



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA
Y ZOOLOGÍA



TESIS

Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales (EMERALD ®).

Presentada para optar el Título Profesional de Licenciado (a) en
Ciencias Biológicas -Pesquería

Autor (es):

Bach. Mundaca Yncio, Cristhian Angello

Bach. Nicolas De la cruz, Erika Fiorela

Asesor (a):

Dr. Segundo Juan López Cubas

Lambayeque, Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA
Y ZOOLOGÍA



TESIS

Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales (EMERALD ®).

Bach. Mundaca Yncio, Cristhian Angello

Bach. Nicolas De la cruz, Erika Fiorela

Presentada para optar el título profesional de Licenciado (a) en Ciencias
Biológicas -Pesquería

Aprobado por:

Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva
Presidente

Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez
Secretario

MSc. María Victoria Lora Vargas
Vocal

Dr. Segundo Juan López Cubas
Asesor

Lambayeque, Perú

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Dr. Segundo Juan López Cubas; usuario revisor del informe de tesis titulado: Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales (EMERALD ®). Cuyos autores son, Bach. Cristhian Angello Mundaca Yncio con DNI: 72127530 y Bach. Erika Fiorela Nicolas de la Cruz con DNI: 74687071; hago conocer que la estimación ejecutada por el Programa informático, ha evidenciado un porcentaje de similitud de 19 %, observable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se adjunta.

Del análisis del mencionado reporte, se determinó que las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no representan plagio y que el informe cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecida en los protocolos respectivos.

Se adjunta el Recibo Digital para la determinación de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 25 de marzo del 2026



Dr. Segundo Juan López Cubas
DNI: 16581951
ASESOR

Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris)
alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis
de aceites esenciales (EMERALD ®)

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

4%

2

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz
Gallo

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

vsip.info

Fuente de Internet

1%

5

psidonline.isr.umich.edu

Fuente de Internet

1%

6

www.conf-irm.org

Fuente de Internet

1%

7

1library.co

Fuente de Internet

1%

8

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

www.revistas.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

1%

10

documentop.com

Fuente de Internet

1%

11

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1%

Juan López

12	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	colposdigital.colpos.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
15	"Proceedings of the 4th Biotechnology World Symposium", Mexican Journal of Biotechnology, 2024 Publicación	<1 %
16	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
22	Vincent A. Dodd, Patrick M. Grace. "Agricultural Engineering - Proceedings of the Eleventh International Congress on Agricultural Engineering, Dublin, 4-8 September 1989", CRC Press, 2026 Publicación	<1 %
23	biogeoquimica.unir.br Fuente de Internet	<1 %

Juan López

24	www.econstor.eu Fuente de Internet	<1 %
25	pdacrsp.oregonstate.edu Fuente de Internet	<1 %
26	Saeed Hajirezaee, Fatemehzahra Rohanizadehghadikolaei, Alireza Afzali-Kordmahalleh, Mohammad Hossein Khanjani. "Effects of dietary common juniper (<i>Juniperus communis</i>) essential oil on growth, immunity, antioxidant status, and disease resistance in rainbow trout, <i>Oncorhynchus mykiss</i> ", <i>Aquaculture Reports</i> , 2024 Publicación	<1 %
27	www.itccanarias.org Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca Trabajo del estudiante	<1 %
29	andina.pe Fuente de Internet	<1 %
30	purl.org Fuente de Internet	<1 %
31	revistas.upch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to POSGRADO Trabajo del estudiante	<1 %
33	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo

Juan López



Recibo digital

Este recibo confirma que su 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: Mundaca Yncio, Cristhian Angello Y Nicolas De La Cruz, Erika Fi...
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoiris) aliment...
Nombre del archivo: INFORME_OFICIAL_2026_6_FINAL_1.docx
Tamaño del archivo: 4.45M
Total páginas: 49
Total de palabras: 9,635
Total de caracteres: 51,119
Fecha de entrega: 25-mar-2026 01:51p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2912924300

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA
Y ZOOLOGÍA

TESIS

Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoiris) alimentada
con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales
(EMERALD II)

Presentada para optar el Título Profesional de Licenciado (a) en
Ciencias Biológicas - Pesquería

Autor (es)
Dch. Mundaca Yncio, Cristhian Angello
Dch. Nicolas de la Cruz, Erika Familia

Autor (es)
Dr. Segundo Juan López Cabas

Lambayeque, Perú
2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 43-2026 / FCCBB-UI

Siendo las **09:30** horas del día **27 de julio** de 2026, en modalidad virtual: <https://meet.google.com/caf-mxxc-rqk?authuser=0> se reunieron los miembros del Jurado designado mediante **Resolución N° 249-2023-FCCBB/D de fecha 29 de setiembre de 2023 y aprobado mediante Resolución N° 422-2024-FCCBB/D de fecha 04 noviembre de 2024**, conformado por:

Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva- Presidenta
Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez- Secretario
Dra. Maria Victoria Lora Vargas- Vocal
Dr. Segundo Juan López Cubas- Asesor

con la finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada: **Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoiris) alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales (EMERALD®)**, a cargo de los Bachilleres CRISTHIAN ANGELLO MUNDACA YNCIO Y ERIKA FIORELA NICOLAS DE LA CRUZ.

Sustentación autorizada y reprogramada mediante **RESOLUCIÓN N° 243-2026-FCCBB-D Lambayeque, 22 de julio de 2026** la misma que tuvo una duración de 30 minutos y luego de absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, obteniendo **20** puntos que equivale al calificativo de **EXCELENTE**.

Por lo que los sustentantes quedan **APTOS** para obtener el Título Profesional de **Licenciado(a) en Ciencias Biológicas - Pesquería** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las **10:30** horas se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Dra. Elsa Violeta Angulo de Alva
Presidenta

Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez
Secretario

Dra. Maria Victoria Lora Vargas
Vocal

Dr. Segundo Juan López Cubas
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por guiar mis pasos, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis queridos padres, Oscar Mundaca y Sully Yncio, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional. Este logro también les pertenece a ustedes, porque cada sacrificio realizado se ve reflejado hoy en este objetivo alcanzado.

A mis hermanos, quienes son parte importante de mi vida y una constante motivación para seguir adelante.

A mi querida abuela Melchora, por su cariño y sus palabras de aliento, y a la memoria de mi abuelo Víctor, cuyo recuerdo y enseñanzas permanecen siempre en mi corazón.

A Lizzy, por su apoyo, comprensión y compañía durante este camino, por motivarme a seguir adelante y creer en mí.

Finalmente, a todos mis familiares y amigos cercanos que, de una u otra manera, me brindaron su apoyo y motivación para no rendirme en este proceso.

Cristhian Angello Mundaca Yncio

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación.

A mis queridos padres, Santos Nicolas y Vangelina De la Cruz, por su amor, sus consejos y por inculcar en mí los valores que me han permitido seguir adelante y alcanzar este importante objetivo en mi vida.

A mi hijo Dylam, quien es mi razón de vida y motivación para seguir adelante y superarme cada día; su amor y existencia es la inspiración más grande para alcanzar mis metas.

A mi esposo Juan Carlos, por su apoyo incondicional, su comprensión y por estar siempre a mi lado alentándome en cada momento de este camino.

Erika Fiorela Nicolas de la Cruz

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su más sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible el desarrollo y culminación de la presente investigación.

En primer lugar, agradecemos a Dios por brindarnos la vida, la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar esta importante etapa de nuestra formación profesional.

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a nuestro asesor, el Dr. Segundo Juan López Cubas, por su orientación, apoyo constante y valiosos conocimientos brindados durante el desarrollo de la presente investigación.

De igual manera, extendemos nuestro agradecimiento a la profesora MSc. María Victoria Lora Vargas, por su disposición, orientación y apoyo brindado a lo largo del proceso de elaboración de esta tesis.

Asimismo, agradecemos de manera especial a la señora Sabina y al señor Enrique, propietarios de la piscigranja donde se llevó a cabo la fase experimental de esta investigación, por su amabilidad, confianza y apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo de campo.

Agradecemos también a nuestros padres y familiares por su amor, comprensión y apoyo incondicional, quienes fueron una fuente constante de motivación para alcanzar este logro.

