

**Costos de producción del extracto de propóleo como promotor de
crecimiento enalevinos de trucha (*Oncorynchu mykiss*)**

Luis Eduardo Londoño Torres

Asesora

Mg. Gloria María Cifuentes Molano

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

(ECAPMA)Especialización en Nutrición y Alimentación Animal

2024

Hoja de Aceptación

Jurado

Jurado

Presidente de Jurado

Bogotá, septiembre de 2024

Dedicatoria

A esas almas que desde el cielo
me guían. "Gracias por estar
siempre a mi lado"

Agradecimientos

A mi ángel de amor y mi pollo de risas, mi familia mi lugar seguro, a mi mamita hermosa que siempre me ha escuchado y hace llegar sus abrazos con sus palabras, a mis amigos por hacerme reír y no dejarme caer, a mis profesores porque nunca dejaron de alentarme a seguir luchando, a mi escuela ECAPMA porque siempre he visto ejemplo y me han acompañado en todos mis planes, a DIOS que siempre está presente en mis pasos, y ante todo a mi Alma loca, soñadora y pujante.

Resumen

El uso de extracto de propóleo como promotor de crecimiento en alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) surge como una respuesta a la necesidad de mejorar la rentabilidad y sostenibilidad en la acuicultura. La producción de trucha requiere de una nutrición adecuada para el óptimo desarrollo de los peces, y el propóleo, un producto natural con propiedades antimicrobianas y antioxidantes, ofrece una alternativa prometedora. Este extracto no solo promueve la salud de los peces, sino que también favorece su crecimiento.

El estudio tiene como objetivo principal determinar los costos asociados con la producción de truchas utilizando propóleo. Además, busca caracterizar el extracto, identificar sus ventajas y desventajas, y evaluar su aplicación en la alimentación de los peces, considerando diferentes dosis y tratamientos para establecer la más adecuada.

La metodología se basa en un diseño experimental con siembra escalonada de alevinos, lo que permite un flujo de caja sostenible. Se aplicaron diversas dosis de extracto de propóleo y se monitorearon cuidadosamente los grupos de control para comparar los resultados. Dado que la alimentación representa una parte significativa de los costos, se prestó especial atención a este aspecto.

Los resultados muestran que el uso del propóleo no solo mejora el crecimiento de los alevinos, sino que también reduce la incidencia de enfermedades, disminuyendo así los costos en tratamientos médicos. Además, se identificaron las dosis óptimas que favorecen el desarrollo de los peces, permitiendo una planificación más eficiente de la

producción. En conclusión, la investigación sugiere que incorporar propóleo en la dieta de los alevinos es una estrategia efectiva para aumentar la rentabilidad y sostenibilidad de la acuicultura, ofreciendo una alternativa natural y beneficiosa para la producción moderna de trucha.

Palabras clave: Propóleo, alevinos, trucha, acuicultura, promotor de crecimiento, nutrición, costos de producción.

Abstrac

The use of propolis extract as a growth promoter in trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) arises in response to the need to improve profitability and sustainability in aquaculture. Trout production requires adequate nutrition for optimal fish development, and propolis, a natural product with antimicrobial and antioxidant properties, offers a promising alternative. This extract not only promotes the health of fish, but also promotes their growth.

The main objective of the study is to determine the costs associated with trout production using propolis. In addition, the aim is to characterize the extract, identify its advantages and disadvantages, and evaluate its application in fish feeding, considering different doses and treatments to establish the most appropriate one.

The methodology is based on an experimental design with staggered sowing of fingerlings, which allows a sustainable cash flow. Various doses of propolis extract were applied and the control groups were carefully monitored to compare the results. Since food represents a significant part of the costs, special attention was paid to this aspect.

The results show that the use of propolis not only improves the growth of fry, but also reduces the incidence of diseases, thus reducing costs in medical treatments. In addition, the optimal doses that favor the development of fish were identified, allowing more efficient production planning. In conclusion, the research suggests that incorporating propolis into the diet of fry is an effective strategy to increase the profitability and sustainability of aquaculture, offering a natural and beneficial

alternative for modern trout production.

Key words: Propolis, fingerlings, trout, aquaculture, growth promoter, nutrition, production costs.

Tabla de Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 16 |
| Problema de investigación | 17 |
| Pregunta de investigación..... | 18 |
| Hipótesis..... | 19 |
| Objetivos | 20 |
| Marco teórico conceptual | 21 |
| Caracterización del Propóleo | 21 |
| Otros factores de caracterización. | 25 |
| Propóleo como terapia en Animales..... | 25 |
| Suplemento Nutricional y Promotor de Crecimiento..... | 26 |
| Reducción del Estrés Calórico y Propiedades Antioxidantes | 26 |
| Ventajas y desventajas del uso del propóleo en la alimentación de peces. | 26 |
| Procesamiento para obtención del extracto de propóleo..... | 29 |
| Costos y elementos constitutivos de Producción con propóleo. | 33 |
| Composición química del propóleo..... | 36 |
| Materiales y métodos | 38 |
| □ Localización..... | 38 |
| □ Material Biológico y unidades experimentales..... | 40 |
| Unidades Experimentales..... | 41 |
| Alimentación..... | 44 |
| Análisis Estadístico..... | 46 |
| Resultados y Discusión..... | 48 |

