: Se refiere a todo aquello que se registra o contabiliza por cada persona o conocido como PIB que es un indicador macroeconómico.

Piscicultura: Consiste en el cultivo de peces que se utiliza tecnicas y procedimientos que permite impulso y el control en la reproducción de peces, esto se practica en peceras, estanques y ríos.

Poliplanetismo: Se da al producirse varias generaciones de esporas secundarias que son intercaladas por un periodo de encistamiento.

Salmonidos: Pertenecen a la familia de peces óseos los msmo que possen dos aletas dorsales que viven en aguas dulses, frías y bien oxigenadas como es el caso de la trucha y el salmón.

Vegetación ribereña: Es toda vegetacion que ocupa las riberas de los rios, riachuelos, ayuda que las inundaciones sean menores y ayudandoa mantener una buena calidad del agua.

Zooplancton: Se encuentra formado por especies animales, estos estan presentes tanto en el agua dulce o en el mar, son organismos vivos que pertenecen al reino animal.