Finalmente, expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo por brindarnos la formación académica y las herramientas necesarias para desarrollarnos como profesionales.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD	i
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO I. DISEÑO TEÓRICO	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Bases teóricas.....	7
1.3 Operacionalización o categorización de variables	8
CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	9
2.1 Tipo de investigación.....	9
2.2 Diseño de contrastación de hipótesis o Procedimiento a seguir en la investigación	9
2.3 Población (unidad de análisis), Muestra (técnicas de muestreo)	9
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	9
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	18
3.1 Crecimiento de <i>Oncorhynchus mikyss</i>	18
3.2 Rendimiento de producción	24
3.3 Factor de Conversión Alimenticio y Eficiencia Alimenticia	25
3.4 Mortalidad.....	25
3.5 Parámetros Físico-químicos del Agua	26
3.5.1 Temperatura del agua y Ambiental.....	26
3.5.2 pH.....	26
3.5.3 Oxígeno disuelto	27
Discusión	29
Conclusiones.....	36
Recomendaciones	37
Referencias.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes activos del microencapsulado (EMERALD ®) usados en el cultivo de <i>O. mykiss</i>	19
Tabla 2 Longitudes y pesos medios quincenales de <i>O. mykiss</i> alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales julio – diciembre 2022.....	19
Tabla 3 Analisis de varianza para determinar el efecto de la adición de aceites esenciales en la dieta comercial sobre el crecimiento de longitud y peso de <i>O. mykiss</i> julio – diciembre 2022.....	19
Tabla 4 Prueba de Duncan para determinar crecimiento significativo en función a la longitud de <i>O. mykiss</i> alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales. julio – diciembre 2022	22
Tabla 5 Prueba de Duncan para determinar crecimiento significativo en función al peso de <i>O. mykiss</i> alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales. julio – diciembre 2022	23
Tabla 6 Prueba de Duncan para determinar diferencias significativas quincena a quincena en función a la longitud y peso de <i>O. mykiss</i> alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales. julio – diciembre 2022	24
Tabla 7 Cantidades de alimento quincenal y total suministrado, Factor de Conversión Alimenticio y Eficiencia Alimenticia de <i>O. mykiss</i> , alimentada con una dieta comercial enriquecido con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.....	26
Tabla 8 Temperatura de agua de los estanques y ambiental, en el cultivo de <i>O. mykiss</i> alimentada con una dieta comercial enriquecido con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022	27
Tabla 9 pH del agua de los estanques, en el cultivo de <i>O. mykiss</i> alimentada con una dieta comercial enriquecido con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.....	28
Tabla 10 Oxígeno disuelto del agua de los estanques, en el cultivo de <i>O. mykiss</i> alimentada con una dieta comercial enriquecido con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación geográfica del caserío La granadilla.....</i>	10
Figura 2 <i>Estanque para etapa alevín, juvenil y engorde de O. mykkis cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022</i>	10
Figura 3 <i>Siembra de O. mykkis cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022</i>	11
Figura 4 <i>Diseño experimental, denominación de estanques, población total, longitud y peso medio de siembra de O. mykiss cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.....</i>	12
Figura 5 <i>Flujograma de inclusión de microencapsulado en la dieta comercial para alimentación de O. mykiss cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.....</i>	14
Figura 6 <i>Control biométrico de O. mykiss cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.....</i>	15
Figura 7 <i>Control de parámetros físico-químicos de agua en estanques de O. mykkis cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.....</i>	16
Figura 8 <i>Variación del crecimiento en longitud (A) y peso (B) de O. mykiss alimentado con una dieta comercial enriquecido con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.....</i>	20
Figura 9 <i>Producción Total y Neta de O. mykiss, alimentada con una dieta comercial enriquecido con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.</i>	24

RESUMEN

El presente Trabajo de Investigación fue ejecutado a fin de establecer el efecto, sobre el crecimiento y producción de la trucha arcoíris, de la inclusión de dos dosis de aceites esenciales (EMERALD ®) en su dieta. Para lo cual se desarrolló el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con 1 testigo y dos tratamientos sin repetición: Testigo (alimento sin adición de aceites esenciales), Tratamiento 1 (adición de 0,5 g/kg de alimento) y Tratamiento 2 (adición de 1 g/kg de alimento). Para este efecto, se dispuso de seis estanques de material de concreto: tres para el alevinaje, con dimensiones de 2,40 m de largo, 0,70 m de ancho y 0,60 m de profundidad y 3 estanques para engorde con medidas de 8,5 m de largo, 2,20 m de ancho y 1,20 m de profundidad. Cada estanque soportó una población de 1665 truchas, variando la densidad que para el alevinaje fue de 991 peces/m² y para el engorde de 89 peces/m²). La adición de los aceites esenciales se hizo en la dieta de la marca Aquatech durante la fase de alevinaje (primer y segundo mes), para la etapa de juvenil y adulto se alimentó con la dieta Trucha Andina. El control del crecimiento se realizó quincenalmente, tomando una muestra al azar de 50 ejemplares de cada estanque, haciéndose el registro de longitud total en mm y peso total en gramos. El registro del pH y oxígeno disuelto se hizo semanalmente, mientras que la temperatura del agua y ambiental se hizo diariamente.

La inclusión de aceites esenciales en la dieta durante la fase alevín, mejoró el crecimiento, producción y sobrevivencia de *O. mykiss*, siendo mejor en 0,5 g/ kg de alimento. Tratamiento donde se obtuvo la mayor producción, mejor factor de conversión y mayor eficiencia alimenticia. De otro lado, los parámetros fisicoquímicos del agua fueron similares, encontrándose dentro de los rangos óptimos establecidos.

Palabras clave: Acuicultura, *Oncorhynchus mykiss*, Inclusión de dos dosis de aceites esenciales en la dieta.

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effect of adding two doses of essential oils (EMERALD®) to the diet of rainbow trout on their growth and production. A progressively increasing stimulus experimental design was used, with one control and two treatments without replication: Control (feed without added essential oils), Treatment 1 (addition of 0.5 g/kg of feed), and Treatment 2 (addition of 1 g/kg of feed). Six concrete ponds were used: three for fry rearing, measuring 2.40 m long, 0.70 m wide, and 0.60 m deep, and three for grow-out, measuring 8.5 m long, 2.20 m wide, and 1.20 m deep. Each pond supported a population of 1665 trout, with stocking densities varying from 991 fish/m² for fry to 89 fish/m² for grow-out. Essential oils were added to the Aquatech brand diet during the fry stage (first and second month). During the juvenile and adult stages, the fish were fed the Andean Trout diet. Growth was monitored every two weeks by randomly selecting 50 specimens from each pond, recording total length in mm and total weight in grams. pH and dissolved oxygen were recorded weekly, while water and ambient temperatures were measured daily.

The inclusion of essential oils in the diet during the fry stage improved the growth, production, and survival of *O. mykiss*, with the best results obtained at a concentration of 0.5 g/kg of feed. This treatment yielded the highest production, best feed conversion ratio, and greatest feed efficiency. On the other hand, the physicochemical parameters of the water were similar, falling within the established optimal ranges.

Keywords: Aquaculture, *Oncorhynchus mykiss*, Inclusion of two doses of essential oils in the diet.

INTRODUCCIÓN

En el sector acuícola, la búsqueda de procesos productivos cada vez más eficientes ha generado el desarrollo de nuevos mecanismos en las prácticas de manejo temprano de peces, incidiendo en mejorar la calidad de la alimentación. Uno de estos mecanismos es el uso de suplementos como los aceites esenciales, que han demostrado resultados favorables en el rendimiento productivo de peces, contribuyendo en la homogeneidad de tallas, facilitando la absorción de los nutrientes del alimento, favoreciendo el soporte inmunológico y minimizando el desarrollo de enfermedades, así como los niveles de mortandad.

En el Perú, el cultivo de trucha se ha desarrollado en regiones con características geográficas alto andinas, destacando por sus niveles de producción, las regiones de Puno, Huancavelica, Junín, Arequipa, Áncash, Cusco, Lima, Amazonas y Cajamarca, de acuerdo con el Catastro Acuícola del Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2015). El impacto de esta actividad ha ocurrido en distintos niveles de la cadena productiva acuícola peruana, dando lugar a una cadena de servicios como los proveedores de alimento de trucha, insumos de cultivo y materiales (MINAM, 2008). Sin embargo, aunque es innegable el desarrollo de la acuicultura de la trucha en el país, aún hay falta de investigaciones en el planteamiento de alternativas orientadas a optimizar más el desarrollo de esta práctica como es el caso del uso de los aceites esenciales en el alimento.

En la región norte del país, es Cajamarca quien lidera la producción de truchas con 300 toneladas al año, lo cual es el reflejo del fortalecimiento de programas de cadena productiva de trucha por parte del gobierno regional, que se desarrollan en conjunto con gobiernos locales de las provincias de Cutervo, Chota, Santa Cruz, San Miguel, San Pablo, Contumazá, San Marcos y Celendín. (ANDINA, 2009).

En ese sentido, Cajamarca se ha considerado como referente en el norte del país por ser la más concientizada en el manejo, crianza, valor nutricional y proteico de truchas y también por presentar los recursos hídricos y climatológicos adecuados para el cultivo y producción de trucha. Actividad que ha presentado un buen crecimiento en los últimos años, proveedora de pescado fresco de alta calidad muy apreciado por la población (Tantalean, 2014).

En esta línea de trabajo, se ha desarrollado el presente trabajo de investigación titulado Producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris) alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales (EMERALD ®). Siendo los objetivos: determinar el crecimiento en longitud y peso y supervivencia de las truchas alimentadas con dietas con inclusión de aceites esenciales, comparar el crecimiento de los peces alimentados con dietas con inclusión de aceites esenciales , seleccionar el tratamiento que proporcione el mayor rendimiento y establecer las características fisicoquímicos del agua; habiéndose planteado el problema: ¿Cómo influirá la inclusión de dosis de aceites esenciales, en la dieta de alevines, la producción de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris)?; proponiéndose la hipótesis: Si la aplicación de aceites esenciales en la dieta de truchas desde la fase alevín favorece su crecimiento en talla y peso y la supervivencia, entonces en la fase de engorde se obtendrá un mayor rendimiento cuando se apliquen estos aceites esenciales; hipótesis que ha sido contrastada con el Diseño Experimental de Estímulo Creciente.

CAPITULO I. DISEÑO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Rios y Ubidia (2014), al evaluar los parámetros de crecimiento y supervivencia de alevines de truchas incorporando tres tratamientos de aceites esenciales en su dieta (Cúrcuma, Jengibre y Hierba Luisa) y un tratamiento sin aceite esencial. Determinaron que la inclusión de los aceites esenciales tuvo una correlación positiva en los parámetros de talla, peso, conduciendo a la homogeneización de su desarrollo en estos parámetros y una menor mortalidad. Se indica también que los aceites esenciales de Cúrcuma y Hierba Luisa son similares entre sí y se diferencian del tratamiento de jengibre en el nivel de mortalidad.

Los productos naturales también son una alternativa como dieta alimenticia, así Granda (2016) a partir de la incorporación de harina de jengibre (*Zingiber officinale*), alimentó alevines en fase II, en tres tratamientos: 0.2%, 0.4% y 0.6% con 5 repeticiones, obteniendo el mejor resultado productivo en la concentración de 0.6%, con un peso final de 4.10 g, tamaño final de 6.03 cm, una baja mortalidad de 8.43 % y una rentabilidad del 90%; por lo que se comprueba que productos naturales como el jengibre (*Zingiber officinale*) constituyen una alternativa estable como dietas, que en caso de alevines en fase II, se recomienda incluir en un porcentaje de 0.6% de harina de jengibre para una mejora en los parámetros productivos.