| | |
|-----------------------|----|
| Conclusiones..... | 83 |
| Recomendaciones | 85 |
| Bibliografía..... | 86 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Técnicas de Extracción de Extracto de Propóleo</i> | 30 |
| Tabla 2 <i>Variables y Rendimientos en el Proceso de Obtención de Extracto de Propóleo.</i> | 32 |
| Tabla 3 <i>Distribución de Estanques de Trabajo Finca La Campiña</i> | 43 |
| Tabla 4 <i>Tratamientos y Grupos de Control Análisis de Peso</i> | 48 |
| Tabla 5 <i>Variable Longitud en Tratamientos y Grupo Control</i> | 50 |
| Tabla 6 <i>Variable Longitud en Tratamientos y Grupo Control</i> | 52 |
| Tabla 7 <i>Comparación de la Longitud entre Grupos</i> | 55 |
| Tabla 8 <i>Variable Peso</i> | 56 |
| Tabla 9 <i>Peso Promedio entre Grupos Control y Tratamientos</i> | 57 |
| Tabla 10 <i>Comparación entre Grupos y Control</i> | 58 |
| Tabla 11 <i>Longitud de Grupos</i> | 67 |
| Tabla 12 <i>Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Pitalito (Huila) para Obtener el Extracto</i> | 75 |
| Tabla 13 <i>Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Pitalito (Huila, Segundo Productor) para Obtener el Extracto</i> | 76 |
| Tabla 14 <i>Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Santander de Quilichao (Cauca) para Obtener el Extracto</i> | 77 |
| Tabla 15 <i>Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Usme (Cundinamarca) para Obtener el Extracto</i> | 78 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Propiedades del Propóleo</i> | 28 |
| Figura 2 <i>Variedad en el Proceso de Obtención del Extracto de Propóleo</i> | 29 |
| Figura 3 <i>Compuestos del Propóleo</i> | 36 |
| Figura 4 <i>Otros Compuestos del Propóleo</i> | 36 |
| Figura 5 <i>Vista Satelital</i> | 38 |
| Figura 6 <i>Descripción Gráfica Sistema Productivo</i> | 39 |
| Figura 7 <i>Estanques de la Finca La Campiña</i> | 44 |
| Figura 8 <i>Test de Normalidad de Shapiro- Wilk</i> | 60 |
| Figura 9 <i>Varianza Constante de los Residuales Absolutos</i> | 61 |
| Figura 10 <i>Variable Longitud</i> | 62 |
| Figura 11 <i>Prueba Shapiro-Wilk para Valor W</i> | 64 |
| Figura 12 <i>Prueba Shapiro-Wilk para Evaluar Normalidad de los Datos</i> | 65 |
| Figura 13 <i>Varianza Constante de los Residuales Absolutos</i> | 65 |
| Figura 14 <i>Pruebas de Comparaciones de Medias</i> | 66 |
| Figura 15 <i>Proceso o Protocolo de Aplicación del Extracto de Propóleo</i> | 80 |

Introducción

El propóleo es una sustancia producida por las abejas, su nombre viene del griego “*Propolis*” donde “*Pro*” significa “*delante de*”, y “*polis*” significa “*ciudad*”, su traducción es “*Defensa de la ciudad*”, esto se debe a que las abejas hacen uso de esta sustancia principalmente para sellar y proteger su colmena, además de otras funciones.

El propóleo se encuentra formado por resinas que las abejas van recogiendo de ciertas especies de plantas. Dentro de los usos y propiedades encontrados por el hombre para el propóleo se encuentran el tratamiento de diversas infecciones, esto gracias a esas propiedades antisépticas y fúngicas de esta sustancia.

Además del uso medicinal en el hombre, se busca comprender el uso del propóleo en sistemas acuícolas analizando sus características químicas, botánicas, entre otras; examinando en profundidad el cómo aprovecharlo en pro de la salud y bienestar de los animales de la producción acuícola. Para esto, es necesario revisar diversos aspectos frente al tema como lo son los costos de producción para obtener el extracto de propóleo como promotor de crecimiento en alevinos de trucha *Oncorhynchus mykiss*.

Problema de Investigación

El propóleo ha sido usado por diversas culturas a lo largo de la historia, se ha venido usando desde siglos atrás, en las civilizaciones como el antiguo Egipto y Grecia; estas civilizaciones entendieron las propiedades que el propóleo contiene y lo usaban para combatir las diferentes enfermedades que se desarrollaban en esa época. Aristóteles también habla sobre este producto en su obra “Historia de animales”. Durante mucho tiempo, se ha reconocido al propóleo como un remedio para diversas afecciones de la piel, llagas y supuraciones. Galeno, un médico perteneciente a la Antigua Roma y Avicena, un médico y filósofo persa, mencionaron los beneficios que tenía esta sustancia y cómo contribuyó en sus trabajos de acuerdo con Chaillou et. al, (2004)

La OMS en 1978, comenzó a promover y desarrollar diferentes tipos de medicinas alternativas y terapias naturales, estas han sido demostradas científicamente por ser bastante eficientes (OMS - OPS, 2005). Teniendo en cuenta esto, muchos países comenzaron a buscar esas alternativas en medicina, en Cuba se comenzó a estudiar el propóleo en 1979 como otro medio medicinal alternativo. A lo largo de los siglos, el uso del propóleo se ha mantenido y en la actualidad se están desarrollando investigaciones para comprender y aprovechar mejor las propiedades de esta sustancia, se investiga su aplicación en campos como la biología, la medicina del ser humano y la medicina veterinaria.

Dada la multitud de propiedades beneficiosas, el propóleo empezó a ser objeto de estudios para tratar enfermedades y se implementó como antioxidante y suplemento alimenticio en la dieta de los animales. Un hito significativo ocurrió en 1947 en el

Instituto de Kazán, en la antigua Unión Soviética, donde se llevó a cabo una investigación sobre un fenómeno observado en las colmenas, se descubrió que las abejas recubrían los restos de animales muertos con propóleo, lo que tenía un efecto aislante y evitaba la descomposición. Este hallazgo condujo a la conclusión de que el propóleo también poseía propiedades antimicrobianas.

A raíz de este descubrimiento, se llevaron a cabo más investigaciones para evaluar la eficacia del propóleo en el tratamiento de diversas enfermedades animales. Estos estudios ampliaron la comprensión sobre el potencial terapéutico del propóleo, impulsando su uso como una herramienta valiosa para mejorar la salud y el bienestar de los animales, según las teorías de Vit. (2004). El problema se centra principalmente en los costos y tiempo de crecimiento y desarrollo de los alevinos de trucha que son importantes en la industria acuícola especialmente de la especie *Oncorhynchus mykiss* por ello es necesario conocer la importancia y el valor que tiene el extracto de propóleo en la nutrición de los peces.

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los costos de producción del extracto de propóleo como promotor de crecimiento en alevinos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*)?

Sistematización de la Pregunta de Investigación

- ¿Cuál es la caracterización del extracto de propóleo?
- ¿Qué importancia tiene el extracto de propóleo en la nutrición de la trucha?
- ¿De acuerdo con el número de alevinos sembrados y de los compuestos del extracto de propóleo, cuál es el costo de la alimentación de los peces de trucha?