La inclusión de aceites esenciales en el mercado, como Dosto® concentrate 500 a base de orégano, aporta resultados positivos al mejorar la aceptación del alimento comercial y por sus propiedades anti estrés y anti bacterianas. Esto se corrobora con la investigación realizada por Pfuño y Yanqui. (2021) que al trabajar en etapa post larva a juvenil con concentraciones de 0.3 g/kg y 0.5 g/kg de Dosto® concentrate 500, los parámetros evaluados como peso, talla y mortalidad, tuvieron mejores resultados con la concentración de 0.3 g/kg,

por lo que confirma el mayor desempeño de su desarrollo en la fase de post larva a juvenil de trucha arco iris, al incluir aceite esencial en su dieta.

Otra alternativa que se ofrece es la concentración de distintos aceites esenciales en un solo producto. Yong (2021) trabajó con la marca Emerald®, que es un microencapsulado de mezcla de aceites esenciales de orégano, palma, clavo y canela, como suplemento en dieta para tilapia gris. Añadiendo una concentración al 1%, confirma la eficiencia de este producto en los índices productivos y que disminuye el recuento de unidades formadoras de colonias de gram negativos en un 95%.

Con el fin de mejorar la producción acuícola se ha optado por el uso de antibióticos en las dietas, que a pesar de tener ventajas trae consigo riesgos como contaminación del medio, resistencia de patógenos y acumulación de residuos. Por ende, una alternativa a la mejora de la producción acuícola es la introducción de productos naturales como los aceites esenciales, que muestran beneficios en el crecimiento y desarrollo de barreras contra organismos patógenos. Así, Martínez (2018) evaluó el crecimiento de crías de tilapia (*Oriochromis niloticus*) con la introducción de diferentes niveles de aceite esencial de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) comparando estos niveles con los obtenidos usando el antimicrobiano (Eritromicina). De las 4 concentraciones usadas de orégano mexicano (8%, 10%, 12% y 14%), fue al 10% donde se obtuvo los valores más altos de peso diario y final, sin embargo, no hay una diferencia significativa con los resultados de Eritromicina, por lo cual se afirma que el orégano mexicano (*Lippia graveolens*) no manifiesta influencia significativa en el crecimiento de tilapia, pero si en la actividad antimicrobiana.

Asenjo (2015) comparó experimentalmente el desarrollo de dos grupos de ovas de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoiris) procedentes de dos centros de producción, Troutlodge Inc. de EEUU (importado) y del Centro Piscícola Molinopampa - Amazonas (nacional), para la determinación del efecto de la procedencia de las ovas sobre los niveles de eclosión,

sobrevivencia de larvas y crecimiento; donde los resultados fueron favorables para las ovas importadas, obteniendo con este lote una mortalidad de 13.97%, eclosión de 98.38% y sobrevivencia de larvas de 97.12% llegando a alcanzar la talla comercial y el menor costo de producción en alevinos.

1.2 Bases teóricas

FONDEPES (2018) indica que la acuicultura en los últimos 30 años es el sector de alimentación productor de proteína animal de mayor crecimiento, dominado por Asia y las Américas con una producción de 250 000 millones de dólares anuales.

PRODUCE (2008) señala que el Perú ha tenido un escaso desarrollo en este sector y lo que predomina es la producción de trucha. Esta predominancia se da por la gran área que ocupan las regiones alto andinas las cuales presentan las condiciones climatológicas adecuadas para su óptima producción.

Rios y Ubidia (2014), evaluaron los parámetros de crecimiento y supervivencia en alevines de trucha arcoíris incorporando a su dieta aceites esenciales de cúrcuma, jengibre y hierba luisa, determinando que la inclusión de estos aceites esenciales a la dieta tuvo una correlación positiva con la talla y peso, y que, respecto a supervivencia, con jengibre fue menor.

Pfño y Yanqui (2021), experimentaron la inclusión de aceite esencial de la marca Dosto® concentrate 500 a base de orégano, en la dieta de trucha arcoíris en la etapa de post-larva a juvenil, observando que todos los parámetros productivos se vieron favorecidos con la concentración de 0.3 g/kg.

1.3 Operacionalización o categorización de variables

TIPO	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable dependiente	Crecimiento y producción de Trucha arcoíris	Longitud	Medida en milímetros
		Peso	Peso en gramos
		Supervivencia	Porcentaje
Variable independiente	Inclusión de aceites esenciales en la dieta	Sin inclusión de aceite esencial (testigo)	Dieta normal
		Inclusión de aceite esencial (EMERALD®): 0,5 g/kg de alimento	Incremento de medio gramo de aceites esenciales por kilogramo de alimento
		Inclusión de aceite esencial (EMERALD®): 1 g/kg de alimento	Incremento de 1 gramo de aceite esencial por kilogramo de alimento

CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de investigación

La investigación que se ha realizado es de tipo Experimental, en tanto se ha estudiado el efecto de la inclusión de dos concentraciones de aceites esenciales en la dieta de los alevinos de trucha arcoíris, sobre su crecimiento corporal y supervivencia durante su proceso productivo.

2.2 Diseño de contrastación de hipótesis o Procedimiento a seguir en la investigación

La hipótesis se contrastó con el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con 1 testigo y 2 tratamientos, sin repetición: Testigo: dieta sin inclusión de aceites esenciales, T1: inclusión de 0,5 g/kg de alimento de EMERALD ® y T2: inclusión de 1 g/kg de alimento de EMERALD ®

2.3 Población (unidad de análisis), muestra (técnicas de muestreo)

La población estuvo constituida por alevinos obtenidos de la sala de re-incubación de la piscigranja “Trucha Dorada” ubicada en el caserío La Granadilla.

La muestra estuvo constituida por 5000 alevinos de Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El proceso de cultivo de *Oncorhynchus mykiss* se realizó de julio a diciembre de 2022, en la piscigranja “Trucha Dorada”, ubicada en el Caserío la Granadilla, Distrito de Calquis, Provincia de San Miguel y Departamento de Cajamarca (Figura 1). Para lo cual se dispuso de tres estanques de material de concreto de 2,40 m de largo, 0,70 m de ancho y 0,60 m de profundidad para la etapa de alevín (Figura 2) y 3 estanques para la etapa de engorde de 8,5 m de largo, 2,20 m de ancho y 1,20 m de profundidad, debidamente acondicionados con entrada y salida de agua. (Figura 2).

Figura 1

*Ubicación geográfica del caserío La granadilla, lugar de siembra de *O. mykiss* cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.*

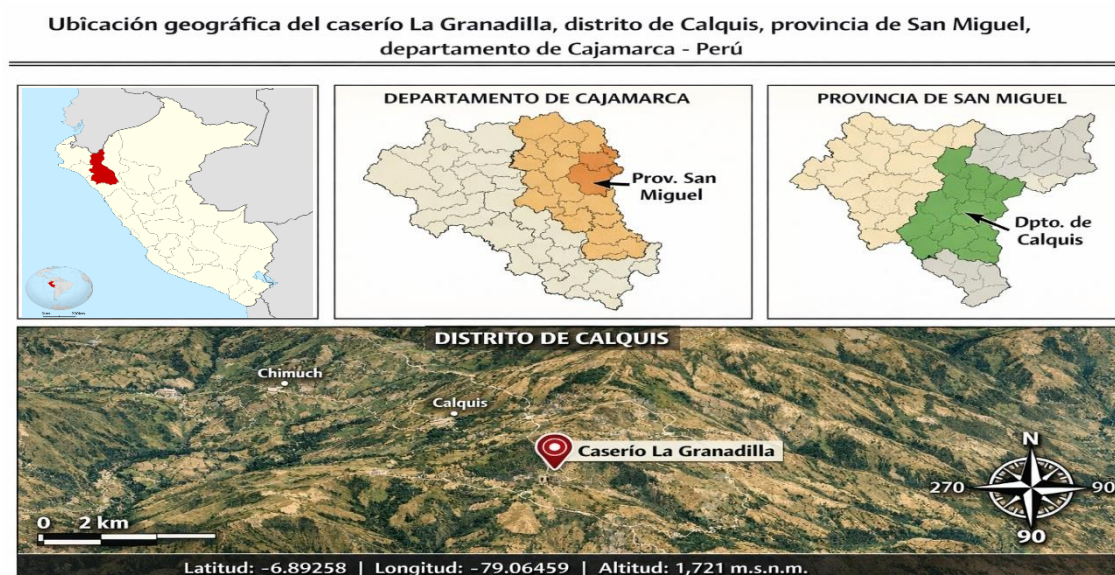


Figura 2

*Estanques para etapa alevín (A) y engorde (B) de *O. mykiss* cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.*



Densidad poblacional para los estanques de alevinaje fue de 991 ejemplares por m², siendo la población total, de cada estanque de 1 665 truchas (Figura 3). La densidad para los estanques de engorde fue de 89 ejemplares por m², con una población total de 1665 truchas para cada estanque.

Figura 3

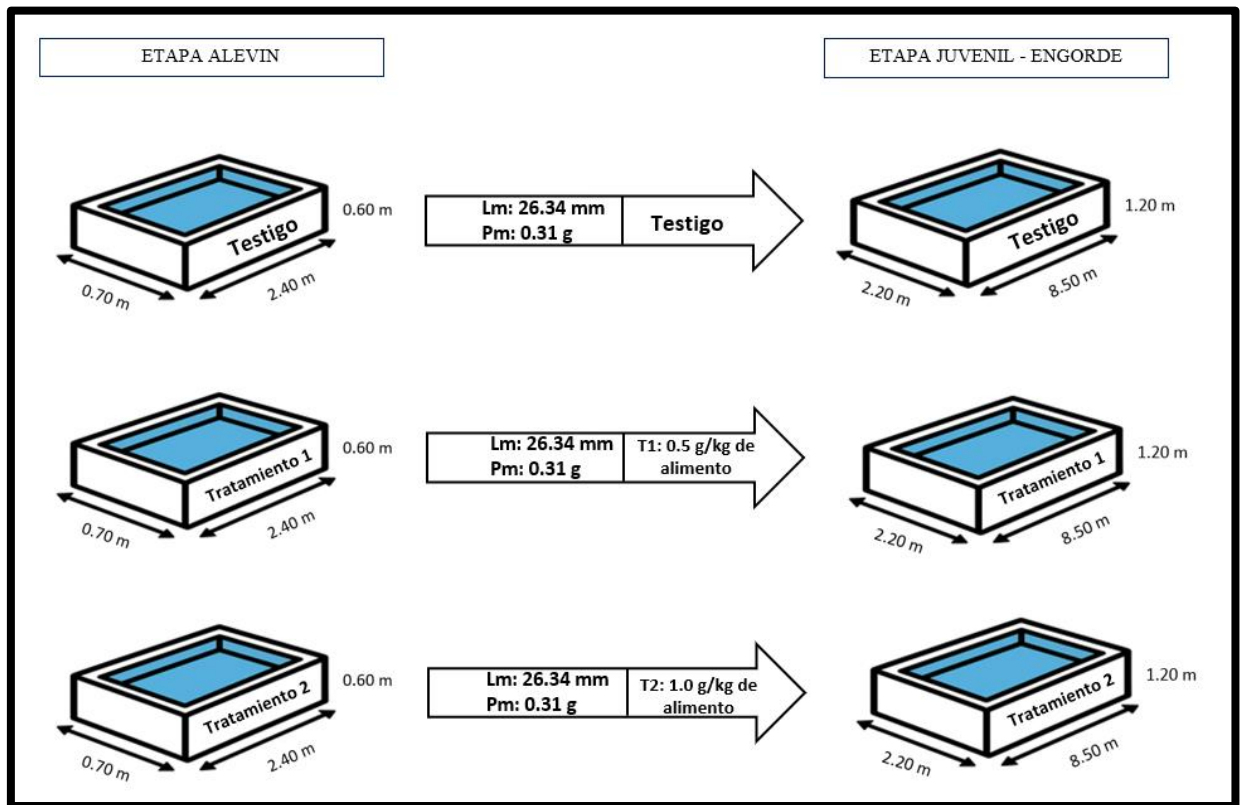
Siembra de O. mykiss cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.



La hipótesis fue contrastada mediante el Diseño Experimental de Estímulo Creciente con 1 testigo (alimento sin inclusión de aceites esenciales) y 2 tratamientos (inclusión de 0,5 g de aceites esenciales por kg de alimento e inclusión y de 1,0 g de aceites esenciales por kg de alimento), sin repetición; siendo el factor la dosis de aceites esenciales (Figura 4).

Figura 4

Diseño experimental, denominación de estanques, población total, longitud y peso medio de siembra de O. mykiss cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.



La alimentación de las truchas se realizó con la dieta balanceada Aquatech de 50% de proteína, de 0,5; 0,8; 1 y 1,5 mm de diámetro en el primer y segundo mes de la etapa alevín, en el tercer mes se fue adicionando parcialmente el alimento balanceado de la marca “Trucha Andina” a la dieta anterior de Aquatech, para la etapa juvenil en adelante se usó únicamente la marca trucha andina en la presentación de 45% de proteína de 2 mm, y 42% de proteína con calibre de 3 mm (crecimiento 1), 4 mm (crecimiento 2) y concentración de 40% de proteína para engorde con 6 mm de diámetro. Los índices alimentarios variaron de acuerdo a la talla, peso y temperatura del agua, utilizando la Tabla de Alimentación del alimento utilizado, teniendo en cuenta, además, la tasa de crecimiento diaria de los peces en cultivo.

El aceite microencapsulado (EMERALD ®) es un producto importado obtenido a través de la Casa Comercial Acuiwet, en la presentación de 1 bolsa de un kilo de peso; cuya composición se indica en la (Tabla 1), fue incorporado en dos concentraciones; para el Tratamiento 1 la concentración de 0,5 g/kg de alimento y para el Tratamiento 2 una concentración de 1 g/kg de alimento, utilizando melaza diluida para adherir el microencapsulado al alimento balanceado; para ello, se hizo la dilución de la melaza con agua en una relación de 1:3, con el uso de una varilla agitadora se hizo la mezcla manualmente por 10 min, luego se realizó la mezcla del alimento con la melaza diluida, se espolvoreó el microencapsulado y se homogenizó utilizando una bagueta de vidrio; finalmente, se dejó secar a temperatura ambiente durante 10 minutos. (Figura 5).

Tabla 1

Componentes activos del microencapsulado (EMERALD ®) usados en el cultivo de O. mykiss.

Numero	Nombre del compuesto (NIST08.L)	Tr (min)	% en la muestra (áreas Relativas)
1	Estireno	14.35	0.29
2	Benzaldehído	15.87	0.73
3	P-cimeno	17.01	0.81
4	Limoneno	17.09	0.12
5	1-metil-4-(-1metilenil)- benceno	18.17	0.09
6	3-fenil-2-propenal	20.33	1.08
7	Cinamaldehído	21.17	53.93
8	Tymol	21.24	24.22
9	Carvacrol	21.40	18.73

Nota. Tomado de Efecto de la suplementación dietaria con aceites esenciales en los parámetros productivos, hematológicos y bacterias intestinales de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) (Anexo 6, p. 95), por C. A. Yong Rojas, 2021, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Figura 5

*Flujograma de inclusión de microencapsulado en la dieta comercial para alimentación de *O. mykiss* cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.*



La frecuencia de alimentación en la etapa de alevinaje fue de 6 veces al día, posteriormente fue disminuyendo de acuerdo al crecimiento de los peces; en la etapa juvenil y engorde, las raciones fueron dadas 4 y 3 veces al día, respectivamente.

El control biométrico del crecimiento de los peces se realizó quincenalmente, tomando una muestra al azar de 50 especímenes de cada estanque, utilizando una cal-cal de mano. Se registró la longitud total en mm utilizando probetas graduadas en mm de 10 mL, 20 mL ,50 mL y 250 mL, de acuerdo a la talla, y el peso total con balanza digital de 0,01 g de sensibilidad. (Figura 6)

Figura 6

Control biométrico de O. mykiss cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.



El registro de las características físico-químicos del agua se realizó semanalmente, la determinación del pH se utilizó un potenciómetro digital y para el oxígeno disuelto se realizó con un oxímetro marca AZ Instrument. (Figura 7) La temperatura ambiental y del agua fue tomada diariamente, 3 veces al día: 6:00, 12:00 y 18:00 horas, haciendo uso de un termómetro de canastilla.

Figura 7

Control de parámetros físico-químicos de agua en estanques de O. mykiss cultivado en dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022



Con la finalidad de determinar el efecto de la dosis de aceites esenciales, así como del tiempo sobre el crecimiento de los peces, se aplicó el análisis de varianza para un modelo factorial de dos factores fijos:

$$Y_{ijk} = A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: Factor dosis de aceites esenciales, tiempo y la interacción de ambos factores no afectan el crecimiento de *O. mykiss*.

Ha: Factor dosis de aceites esenciales, tiempo y la interacción de ambos factores si afectan el crecimiento de *O. mykiss*.

Las decisiones se tomaron de acuerdo a lo siguiente:

Aceptar Ho si F_c es menor o igual que F_t

Aceptar Ha si F_c es mayor que F_t

A través de la prueba de Duncan se determinó el tratamiento que presentó el mejor crecimiento en longitud y peso.

Los análisis estadísticos fueron realizados con una laptop Lenovo AMD Athlon Silver, utilizando el programa Microsoft Excel 2016 y el software R 4.5.1.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Crecimiento de *Oncorhynchus mikyss*

El crecimiento de los peces, en longitud y peso, observó diferencias en sus valores entre tratamientos y testigo, a favor del Tratamiento 1 en el cual las truchas fueron alimentadas con una dieta con inclusión de aceites esenciales en dosis de 0,5 g/kg de alimento, donde lograron el mayor crecimiento al final del cultivo: 217,65 mm y 213,72 g (Tabla 2). Mayor crecimiento que se evidenció desde la primera quincena del cultivo, observándose también que el Testigo y el Tratamiento 2 crecieron casi al mismo ritmo desde el inicio hasta la última quincena de cultivo (Figura 8, A y B).

Las diferencias observadas en el crecimiento en longitud y peso, manifestaron significación estadística, de manera que el crecimiento de los peces fue afectado por el factor dosis de aceites esenciales ($p = ,000$), además del tiempo ($p = ,000$) y la interacción de ambos factores ($p = ,000$) (Tabla 3).

La aplicación de la prueba de Duncan (Tabla 4 y 5) puso en evidencia que el crecimiento de las truchas en el Tratamiento 1, superó significativamente el crecimiento de los peces en el Testigo y Tratamiento 2, desde la segunda quincena en longitud y desde la quinta quincena para el peso. Entre el Testigo y el Tratamiento 2, no hubo diferencias significativas en el crecimiento en longitud ni en peso.

Con respecto al tiempo, la prueba de Duncan (Tabla 6) evidenció que el crecimiento fue significativo desde la primera quincena de cultivo, en longitud y a partir de la segunda quincena, para el peso, hasta la finalización del experimento.