Hipótesis

Hipótesis Alterna

Los diferentes grupos en los estanques de siembra de alevinos de trucha *Oncorhynchus mykiss* sí presentan diferencias en sus respectivas longitudes y pesos medios en la distribución de los valores con el suministro de extracto de propóleo.

Hipótesis Nula

Los diferentes grupos en los estanques de siembra de alevinos de trucha *Oncorhynchus mykiss* no presentan diferencias en sus respectivas longitudes y pesos medios en la distribución de los valores con el suministro de extracto de propóleo.

Objetivos

Objetivo General

Determina los costos y elementos constitutivos de producción conpropóleo.

Objetivos específicos

Caracterizar el extracto de propóleo.

Definirá sus ventajas y desventajas en la alimentación de los peces.

Aplicar dosis de extracto de propóleo en tratamientos y grupo de control.

Evaluar cuál es la mejor dosis y calidad de extracto utilizado.

Determinar los costos del uso de extracto de propóleo de acuerdo con el mejor comportamiento del producto nutricional en los diferentes tratamientos.

Marco Teórico Conceptual

Caracterización del Propóleo

El propóleo es un producto que está compuesto principalmente por resinas recolectadas por las abejas de ciertas plantas que luego son procesadas en la colmena.

Este material, además de ser complejo, ha demostrado poseer una amplia variedad de propiedades que son beneficiosas, incluyendo antioxidantes, antimicrobianos y antifúngicas, dependiendo de ciertos factores, como su origen botánico, su composición química, el método de extracción que se usó, la estación climática, edad y la ubicación geográfica de donde se hizo la recolección. Diversos estudios, han revelado la capacidad que tiene el propóleo para inhibir el crecimiento de bacterias, hongos y virus, convirtiéndolo en un candidato prometedor como agente antimicrobiano, tanto en lo médico como en la industria alimentaria (Barnerán et.al. 1993)

En la colmena las abejas hacen uso del propóleo de forma versátil, lo utilizan para sellar grietas, minimizar las vías de acceso, recubrir y aislar resto de animales que ingresan en la colmena, lo usan para el fortalecimiento de estructuras internas, aplicar una capa desinfectante en las celdillas, reducir vibraciones y defenderse contra patógenos,

Todas estas funciones demuestran la valiosa naturaleza que tiene el propóleo en la vida de las abejas y en la protección de su colmena, el propóleo se ha destacado también por sus propiedades terapéuticas y beneficiosas, incluyendo, la capacidad antibacteriana que tiene, al igual que sus características antiviral, anestésica y

antiulcerosa; también se considera como inmunoestimulante, hipotensiva y citostática; sin desconocer sus propiedades de antioxidante, fitoinhibidora y anticariogénica. Todas estas propiedades han impulsado su crecimiento y/o uso en la medicina natural, tanto para el ser humano como para los animales en veterinaria. Además, el propóleo se ha convertido en una materia prima importante para el sector industrial relacionado con el sector farmacéutico, cosmético y alimenticios.

En su composición, el propóleo presenta una mezcla compleja de diferentes ingredientes, entre ellos se incluye la cera, resinas, los bálsamos, aceites esenciales, polen y pequeñas impurezas mecánicas. La proporción de estos componentes puede llegar a varias dependiendo de la época de recolección, el origen botánico de la resina y la raza de las abejas de acuerdo con Morín (2013).

El propóleo es una sustancia resinosa que las abejas obtienen por medio de las yemas de los árboles y otras fuentes vegetales. En su composición química se encuentran resinas, que son la parte principal de su composición, estas se recolectan por las abejas, las consiguen en diferentes árboles como los álamos, abetos y coníferas. La Cera de abejas también hace parte de la composición, se mezcla con las resinas para darle al propóleo su consistencia pegajosa y moldeable. Los aceites esenciales le proporcionan el aroma característico de esta sustancia y puede tener propiedades antimicrobianas.

➤ El polen: el propóleo contiene polen en pequeñas cantidades, lo cual contribuye en su valor nutricional. El propóleo puede contar también con algunos compuestos orgánicos, incluyendo flavonoides, ácidos fenólicos, alcoholes, ácidos grasos y otros compuestos bioactivos. Se tiene entonces que la composición del propóleo está dada de la siguiente manera:

- Resinas y bálsamos: constituyen aproximadamente el 50-60% del propóleo. Estas resinas y bálsamos son las sustancias pegajosas que las abejas recolectan de fuentes vegetales.
- Ceras: Comprenden alrededor del 30-40% del propóleo. Las ceras son aquellos componentes cerosos que contribuyen a lograr la textura y la maleabilidad que es característica del propóleo.
- Aceites esenciales y aromáticos: Representan alrededor del 7-10% del propóleo. Estos aceites esenciales y compuestos aromáticos aportan el característico aroma y algunas de las propiedades terapéuticas del propóleo.
- Polen: Se encuentra en un 5% del propóleo. Esto puede variar dependiendo de la fuente botánica de donde se hace la recolección del propóleo.
- Compuestos flavonoides: Estos compuestos flavonoides son conocidos por sus propiedades antioxidantes y se encuentran en el propóleo en cantidades variables.
- Crisína: Es un componente que proporciona el color característico a la cera y al propóleo.
- Ácidos fenólicos: El propóleo contiene varios ácidos fenólicos, como el ácido benzoico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido cinámico y ácido cumárico, entre otros. Estos ácidos pueden tener propiedades antimicrobianas y antioxidantes.
- Cumarina: La cumarina es otro compuesto presente en el propóleo, y su presencia puede contribuir a su aroma y sabor.
- Sustancias minerales y microelementos: El propóleo puede contener trazas de minerales y microelementos, como Plomo (Pb), Níquel (Ni), Plata (Ag), Hierro (Fe) y Zinc (Zn), que pueden variar según la fuente.

➤ Vitaminas: El propóleo también contiene algunas vitaminas, como provitamina A y algunas vitaminas del grupo B, como la vitamina B3 (Niacina).