Tabla 2

Longitudes y pesos medios quincenales de O. mykiss alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales. julio – diciembre 2022

Tiempo (quincenal)	Testigo			Tratamiento 1			Tratamiento 2		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
Siembra	1665	26,34	0,31	1665	26,34	0,31	1665	26,34	0,31
muestreo 1	50	35,18	0,81	50	36,36	0,88	50	35,37	0,84
muestreo 2	50	55,19	2,29	50	57,93	2,33	50	55,77	2,06
muestreo 3	50	74,16	5,14	50	83,44	5,71	50	75,56	4,78
muestreo 4	50	93,38	11,84	50	96,53	12,19	50	91,97	11,18
muestreo 5	50	130,02	29,77	50	135,84	34,38	50	129,98	30,44
muestreo 6	50	137,59	38,83	50	141,59	40,10	50	135,49	38,09
muestreo 7	50	152,58	44,32	50	155,97	46,60	50	153,61	42,50
muestreo 8	50	171,05	53,44	50	180,20	63,76	50	172,21	48,93
muestreo 9	50	183,94	85,80	50	178,37	101,89	50	181,36	82,73
muestreo 10	50	189,07	117,97	50	198,34	135,19	50	194,26	118,87
muestreo 11	50	199,73	200,44	50	217,65	213,72	50	204,15	201,28

Tabla 3

Análisis de Varianza para determinar el efecto de la adición de aceites esenciales en la dieta comercial sobre el crecimiento en longitud y peso de O. mykiss julio – diciembre 2022.

Fuente de Variación	Longitud		Peso	
	Razón F	Valor p	Razón F	Valor p
Tratamientos (T)	107,09	0,000	302,97	0,000
Tiempo (t)	14226,72	0,000	24965,70	0,000
Interacción (T x t)	11,78	0,000	36,36	0,000

Figura 8

*Variación del crecimiento en longitud (A) y peso (B) de *O. mykiss* alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.*

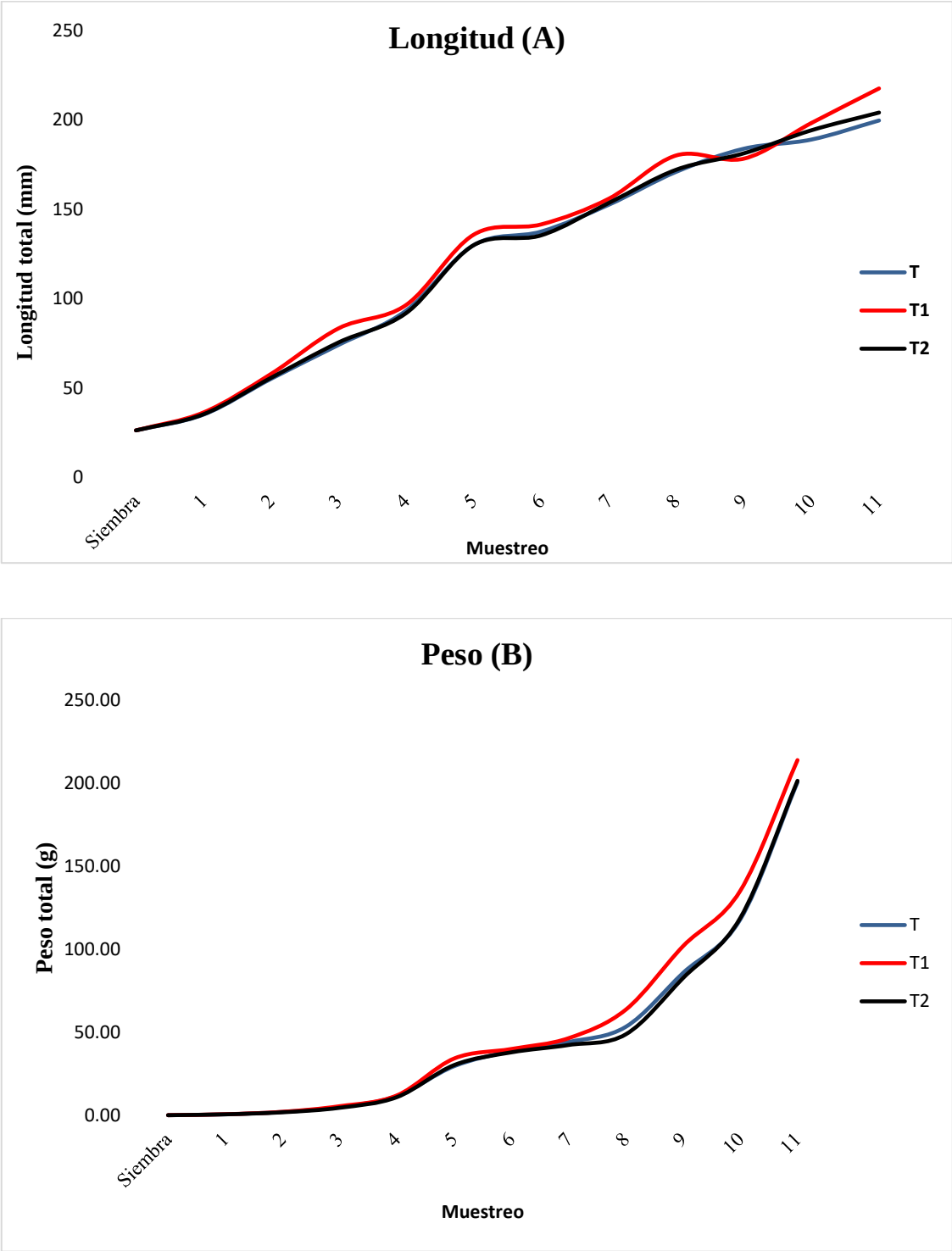


Tabla 4

Prueba de Duncan para determinar crecimiento significativo en función a la longitud de O. mykiss alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales.
julio – diciembre 2022

Comparación	Quincena	Media (T)	Media (T1)	Diferencia	AED
Testigo vs T1	1	35,18	36,36	1,18	2,65
Testigo vs T1	2	55,19	57,94	2,75	2,65*
Testigo vs T1	3	74,16	83,44	9,27	2,65*
Testigo vs T1	4	93,38	96,53	3,15	2,65*
Testigo vs T1	5	130,02	135,84	5,82	2,65*
Testigo vs T1	6	137,59	141,59	4,00	2,65*
Testigo vs T1	7	152,58	155,97	3,39	2,65*
Testigo vs T1	8	171,05	180,20	9,15	2,65*
Testigo vs T1	9	183,94	178,38	5,56	2,65*
Testigo vs T1	10	189,07	198,34	9,27	2,65*
Testigo vs T1	11	199,73	217,65	17,91	2,65*
Comparación	Quincena	Media (T)	Media (T2)	Diferencia	AED
Testigo vs T2	1	35,18	35,38	0,19	2,65
Testigo vs T2	2	55,19	55,77	0,58	2,65
Testigo vs T2	3	74,16	75,56	1,39	2,65
Testigo vs T2	4	93,38	91,97	1,41	2,65
Testigo vs T2	5	130,02	129,99	0,03	2,65
Testigo vs T2	6	137,59	135,50	2,09	2,65
Testigo vs T2	7	152,58	153,61	1,02	2,65
Testigo vs T2	8	171,05	172,22	1,17	2,65
Testigo vs T2	9	183,94	181,36	2,58	2,65
Testigo vs T2	10	189,07	194,26	5,19	2,65*
Testigo vs T2	11	199,73	204,16	4,42	2,65*
Comparación	Quincena	Media (T1)	Media (T2)	Diferencia	AED
T1 vs T2	1	36,36	35,38	0,98	2,65
T1 vs T2	2	57,94	55,77	2,17	2,65
T1 vs T2	3	83,44	75,56	7,88	2,65*
T1 vs T2	4	96,53	91,97	4,56	2,65*
T1 vs T2	5	135,84	129,99	5,85	2,65*
T1 vs T2	6	141,59	135,50	6,09	2,65*
T1 vs T2	7	155,97	153,61	2,36	2,65
T1 vs T2	8	180,20	172,22	7,98	2,65*
T1 vs T2	9	178,38	181,36	2,98	2,65*
T1 vs T2	10	198,34	194,26	4,08	2,65*
T1 vs T2	11	217,65	204,16	13,49	2,65*

Tabla 5

Prueba de Duncan para determinar crecimiento significativo en función al peso de O.

mykiss alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites

esenciales. julio – diciembre 2022

Comparación	Quincena	Media (T)	Media (T1)	Diferencia	AED
Testigo vs T1	1	0,81	0,88	0,07	1,95
Testigo vs T1	2	2,29	2,33	0,04	1,95
Testigo vs T1	3	5,14	5,71	0,57	1,95
Testigo vs T1	4	11,84	12,19	0,35	1,95
Testigo vs T1	5	29,77	34,38	4,61	1,95*
Testigo vs T1	6	38,83	40,10	1,27	1,95
Testigo vs T1	7	44,32	46,60	2,28	1,95*
Testigo vs T1	8	53,44	63,76	10,32	1,95*
Testigo vs T1	9	85,80	101,89	16,09	1,95*
Testigo vs T1	10	117,97	135,19	17,22	1,95*
Testigo vs T1	11	200,44	213,72	13,28	1,95*
Comparación	Quincena	Media (T)	Media (T2)	Diferencia	AED
Testigo vs T2	1	0,81	0,84	0,03	1,95
Testigo vs T2	2	2,29	2,06	0,23	1,95
Testigo vs T2	3	5,14	4,78	0,36	1,95
Testigo vs T2	4	11,84	11,18	0,66	1,95
Testigo vs T2	5	29,77	30,44	0,67	1,95
Testigo vs T2	6	38,83	38,09	0,74	1,95
Testigo vs T2	7	44,32	42,50	1,82	1,95
Testigo vs T2	8	53,44	48,93	4,51	1,95*
Testigo vs T2	9	85,80	82,73	3,07	1,95*
Testigo vs T2	10	117,97	118,87	0,90	1,95
Testigo vs T2	11	200,44	201,28	0,84	1,95
Comparación	Quincena	Media (T1)	Media (T2)	Diferencia	AED
T1 vs T2	1	0,88	0,84	0,04	1,95
T1 vs T2	2	2,33	2,06	0,27	1,95
T1 vs T2	3	5,71	4,78	0,93	1,95
T1 vs T2	4	12,19	11,18	1,01	1,95
T1 vs T2	5	34,38	30,44	3,94	1,95*
T1 vs T2	6	40,10	38,09	2,01	1,95*
T1 vs T2	7	46,60	42,50	4,10	1,95*
T1 vs T2	8	63,76	48,93	14,83	1,95*
T1 vs T2	9	101,89	82,73	19,16	1,95*
T1 vs T2	10	135,19	118,87	16,32	1,95*
T1 vs T2	11	213,72	201,28	12,44	1,95*