Esta variabilidad en la composición química del propóleo, dependiendo de su origen botánico y geográfico, contribuye a sus diversas propiedades medicinales y terapéuticas, que han sido objeto de estudio en la medicina tradicional y la investigación científica.

Si bien, gran parte de la atención se ha centrado en sus aplicaciones en la medicina humana, el uso del propóleo en animales, tanto para tratamiento como para mejorar su nutrición, ha emergido como un campo prometedor de estudio (Pérez, 1987).

Al caracterizar el propóleo se puede analizar que siendo una sustancia resinosa que las abejas recolectan de varias plantas y que tiene como funciones sellar las grietas de la misma colmena, controlar agentes bacterianos gracias a sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antibacterianas, se puede hacer uso y aplicación de dichos beneficios en la acuicultura. Dentro de la caracterización se consideran algunas propiedades subjetivas que ayudarían en el desarrollo y nutrición adecuado de los peces, dichas propiedades son:

- Propiedades antimicrobianas: Ayuda a prevenir infecciones bacterianas y fúngicas en los peces y en el agua de cultivo.
- Propiedades antiinflamatorias: Puede ayudar a reducir la inflamación en los peces, lo que es beneficioso para su salud y bienestar.
- Propiedades antioxidantes: Ayuda a proteger a los peces del estrés oxidativo, causado por factores como la mala calidad del agua o el transporte.

➤ Promotor del crecimiento: Algunos estudios sugieren que el propóleo puede mejorar la tasa de crecimiento de los peces cuando se agrega a su alimentación.

Otros Factores de Caracterización

Es importante considerar en la composición del propóleo los flavonoides, fenoles y ácidos fenólicos, que contribuyen a sus propiedades nutricionales para los peces, cabe resaltar que el propóleo debe estar libre de sustancias contaminantes. El propóleo se puede formular en diferentes presentaciones como extracto líquido, polvo y ser compatible con otras sustancias o alimentos que se les proporcionan a los peces.

Propóleo como Terapia en Animales

El propóleo, con su composición química diversa, que incluye resinas, bálsamos, aceites esenciales y flavonoides, ha demostrado poseer propiedades antimicrobianas y antioxidantes que pueden ser valiosas en el tratamiento de diversas enfermedades en animales. Se ha utilizado para combatir infecciones bacterianas y fúngicas en peces de acuicultura, protegiendo así la salud de poblaciones de peces y mejorando la producción, Morín (2013)

Además, se ha observado que el propóleo tiene un impacto positivo en el sistema inmunológico de los animales, lo que puede ayudar a aumentar su resistencia a enfermedades. Al administrar propóleo como parte de la dieta de animales de granja, se ha observado un mejor rendimiento y una mayor capacidad de recuperación frente a desafíos infecciosos. (Giral et. al, 2007)

Suplemento Nutricional y Promotor de Crecimiento

El propóleo no solo se utiliza en el tratamiento de enfermedades en animales, sino que también se ha reconocido como un suplemento nutricional que mejora la eficiencia de la alimentación y el crecimiento de los animales. En estudios con pollos de engorde y cerdos, se ha observado un aumento en la ganancia de peso y una mejora en la conversión alimenticia cuando se incorpora propóleo en la dieta. Esto no solo beneficia a la industria ganadera en términos de producción, sino que también puede tener implicaciones positivas para la seguridad alimentaria (Bedascarrasbure, 2006).

Reducción del Estrés Calórico y Propiedades Antioxidantes

En áreas con climas extremadamente calurosos, el estrés térmico puede tener efectos adversos en la salud y el rendimiento de los animales. La combinación de propóleo y vitamina C ha demostrado ser efectiva en mitigar los impactos negativos del estrés causado por el calor. Además, las propiedades antioxidantes del propóleo protegen las células de los animales contra el daño oxidativo, mejorando así su salud general y longevidad.

Considerando estos beneficios, y al observar el impacto positivo que el propóleo tiene en los animales, surge la posibilidad de explorar alternativas de medicina natural para su tratamiento. Es crucial llevar a cabo estudios que permitan desarrollar formas de tratamiento menos invasivas y más naturales utilizando el propóleo, ofreciendo así soluciones más amigables con el bienestar de los animales como lo plantea Muñoz et. al, (2011).

Ventajas y Desventajas del Uso del Propóleo en la Alimentación de Peces

El propóleo emerge como un recurso versátil para la alimentación de peces, ofreciendo diversas modalidades de aplicación. En primer lugar, el extracto de propóleo puede integrarse

eficazmente con el alimento balanceado de los peces, siendo mezclado con los pellets de manera que se fije al alimento. Esta forma de suministro por vía oral proporciona una administración directa y conveniente del propóleo a los peces.

Otra opción consiste en la elaboración de bolitas de comida para peces impregnadas con propóleo. Este método implica sumergir las bolitas de comida convencional en una solución de agua con propóleo, permitiendo que se sequen para que el alcohol se evapore, dejando solo el propóleo. Este enfoque creativo facilita que los peces consuman el propóleo a través de su alimentación habitual.

Adicionalmente, el propóleo demuestra utilidad como conservante alimentario, especialmente para productos como pescado congelado, grasas y aceites. Al prolongar la vida útil de estos alimentos, el propóleo no solo beneficia la salud de los peces, sino que también contribuye a la gestión efectiva de la producción acuícola (Martínez, 2006).

Es crucial destacar que, aunque la dosis recomendada de propóleo por vía oral en humanos es de 5 mg/kg de peso al día, la información específica sobre la dosificación adecuada para la alimentación de peces no está claramente establecida. Por esta razón, se aconseja buscar la orientación de un experto en acuicultura antes de incorporar propóleo en la dieta de los peces, asegurando una aplicación óptima y segura de este recurso en el contexto acuícola.

El propóleo, conocido por sus propiedades antimicrobianas, muestra beneficios significativos en la alimentación de peces, se destaca su capacidad para mejorar el crecimiento microbiano ruminal. El extracto de propóleo actúa como estimulante, potenciando la actividad microbiana en el rumen de los peces. Este aumento de la actividad microbiana se traduce en una mejor digestibilidad de los carbohidratos, tanto estructurales como solubles, la eficiencia en la descomposición de estos nutrientes es esencial para un óptimo crecimiento y desarrollo.