Tabla 6

Prueba de Duncan para determinar diferencias significativas quincena a quincena en función a la longitud y peso de O. mykiss alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales. julio – diciembre 2022

Longitud			Peso		
Tiempo	Dif.	AED	Tiempo	Dif.	AED
Testigo			Testigo		
M1-M2	20,01	2,78*	M1-M2	1,48	2,05
M2-M3	18,98	2,78*	M2-M3	2,85	2,05*
M3-M4	19,22	2,78*	M3-M4	6,70	2,05*
M4-M5	36,64	2,78*	M4-M5	17,93	2,05*
M5-M6	7,57	2,78*	M5-M6	9,06	2,05*
M6-M7	14,99	2,78*	M6-M7	5,49	2,05*
M7-M8	18,46	2,78*	M7-M8	9,12	2,05*
M8-M9	12,89	2,78*	M8-M9	32,36	2,05*
M9-M10	5,12	2,78*	M9-M10	32,17	2,05*
M10-M11	10,66	2,78*	M10-M11	82,47	2,05*
Tratamiento 1			Tratamiento1		
M1-M2	21,58	2,78*	M1-M2	1,45	2,05
M2-M3	25,50	2,78*	M2-M3	3,38	2,05*
M3-M4	13,09	2,78*	M3-M4	6,48	2,05*
M4-M5	39,31	2,78*	M4-M5	22,19	2,05*
M5-M6	5,75	2,78*	M5-M6	5,72	2,05*
M6-M7	14,38	2,78*	M6-M7	6,50	2,05*
M7-M8	24,23	2,78*	M7-M8	17,16	2,05*
M8-M9	-1,82	2,78	M8-M9	38,13	2,05*
M9-M10	19,96	2,78*	M9-M10	33,30	2,05*
M10-M11	19,31	2,78*	M10-M11	78,53	2,05*
Tratamiento 2			Tratamiento 2		
M1-M2	20,39	2,78*	M1-M2	1,22	2,05
M2-M3	19,79	2,78*	M2-M3	2,72	2,05*
M3-M4	16,41	2,78*	M3-M4	6,40	2,05*
M4-M5	38,02	2,78*	M4-M5	19,26	2,05*
M5-M6	5,51	2,78*	M5-M6	7,65	2,05*
M6-M7	18,11	2,78*	M6-M7	4,41	2,05*
M7-M8	18,61	2,78*	M7-M8	6,43	2,05*
M8-M9	9,14	2,78*	M8-M9	33,80	2,05*
M9-M10	12,90	2,78*	M9-M10	36,14	2,05*
M10-M11	9,90	2,78*	M10-M11	82,41	2,05*

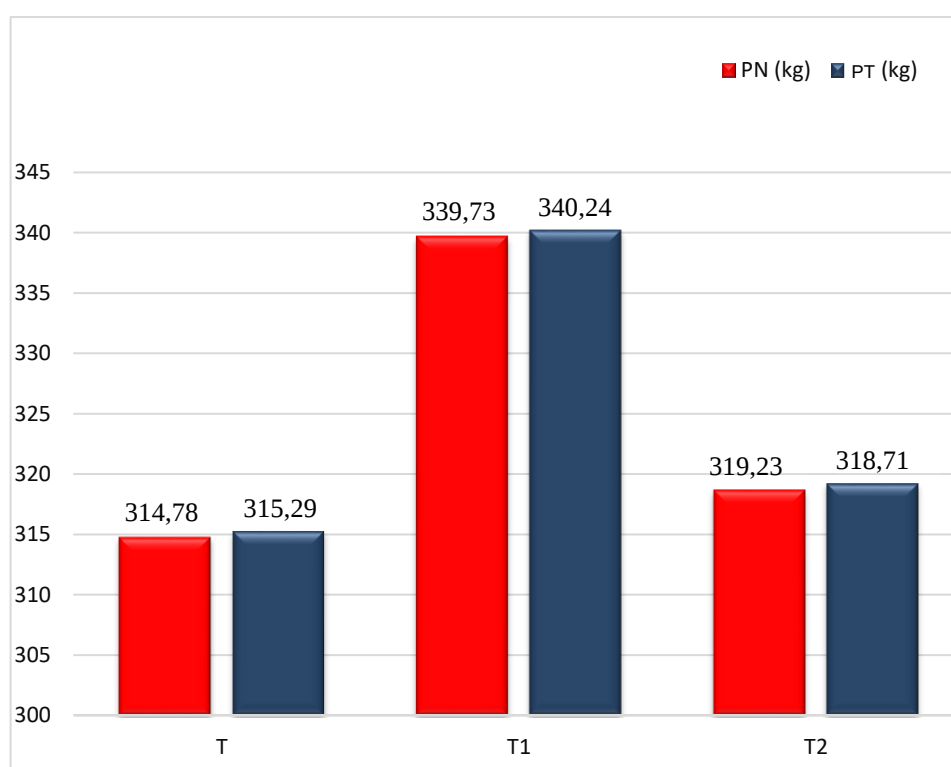
A.E.D.: Amplitud estudiantizada de Duncan; *: valor significativo al 0,05.

3.2 Rendimiento de producción

Las producciones totales de los estanques de cultivo fueron de: 315,29 kg para el Testigo, 340,24 kg para el Tratamiento 1 y 319,23 kg para el Tratamiento 2; siendo las producciones netas 314,78 kg para Testigo, 339,73 kg para Tratamiento 1 y 318,71 kg para Tratamiento 2; observándose que las mayores producciones total y neta correspondieron al Tratamiento 1 (Figura 9)

Figura 9

Producción Total y Neta de O. mykiss, alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022.



3.3 Factor de Conversión Alimenticio y Eficiencia Alimenticia

La cantidad de alimento suministrado a los peces, incrementó conforme los peces fueron aumentando su crecimiento en peso, así como con el transcurrir del tiempo.

El mejor Factor de Conversión y Eficiencia Alimenticia correspondió al tratamiento 1 de 0,5 g/kg de alimento: 1,09 y 91,00 % (Tabla 7).

Tabla 7

Cantidades de alimento quincenal y total suministrado, Factor de Conversión Alimenticio y Eficiencia Alimenticia de O. mykiss, alimentada con una dieta comercial enriquecido con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022

Tiempo (quincena)	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	1,55	1,62	1,47
2	3,38	3,43	3,02
3	6,43	7,24	6,01
4	10,54	12,59	11,62
5	30,38	27,49	30,86
6	28,93	28,69	28,04
7	27,01	30,60	30,53
8	33,26	39,01	29,90
9	56,34	60,37	55,04
10	63,75	68,66	65,12
11	91,37	93,12	92,30
Total	352,94	372,96	353,91
F. C.	1,12	1,09	1,11
E. A. (%)	89,00	91,00	90,00

3.4 Mortalidad

Las mortalidades observadas en el desarrollo del cultivo fueron bajas, presentándose en los tres tratamientos: Testigo, T1 y T2, siendo de 5,52%, 4,38% y 4,74 %, respectivamente.

3.5 Parámetros Físico-químicos del Agua

3.5.1 Temperatura del agua y Ambiental

Las temperaturas del agua de los estanques de cultivo tuvieron valores muy semejantes, manteniéndose por encima de 13,0 °C y no mayor de 15,44 °C durante los cinco meses de cultivo. La temperatura ambiental, presentó valores más altos, variando de 16,03 °C a 17,69 °C (Tabla 8).

Tabla 8

Temperatura de agua de los estanques y ambiental, en el cultivo de O. mykiss alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022

Tiempo (quincena)	Temperatura Ambiental (°C)	Testigo (°C)	Tratamiento 1 (°C)	Tratamiento 2 (°C)
1	17,19	13,47	13,44	13,44
2	17,07	14,28	14,21	14,15
3	16,93	14,30	14,33	14,34
4	17,69	14,37	14,43	14,41
5	16,03	14,40	14,33	14,30
6	17,16	14,84	14,87	14,83
7	17,49	14,42	14,47	14,27
8	16,90	14,47	14,44	14,49
9	17,25	14,66	14,87	14,64
10	17,61	15,44	15,00	15,16
11	17,32	14,94	14,45	14,78

3.5.2 pH

Los niveles de este parámetro fueron similares entre los tratamientos, fluctuando entre 7,3 y 8,23 (Tabla 9).

Tabla 9

pH del agua de los estanques, en el cultivo de O. mykiss alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022

Tiempo (quincena)	pH		
	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	7,30	7,30	7,30
2	7,96	7,76	7,61
3	8,23	7,70	7,86
4	7,93	7,71	7,52
5	7,95	7,73	7,62
6	8,13	8,00	8,02
7	7,69	7,61	7,63
8	7,94	7,94	7,96
9	7,84	7,85	7,87
10	7,87	7,73	7,47
11	7,68	7,68	7,68

3.5.3 Oxígeno disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de los estanques de cultivo, mostraron una ligera variación en los tres tratamientos, oscilando entre 7,60 mg/L y 10,15 mg/L. (Tabla 10).