A pesar de sus beneficios, el uso de propóleo en la alimentación de peces no está exento de posibles desventajas. En primer lugar, existe el riesgo de efectos alérgicos, especialmente cuando se utilizan pastillas de propóleo.




Estas pueden causar irritación y úlceras en la boca de los peces, afectando negativamente su bienestar. Además, la contaminación de productos de propóleo con subproductos de abejas podría desencadenar reacciones alérgicas en peces sensibles a estos componentes (Aliaga y Yeny, 2020)

Otra desventaja potencial, radica en los posibles efectos en la coagulación de la sangre. Algunos químicos presentes en el propóleo podrían retardar la coagulación, aumentando el riesgo de hemorragias en peces, especialmente aquellos con trastornos hemorrágicos preexistentes.

Aunque el propóleo ofrece ventajas notables en la alimentación de peces, es imperativo considerar cuidadosamente las posibles desventajas. La atención a la calidad del propóleo y la monitorización constante de la salud de los peces son fundamentales para maximizar los beneficios sin comprometer su bienestar.

Figura 1

Propiedades del Propóleo

| | | |
|---|--|--|
|  |  |  |
| Antiparasitario Antiinflamatorio Hemostático Termoestabilizador Antibacteriano | Antimicótico Antioxidante Analgésico Antialérgico Anticolesterolémico | Antitóxico Antiviral Inmunogénesis Citostático Anestésico |

Fuente. Autor / adaptado de Meurer F., Matiuzzi, M., Brown (2009).

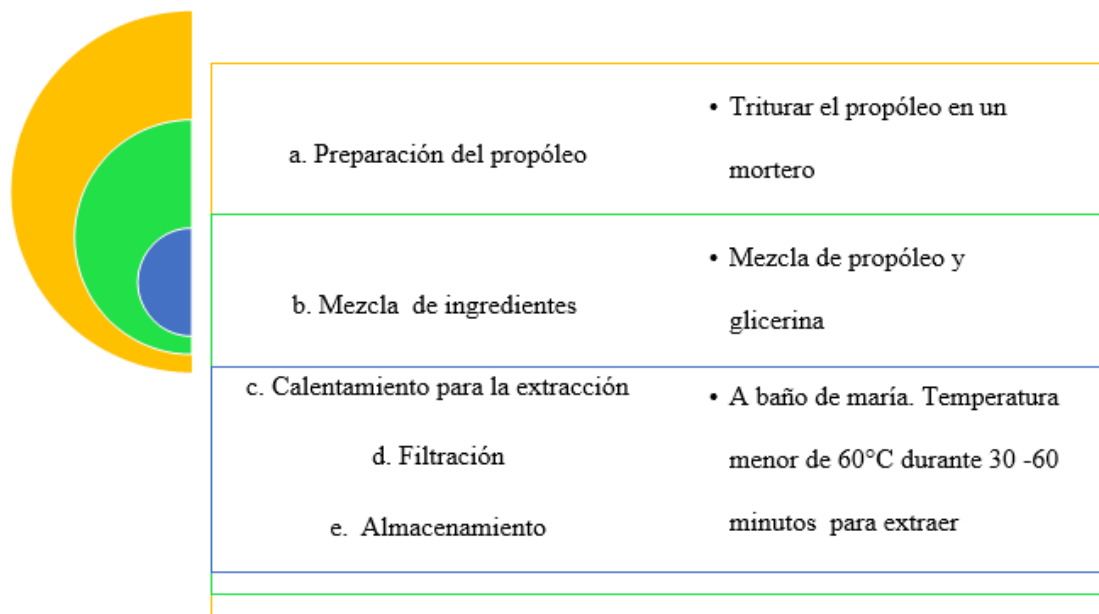
En la anterior figura se resaltan las propiedades del propóleo en la alimentación de animales.

Procesamiento para Obtención del Extracto de Propóleo

Según Valega O (2016), para elaborar extracto de propóleo, se requieren de 25 a 30 gramos de propóleo más 100ml de glicerina vegetal preferiblemente. Para este caso se tiene que el proceso se desarrolla según la descripción de la figura 2.

Figura 2

Variedad en el Proceso de obtención del extracto de propóleo



Fuente. Autor / Basado en Valega O (2019)

En el caso de obtención de extracto de propóleo con alcohol, se recomienda de 70 a 96% según el uso que se le quiera dar al extracto.

Existen otros métodos o técnicas de extracción que minimizan la contaminación y maximizan la conservación de sus propiedades bioactivas. Aquí se describen algunas

de lastécnicas más efectivas.

Tabla 1

Técnicas de extracción de extracto de propóleo

| Técnica de extracción | Solvente | Observaciones |
|--------------------------|--|--|
| Por solventes | Alcohol etílico | Grado de alcohol de 70 a 96% de uso alimentario |
| Extracción por fluidos | Dióxido de carbono como solvente | Extrae compuestos bioactivos, técnica que extrae con mayor pureza el producto. |
| Lixiviación | Extracción sólido líquido | Sumergir el propóleo en alcohol o en Glicerina. |
| Congelación previa | Congelación del propóleo antes de macerarlo. | Rompe estructuras celulares, facilita la extracción |
| Filtración y decantación | Se fija el líquido para eliminar impurezas | Extracto con mayor pureza y concentración. |

Fuente. Autor / Basado en López, F. (2020).

Teniendo en cuenta las técnicas y métodos relacionados anteriormente, se establece que el proceso a seguir para poder obtener el extracto debe tener una fundamentación desde el origen

del producto y en búsqueda de ser un proceso rápido y eficiente, logrando proporcionar una mayor extracción de compuestos activos, López, F. (2020).