Tabla 10

Oxígeno disuelto del agua de los estanques, en el cultivo de O. mykiss alimentada con una dieta comercial enriquecida con dos dosis de aceites esenciales, julio – diciembre 2022

Tiempo (quincena)	Oxígeno disuelto (mg/L)		
	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	8,58	9,40	9,11
2	9,81	10,15	9,77
3	9,53	9,85	9,89
4	9,50	9,41	9,70
5	9,15	8,75	8,75
6	8,52	8,30	8,27
7	7,95	7,60	7,70
8	8,31	7,91	8,01
9	9,43	8,70	9,40
10	9,08	8,48	8,88
11	8,57	8,90	8,76

Discusión

La hipótesis planteada en el proyecto de investigación, que sostiene que en la fase de engorde de la trucha se obtendrá mayor rendimiento cuando se apliquen aceites esenciales a la dieta en la etapa de alevinaje, considerando los resultados obtenidos, se acepta, por cuanto los peces alimentados con la dieta con inclusión de aceites esenciales, presentaron mayor crecimiento; hecho confirmado por el análisis de varianza y prueba de Duncan, aunque no se observaron diferencias entre el testigo y el tratamiento 2 (1g de aceites esenciales/ kg de alimento); situación que se explicaría, en tanto, su aplicación, si bien favorece el crecimiento, debe hacerse en cantidades inferiores a 1 g/kg de alimento.

Este resultado es concordante con el trabajo realizado por Pfuño y Yanqui (2021), quienes cultivando esta especie en etapa post larva a juveniles con la adición de aceite esencial DOSTO® CONCENTRATE 500 en niveles de 0,3 g/kg y 0,5 g/kg de alimento, más un control; evidenciando que la inclusión del aceite esencial incidió favorablemente sobre los parámetros longitud y peso, que manifestaron mayor crecimiento en la fase de post larva a juvenil, siendo mejor para el tratamiento de 0,3 g/kg, donde se observó mejor ganancia de biomasa (GB), ganancia de peso individual (GPI), tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA), así como mayor sobrevivencia (97.6 %). Debiendo hacer notar que las diferencias significativas en el crecimiento se presentaron a partir de la séptima biometría, en contraposición al presente estudio, donde las diferencias a favor del tratamiento de 0,5 g/kg de alimento, ocurrió desde la primera biometría.

Asimismo, coincide con Ríos y Ubidia (2014), quienes alimentaron juveniles de trucha *Oncorhynchus mykiss* con dietas enriquecidas con aceites esenciales de jengibre (*Zingiber officinale*), cúrcuma (*Curcuma longa*) y hierba luisa (*Cymbopogum citratus*) en el nivel de 0,2 % P/P, encontrando que todos los aceites mejoraron el crecimiento en longitud y peso en relación al testigo y que las menores mortalidades ocurrieron con los aceites de

hierba luisa y cúrcuma. También es concordante con Diler et al. (2017), quienes experimentaron la inclusión, en la dieta, de cuatro concentraciones del aceite esencial de orégano *Origanum onites* L: Control, 0,125, 1,5, 2,5 y 3,0 mL kg⁻¹, en la alimentación de la trucha durante 90 días, encontraron que los peces alimentados con los tratamientos indicados lograron mayor peso final que el grupo control, disminuyeron la mortalidad y mejoraron su resistencia a las enfermedades específicamente a *Lactococcus garvieae*. En esa misma línea, coincide con Zargar et al. (2019), quienes realizaron la inclusión de aceites esenciales de *Thymus vulgaris* en la dieta de truchas de 10 g de peso, durante 2 meses, en concentraciones de 0,5, 1,0 y 2,0 ml/kg, más el control; concluyendo que los tratamientos presentaron mejor ganancia de peso y tasa de crecimiento específico, en especial la concentración de 0,5 ml/kg de alimento, mejoraron su inmunidad y resistencia a las enfermedades, sobre todo a *Aeromonas hydrophila*. De igual manera, concuerda con Yousefi et al. (2021), quienes experimentaron la inclusión combinada de aceite esencial de tomillo (TEO) y el prebiótico Immunogen ® en la dieta de *O. mikyss* (11,92 ± 0,06 g), durante 60 días, en concentraciones de: Control, sin Inmunógeno y/o TEO; 1% TEO + 0,1% Inmunógeno (T1); 1% TEO + 0,2% Inmunógeno (T2); 2% TEO + 0,1% Inmunógeno (T3) y 2% TEO + 0,2% Inmunógeno (T4), obteniendo que todos los tratamientos presentaron peso final, ganancia de peso, tasa de crecimiento específico (SGR) y tasa de supervivencia (SR) similares, pero muy superiores al control y mejoraron el bienestar de los peces. Asimismo, es concordante con Hajirezaee et al. (2024), quienes ejecutaron la inclusión del aceite esencial de enebro común *Juniperus communis* (JCEO) en la dieta de *O. mikyss* (10,63 ± 0,06 g), durante 60 días, en concentraciones de: control o T1 (sin tratamiento), T2 (alimentado con 0,5% de JCEO), T3 (1% de JCEO), T4 (2% de JCEO); logrando, en todos los tratamientos, aumento en el peso final, la ganancia en peso, mayor supervivencia así como disminución del Factor de Conversión Alimenticio, diferenciándose significativamente del control.

El crecimiento en longitud y peso, logrado por el presente trabajo de investigación a los dos meses de cultivo, supera al crecimiento obtenido por Pfuño y Yanqui (2021), quienes, cultivando esta especie en etapa post larva a juveniles con la adición de aceite esencial DOSTO® CONCENTRATE 500, durante 60 días alcanzaron: 5,9 cm y 2,8 g para el control, 7,1 cm y 4,13 g para T1 y, 6,9 cm y 3,85 g para T2; de igual forma, al crecimiento obtenido por Herbas (2017), quien haciendo el cultivo de “Trucha arcoíris” (*Oncorhynchus mykiss*), reemplazando el aceite crudo de soya por aceite acidulado de soya, obtuvo: 7.56 cm y 8.04 g para Tratamiento 1 (AAS %: 0.00), 7.45 cm y 7.82 g para Tratamiento 2 (ASS%: 2.50) y, 7.46 cm y 7.79 g para Tratamiento 3 (ASS%:5.00) También supera a los resultados obtenidos por Granda (2016), quien, usando aceite esencial de jengibre en el cultivo de la misma especie en 4 niveles diferentes, obtuvo como resultado final: 5.55 cm y 3.70 g para nivel de 0%, 5.91 cm y 3.78 g para nivel de 0.2%, 6.01 cm y 3.94 g para nivel de 0.4 % y, 6.18 cm y 4.10 g para nivel de 0.6%. Estos hechos, estarían ligados a la calidad y composición del producto comercial utilizado en la alimentación de las truchas, que en este caso ha sido Emerald®, encapsulado que aglutina aceites esenciales de orégano, palma, clavo y canela.

Sin embargo, no supera a los resultados obtenidos por Ríos y Ubidia (2014), quienes evaluando el crecimiento de alevines de esta misma especie con dietas enriquecidas con tres aceites esenciales obtuvieron hasta la semana 8, T1G.C: 10,25 cm y 12.22 g, T2 cúrcuma: 10,76 cm y 13.2 g, T3 hierba luisa: 10.80 cm y 12.72 g y T4 gengibre: 10.75 cm y 12.96 g); aunque las diferencias son pequeñas y ejercerían un efecto muy similar sobre el crecimiento de los peces.

Estos análisis, son claros indicadores que el uso de aceites esenciales como suplementos alimenticios inciden positivamente en el crecimiento en talla y peso para trucha arcoíris ya que, en todos los trabajos mencionados, todos los tratamientos con alguna concentración de aceite esencial supera al control e igualmente incrementan el sistema

inmune que los hace más resistentes a las enfermedades y en consecuencia hay una mayor sobrevivencia.

Con respecto a investigaciones que realizaron cultivos de otras especies, donde adicionan aceites esenciales en la dieta como el de Yong (2021) quien hizo uso del aceite esencial micro encapsulado EMERALD® en cultivo de “tilapia gris” (*Oreochromis niloticus*), muestra que a partir del día 45, empezó a obtener resultados favorables, culminando con un peso de 60.28 g para el tratamiento con dosis de 1% y 47.7 g en el tratamiento control en el día 60, lo cual explicaría la eficiencia del aceite esencial EMERALD® como suplemento alimenticio no solo en “trucha arcoíris” (*O. mykiss*), sino también en otras especies como “tilapia gris” (*O. niloticus*). En concordancia con el presente trabajo de investigación en que los aceites esenciales mejoran los parámetros productivos; Salazar y Flores (2015) evaluaron parámetros de crecimiento de alevines de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) enriqueciendo la dieta con aceites esenciales de cúrcuma y hierba luisa, obteniendo resultados favorables, en donde para la semana 19, el peso obtenido en el tratamiento testigo fue de 1,81 g, en el tratamiento con cúrcuma fue de 2,09 g, en el tratamiento con hierba luisa fue de 2.06 g y en el tratamiento con mezcla de ambos aceites fue de 3.03 g, y para el crecimiento en longitud el tratamiento testigo obtuvo 38.7 mm, el tratamiento con cúrcuma obtuvo 40 mm, el tratamiento con hierba luisa obtuvo 41.2 mm y el tratamiento con mezcla de ambos aceites obtuvo 44.4 mm .

Por otro lado, Chate (2023), al experimentar la inclusión de aceite esencial de muña *Minthostachys mollis* en la dieta de juveniles de *Brycon amazonicus*, durante 30 días, en concentraciones de 0,5%; 1% y 1,5% de aceite esencial de muña y un control con 0% de inclusión, con tres repeticiones cada uno, concluyó que el tratamiento de 0,5 % tiene potencial para mejorar el crecimiento y los parámetros hematológicos e inmunológicos.

El microencapsulado EMERALD®, demuestra también su eficiencia al acelerar el alcance de talla mínima para venta, ya que para el muestreo 8 ya se habían alcanzado tallas superiores a los 17 cm, siendo esta la talla promedio indicada por PRODUCE (2022) que indica 17 a 26 cm el promedio de etapa de engorde y comercialización.

Sin embargo, la aplicación de la prueba de Duncan para determinar significación estadística del crecimiento de una quincena a otra, señaló que el crecimiento, en longitud y peso, fue significativo hasta el término del experimento, evidenciando que su crecimiento aún no había alcanzado su nivel asintótico.

Las producciones total y neta tuvieron mejores resultados en el Tratamiento 1 con una concentración de aceite esencial de 0.5 g/kg de alimento y obedeció a la mejor performance del crecimiento en este tratamiento.

El mayor crecimiento, mayor rendimiento de producción, menor mortalidad, mayor eficiencia alimenticia y menor factor de conversión, fueron observados en el tratamiento con dieta enriquecida con 0,5 g/kg de aceite esencial EMERALD®.

El incremento progresivo en la cantidad de alimento suministrado a *Oncorhynchus mykiss* durante el periodo experimental estuvo directamente relacionado con el aumento del peso corporal de los peces y con el transcurrir del tiempo de cultivo. Este comportamiento es consistente con lo reportado para especies salmónidas, donde el crecimiento somático implica mayores requerimientos energéticos y, por lo tanto, un aumento en la ración alimenticia conforme avanza el ciclo productivo (Jobling, 2016).

La mejora observada en el Factor de Conversión Alimenticio en el Tratamiento 1 podría relacionarse con los efectos fisiológicos de los aceites esenciales sobre el sistema digestivo de los peces. Diversos estudios demuestran que estos compuestos pueden estimular la secreción de enzimas digestivas, mejorar la absorción de nutrientes y modular

favorablemente el microbiota intestinal, lo que contribuye a una mayor eficiencia alimenticia (Bakkali et al., 2008; Reverter et al., 2014).

Los valores de Factor de Conversión Alimenticio obtenidos en este estudio (1,09–1,12) estuvieron entre de los niveles óptimos para el cultivo de trucha arcoíris bajo condiciones controladas, los cuales generalmente oscilan entre 1,0 y 1,3 (FAO, 2011; NRC, 2011). Esto confirma que el manejo alimenticio aplicado, fue adecuado y que las diferencias observadas responden principalmente al efecto del tratamiento dietario.

Las mortalidades que se observaron fueron de valores mínimos para los 3 tratamientos lo que es indicador de las buenas condiciones de medio de cultivo y del aporte y buena aceptación del micro encapsulado EMERALD ® a la resistencia de enfermedades en los peces. Reverter et al (2014) indica que la aplicación de aceite esencial en la alimentación o en el medio de cultivo, representa una alternativa sostenible para mejorar el bienestar y rendimiento productivo. Por otro lado, Maravi (2013) encontró que las mortalidades, para alevines nacionales fue de 10.77% y para importados 9.53%, siendo superiores a las mortalidades encontradas en el presente estudio, indicando la bondad de los aceites esenciales sobre este aspecto del cultivo.

En cuanto a las características físico-químicas del agua de los estanques de cultivo, se ha encontrado que sus valores fueron muy similares y sin variaciones pronunciadas, señalando que fueron homogéneos y que no interfirieron con la aplicación de los tratamientos experimentados,

En el presente estudio se registró una temperatura media de 14.4 °C, valor que se encuentra dentro del rango óptimo de 13–18 °C para el crecimiento de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), según lo reportado por la FAO (2014), además presentó un pequeño

rango de variación proporcionando estabilidad térmica al ambiente acuático, adecuado para el cultivo.

La estabilidad de la temperatura favorece el mantenimiento del oxígeno disuelto en concentraciones adecuadas, reduciendo los riesgos de hipoxia y estrés en los peces. En los estanques de cultivo, la concentración promedio de oxígeno disuelto fue de 8.9 mg/L, valor que se encuentra dentro del rango óptimo para el desarrollo de la especie, establecido entre 7.5 y 12.0 mg/L (FAO, 2014).

El pH de agua osciló entre valores que indican una variación entre neutro a alcalino con un promedio de 7.7, los cuales, en general, se encuentran en el rango optimo considerado por FAO (2014) de 6.5 a 9.5. Este rango favorece una adecuada actividad enzimática y fisiológica en los peces, además de mantener el equilibrio químico del agua.

Conclusiones

1. La inclusión de aceites esenciales en la dieta en la fase alevín, influyo positivamente en el crecimiento, producción y sobrevivencia de *O. mykiss*, siendo mejor en 0.5 g/kg de alimento
2. La mayor producción, mejor factor de conversión y mayor eficiencia alimenticia se obtuvo con la dosis de 0.5 g/kg de alimento.
3. Los parámetros fisicoquímicos del agua fueron similares, encontrándose dentro de los rangos óptimos establecidos.

Recomendaciones

1. Experimentar el cultivo de alevinos de trucha incorporando en la dieta dosis con valores menores a 0,5 g de aceite esencial/kg de alimento, con el fin de encontrarse la dosis óptima.

Referencias

- Andina. (16 de octubre de 2009). *Promueven producción de trucha en Cajamarca con instalación de 500 piscigranjas familiares*. <https://andina.pe/agencia/noticia-promueven-produccion-trucha-cajamarca-instalacion-500-piscigranjas-familiares-259279.aspx>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Blanco, N. C. (1984). *La trucha*. Ediciones Mundi Prensa, Madrid 238 pp.
- Chanamé, F., & Poma Chávez, C. (2020). Parámetros limnológicos y productividad piscícola para la piscicultura de trucha arco iris en lagunas altoandinas – Junín, Perú. *Prospectiva Universitaria en Ingeniería y Tecnología*, 17(1), 159–165. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1400>
- FAO. (2011). *Aquaculture feed and fertilizer resources information system*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fondo de Desarrollo Pesquero (2021). *Manual de Cultivo de Trucha*. [Archivo PDF] <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2496894/Manual-de-Cultivo-de-Trucha.pdf?v=1637709429>
- Granda, L. M. (2016). *Utilización del Zingiber officinale (jengibre) como promotor de crecimiento en la alimentación de alevines fase II de la empresa pesca deportiva reina del cisne en la provincia del cisne en la provincia del Azuay*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5479>
- Jobling, M. (2016). Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*, 24(3), 767–786. <https://doi.org/10.1007/s10499-015-9935-2>
- Klontz, G. W. (1991). *Producción de truchas Arcoíris en granjas familiares*. Impresores S.A. México. 87 pp.
- Maravi, CH. J. (2013). *Parámetros productivos en alevinos de trucha arco iris, procedentes de ovas nacionales e importadas en la piscigranja gruta milagrosa – acopalca -*

huancayo.[Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.

Martínez, A. S. (2018). *Evaluación del aceite esencial de orégano mexicano Lippia graveolens en el crecimiento de crías de tilapia *Oriochromis niloticus* y su respuesta como antimicrobiano de bacterias patógenas de peces*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/2088/1/182855.pdf>

Ministerio del Ambiente, (2008). *Línea de base de la trucha: distribución, aspectos socioeconómicos y flujo de genes en seis regiones* [Archivo PDF]. https://bioseguridad.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2019/09/lb_trucha_6regiones.pdf

Ministerio de la Producción. (2008). *Situación actual de la acuicultura en el Perú*. [Archivo PDF]. <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/boletines/SITUACI%C3%93N%20ACTUAL%20DE%20LA%20ACUICULTURA%20EN%20EL%20PER%C3%9A.pdf>

Ministerio de la Producción. (2008). *Declaración de interés nacional sobre el desarrollo de la acuicultura en el Perú*. [Archivo PDF] <https://vusp.produce.gob.pe/Content/docs/marco-legal/ds-020-2008-produce.pdf>

Ministerio de la Producción (2022). *Manual para una acuicultura sostenible para trucha*. [Archivo PDF] <https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2022/08/Manual-de-Trucha.pdf>

NRC. (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. National Academies Press.

Pfño, G. C. Yanqui, M. (2021). *Efecto del Dosto concéntrate 500 sobre los parámetros productivos en la etapa de post larva a juveniles procedentes de ovas nacionales de *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNAP. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17251/Pfu%c3%b1o_Gloria_Yanqui_Marisol.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds. *Aquaculture*, 285(1–4), 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.019>

- Tunque, J. (2022). Evaluación del efecto en los parámetros físico, químico y microbiológico del agua debido a la producción intensiva de trucha en jaulas flotantes en la laguna Choclococha - Huancavelica 2018. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental, Huancayo], Perú.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11533>
- Reverter, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B., & Sasal, P. (2014). Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. *Aquaculture*, 433, 50–61.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.048>
- Rios, J. G. Ubidia, W. P. (2014). *Evaluación de los parámetros de crecimiento y supervivencia de alevines de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) con dietas enriquecidas con tres aceites esenciales; jengibre (Zingiber officinale), cúrcuma (Curcuma longa) y hierba luisa (Cymbopogon citratus)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional UPS.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7258/1/QT06013.pdf>
- Ureña, M., Chinchayán, D., & Rojas, L. (2019). Evaluación de la calidad del agua en criaderos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Huancavelica. *Revista de Producción e Innovación Agropecuaria*, 3(1), 45–53.*
- Yong, C. A. (2021). *Efecto de la suplementación dietaria con aceites esenciales, en los parámetros productivos, hematológicos y bacterias intestinales de la tilapia Gris (Oreochromis niloticus)*. [Tesis de maestría, Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH.
https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/9585/Efecto_YongRojas_Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zegarra, O. Vergara, V, & Galecio, F. (2003). *Evaluación de promotores orgánicos y químicos en dietas para alevines de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNAP.
<https://studylib.es/doc/367203/evaluaci%C3%B3n-de-tres-promotores-de-crecimiento-en-alimento>
- Zeng, Z., Zhang, S., Wang, H., & Piao, X. (2015). Essential oil and aromatic plants as feed additives in non-ruminant nutrition: A review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s40104-015-0004>