El propóleo bruto debe ser limpiado para eliminar impurezas como partículas de cera, madera y otros residuos. Luego, el propóleo se puede triturar para facilitar su disolución en alcohol.

a. Maceración: Relación Propóleo-Alcohol; comúnmente, se utiliza una proporción de 1:5o 1:10 de propóleo a alcohol. Esto significa que, por cada kilogramo de propóleo, se usan entre 5 y 10 litros de alcohol etílico.

b. Tiempo de Maceración: La mezcla se deja reposar en un lugar oscuro y fresco durante 7a 15 días, agitándose ocasionalmente para asegurar una buena disolución.

c. Filtrado y Concentración: Después de la maceración, la mezcla se filtra para remover losresiduos sólidos. El extracto filtrado puede ser concentrado por evaporación parcial del alcohol para obtener extractos más potentes.

d. Rendimiento de Extracto: Cantidad de Extracto Final:
Aproximadamente entre el 70% yel 80% del propóleo original se convierte en extracto. De 1 kg de propóleo bruto, se podrían obtener entre 700 y 800 gramos de extracto, dependiendo de la concentración y el proceso. En la siguiente tabla se muestra los valores y rendimientos más relevantes enel proceso de obtención del extracto de propóleo.

Tabla 2

Variables y Rendimientos en el Proceso de Obtención de Extracto de Propóleo.

| Variable | Descripción | Valores comunes |
|---------------------------|---|-----------------------------|
| Cantidad de propóleo | Peso de propóleo bruto utilizado | 1 kg |
| Relación propóleo-alcohol | Cantidad de alcohol etílico por kg de propóleo | 5-10 litros |
| Tipo de alcohol | Solvente utilizado | Etanol 70-96% |
| Tipo de maceración | Duración del proceso de maceración | 7-15 días |
| Temperatura de maceración | Condiciones de almacenamiento durante la maceración | 15-25°C, en oscuridad |
| Filtrado | Proceso de separación de sólidos después de la maceración | Filtros de malla fina |
| Concentración final | Concentración del extracto (puede variar según evaporación) | 70-80% del propóleo inicial |

Fuente. Autor / Basado en Pérez, G. (2015).

Cabe resaltar que la calidad y composición del propóleo es compleja y variable según sea la zona donde se encuentren ubicados los apiarios, ya que la vegetación de origen puede cambiar,

sin embargo, esto no influye en las propiedades que el propóleo tiene como son antifúngicas.

Respecto al almacenamiento de propóleo es necesario envasarlo en frascos de vidrio oscuro o color ámbar para protegerlo de la luz ya que los compuestos del extracto se pueden alterar, además se debe mantener en lugar fresco y alejados de fuentes de calor, y con baja humedad, ya que pueden oxidarse rápidamente y perder sus propiedades, los extractos glicerinados tienen propiedades antimicrobianas. El extracto de propóleo se conserva durante varios meses sin riesgo a que pierda sus propiedades. De acuerdo con Gallardo (2022) se han realizado experimentos analizando la cromatografía en extractos acuosos con diferencia en los compuestos extraídos. Las propiedades antioxidantes presentadas en el estudio se relacionaron con los flavonoides y fenólico, presentando propiedades antibacteriales y un mayor potencial terapéutico.

Costos y Elementos Constitutivos de Producción con Propóleo

Los costos de producción, son elementos fundamentales en la gestión empresarial, representando los gastos necesarios para la fabricación de bienes o la prestación de servicios. La variabilidad en estos costos se encuentra influenciada por diversos factores, como el tipo de producto, la escala de producción y la industria específica en la que opera la empresa. La clasificación de los costos de producción se da en dos categorías principales: costos variables y costos fijos.

Los costos variables, directamente proporcionales a la producción, abarcan aspectos como materia prima, mano de obra directa, supervisión de mano de obra, mantenimiento de equipos, servicios consumidos, suministros requeridos, así como regalías y patentes. Por otro lado, los costos fijos, independientes de la producción, incluyen gastos tales como impuestos, seguros, gravámenes, financiación, relaciones

públicas, contabilidad y auditoría, marketing y asesoría legal entre otros.

Los costos según conceptos básicos expresados por Amaya (2019), corresponden a los registros que implican la producción de un bien o producto que facilitan la toma de decisiones en una empresa y/o actividad. Existen diferencias entre gastos y costos. En el caso del gasto corresponde al recurso económico destinado al manejo del área administrativa y el costo al esfuerzo económico para la producción del bien o del servicio, está asociado el costo a los materiales directos que se pueden cuantificar. También se incluye dentro de los costos la mano de obra directa que apoyan la producción y los costos indirectos de fabricación como arriendos, mantenimiento entre otros).

Existen además los costos de distribución (Promoción y venta;) de administración (sueldos de directivos, asesores, servicios públicos) y costos financieros (servicios de la deuda como los créditos para la operación del proyecto). De otra parte, de acuerdo con el nivel de actividad se pueden los costos, clasificados en fijos y variables. Los primeros se relacionan con arriendos, depreciación, y los segundos cambian de acuerdo con la cantidad producida.

Adicional a los costos de producción es importante considerar indicadores de rentabilidad como el margen de ganancias es un indicador que refleja la diferencia entre los costos de producción y el valor de su comercialización o venta, mediante el cual se dimensiona la ganancia de esa inversión y se obtiene mediante la fórmula: $\text{Margen de ganancia neta} = \frac{\text{Ganancia neta}}{\text{Ventas}} \times 100$, que se convierte en un determinante en la toma de decisiones del empresario en relación con los beneficios y ventajas de la actividad productiva.

Existe el margen de ganancia bruta y margen de ganancia neta. En el primero solo se consideran en su cálculo los costos directos en tanto que en la segunda se consideran los costos

directos e indirectos.

Se contemplan otros indicadores importantes en los costos: Uno de ellos son los costos fijos unitarios que son fundamentales en la eficiencia en la gestión, indica cuánto cuesta producir una unidad el producto lo cual ayuda a tomar medidas respecto al precio de venta, presupuesto y planificación de la producción. De la misma forma es importante para identificar y controlar los gastos fijos de la actividad. Es clave para determinar la rentabilidad del producto. En el caso de que el costo unitario fijo mayor en comparación con el precio de venta lo más probable es que la empresa no obtenga ganancias por lo tanto se hace necesario ajustar los precios y la producción. El costo unitario fijo es esencial en la definición del presupuesto y planificación financiera.

Otro aspecto a tener en cuenta es el costo variable unitario que se modifica de acuerdo con el volumen producido y hace referencia al costo por cada unidad producida para su cálculo se procede a hallar la relación entre costo total variable y el número de unidades producida: $CVu = CV/UP$.

En general, de acuerdo con Amaya (2019) el costo de un producto está asociado a costos directos (materiales y mano de obra directa) e indirectos (materiales indirectos, mano de obra indirecta, depreciaciones entre otros aspectos). La producción implica un análisis financiero importante que se define como una evaluación de la viabilidad, rentabilidad y sostenibilidad de una actividad productiva.

De acuerdo con Nava y Marbelis (2009) el análisis financiero permite comparar el desempeño de una empresa frente a otra en la misma área.

La repercusión de los costos de producción en la rentabilidad de una empresa es innegable, ya que los inversores buscan recuperar la inversión realizada y obtener ganancias. La variabilidad de estos costos, influenciada

por la escala de producción, los precios de los ingredientes y la eficiencia productiva, subraya la importancia de un seguimiento detallado y la adopción de medidas proactivas para su administración.

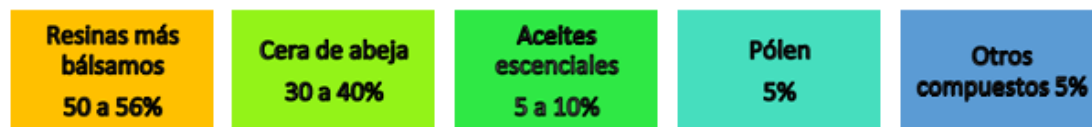
La gestión efectiva de los costos puede lograrse mediante el aprovechamiento de la tecnología y el respaldo a productores locales. La optimización de los procesos productivos y la reducción de gastos se vuelven posibles al implementar prácticas eficientes y estrategias que permitan a las empresas adaptarse a las variaciones del entorno económico.

Composición Química del Propóleo

El propóleo se caracteriza por estar compuesto por resinas, cera de abejas, aceites esenciales, pólen, entre otros.

Figura 3.

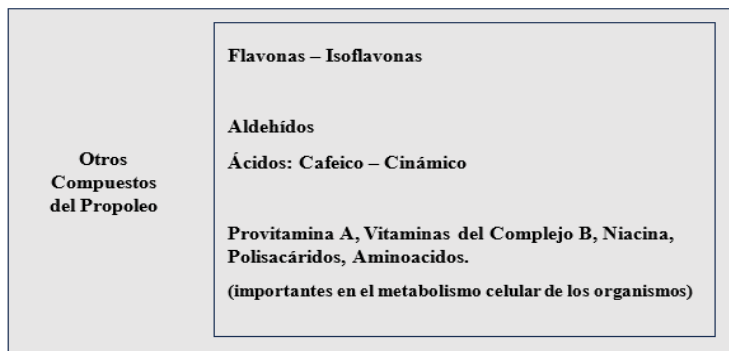
Compuestos del Propóleo



Fuente. Adaptado Meurer F, Matiuzzi M. Brown (2009).

Figura 4

Otros Compuestos del Propóleo



Fuente. Adaptado Meurer F, Matiuzzi M. Brown (2009)

Es importante anotar que las flavonas e isoflavonas son compuestos fenólicos que se encuentran en el propóleo, así como en muchas otras plantas. Tienen funciones de interés de tipo biológico y especialmente en aspectos de nutrición de animales, pues protegen a los peces del estrés oxidativo debido a la mala calidad del agua, malas prácticas de manipulación en el transporte y la presencia de sustancias tóxicas en el agua. Sin embargo, las flavonas pueden tener efectos positivos en la salud cardiovascular de los peces y en la mejora de los niveles inmunológicos en los peces.

En tanto que las isoflavonas son compuestos de tipo fenólico y actúan para ayudar en procesos de inflamación, y fitoestrógenos, protegen contra enfermedades propias del metabolismo de los peces y también protegen el corazón, lo mismo que del estrés.

Materiales y Métodos

Localización

La fase experimental se desarrolló en la finca La Campiña, situada en la vereda de Curubital, en el municipio de Usme, Cundinamarca, la finca se sitúa a una altitud de 2276 msnm, con una temperatura promedio de 13°C y una precipitación anual que varía entre 800 y 1000 mm, siendo el periodo más lluvioso de abril a octubre, está delimitada por cercas vivas, postes de madera y malla, lo que proporciona un entorno controlado y seguro para la producción. La ubicación geográfica permite un acceso adecuado al agua, esencial para el mantenimiento de los estanques de cultivo. (Martínez, M. C. & Ramos, J. S. (2024).

Figura 5

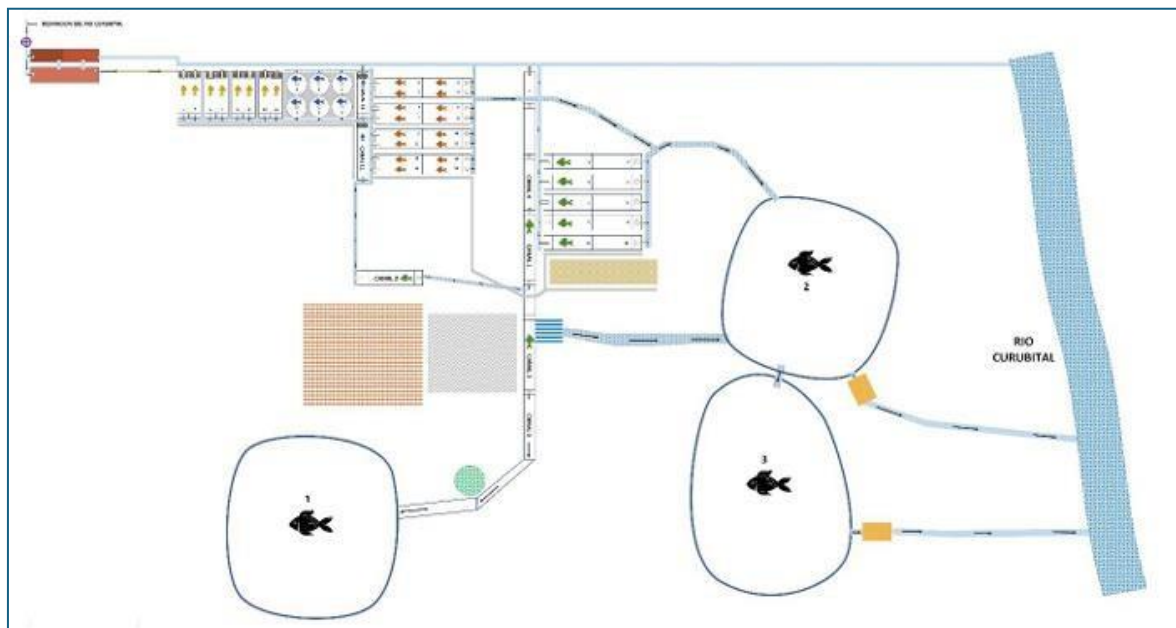
Vista Satelital



Fuente. Google Maps En las coordenadas 4°23'01.8"N 74°08'74.08 km 13 vereda Curubital.

Figura 6

Descripción Gráfica Sistema Productivo



Fuente. Martínez, M. C. & Ramos, J. S. (2024).

Área de Trabajo

El área de trabajo está diseñada para facilitar las operaciones diarias del cultivo. Incluye:

Estanques de Cultivo

Espacios donde se crían las truchas, con un sistema de abastecimiento de agua que asegura su llenado y mantenimiento.

Instalaciones Sanitarias

Áreas exclusivas para la limpieza y desinfección, equipadas con lavamanos, jabón y toallas desechables, alejadas de los estanques para evitar la contaminación.

Área de Evisceración y Procesamiento

Sala dedicada a la evisceración de las truchas, diseñada para garantizar la limpieza y desinfección, con un flujo de trabajo que minimiza el riesgo de contaminación cruzada.

Lugares Más Usados

Los lugares más utilizados en la finca incluyen:

Área de Almacenamiento. Espacio exclusivo para guardar el concentrado de alimento, con medidas para evitar la humedad y la proliferación de plagas.

Sala de Procesamiento. Donde se lleva a cabo el sacrificio y empaque de las truchas, asegurando un manejo higiénico y eficiente.

Zona de Control de Plagas. Áreas donde se implementan medidas para el control de roedores y otros depredadores que pueden afectar la producción.

Zona de Experimentos. La finca también cuenta con una zona destinada a experimentos, donde se realizan pruebas relacionadas con:

- Manejo de Salud. Observación de la salud de los peces y la efectividad de diferentes prácticas de alimentación y manejo del agua.
- Bioseguridad. Implementación de protocolos para prevenir la introducción de patógenos y evaluar su efectividad.
- Calidad del Agua: Monitoreo y análisis de la calidad del agua en los estanques, utilizando instrumentos específicos para asegurar condiciones óptimas para el cultivo.

Esta organización y diseño del espacio permiten un manejo eficiente y seguro del cultivo de trucha arcoíris, contribuyendo a la sostenibilidad y productividad de la finca. Martínez, M. C. & Ramos, J. S. (2024).

Material Biológico y Unidades Experimentales Especies de Peces

Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*): Es la especie principal cultivada en la finca. Se seleccionan alevinos de alta calidad genética y sanidad para asegurar un buen crecimiento.

Alimentación

Se utiliza un alimento balanceado registrado por el ICA, que incluye ingredientes específicos para satisfacer las necesidades nutricionales de las truchas en diferentes etapas de crecimiento. La calidad del alimento es crucial para el desarrollo óptimo de los peces.

Parámetros del Agua

La calidad del agua es un factor determinante en la producción acuícola. Se monitorean parámetros físicos, químicos y biológicos, como la temperatura, pH, oxígeno disuelto, y niveles de amoníaco y nitritos, para asegurar un ambiente adecuado para el cultivo.

Salud y Manejo Sanitario

Se implementan prácticas de bioseguridad y manejo sanitario para prevenir enfermedades. Esto incluye el monitoreo regular de la salud de los peces y la aplicación de tratamientos cuando sea necesario.

Unidades Experimentales

Estanques

Cada estanque puede considerarse una unidad experimental, donde se pueden realizar diferentes tratamientos o prácticas de manejo. Por ejemplo, se pueden comparar diferentes tipos de alimentación o métodos de manejo del agua en estanques separados.

Grupos de Alevinos

Dentro de cada estanque, se pueden establecer grupos de alevinos que reciban diferentes tratamientos, como variaciones en la frecuencia de alimentación o en la calidad del agua, para evaluar su impacto en el crecimiento y la salud de los peces.

Pruebas de Calidad del Agua

Se pueden realizar experimentos en los que se manipulen las condiciones del agua (por

ejemplo, variando la temperatura o el pH) para observar cómo afectan el crecimiento y la supervivencia de las truchas.

Monitoreo de Salud

Se pueden establecer unidades experimentales para evaluar la efectividad de diferentes tratamientos sanitarios o de prevención de enfermedades, registrando la mortalidad y la incidencia de enfermedades en los grupos tratados.

Estas unidades experimentales permiten evaluar y optimizar las prácticas de cultivo, contribuyendo a mejorar la producción y sostenibilidad del sistema acuícola, el manejo de los aspectos biológicos y las unidades experimentales es fundamental para garantizar la salud y el rendimiento de los peces. (Martínez, M. C. & Ramos, J. S. 2024).

Especie a Trabajar

Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

Edad

Alevinos: Generalmente, los alevinos tienen entre 1 a 3 meses de edad al momento de ser introducidos en los estanques.

Peso

Peso promedio: Los alevinos suelen pesar entre 1 a 5 gramos al momento de la siembra. A medida que crecen, el peso puede aumentar significativamente, alcanzando hasta 1 kg o más en etapas posteriores.

Número de Animales

Número de Alevinos: Dependiendo del tamaño del estanque y la capacidad de carga, se pueden introducir entre 1,000 a 10,000 alevinos por estanque. Este número puede variar según las prácticas de manejo y el espacio disponible.

Alojamiento Estanques

Los alevinos se alojarán en estanques diseñados específicamente para el cultivo de trucha. Estos estanques deben contar con un sistema de recirculación de agua y filtración adecuada para mantener la calidad del agua.

Área de los Estanques: Cada estanque puede tener un área que varía entre 100 a 1,000 metros cuadrados, dependiendo de la capacidad de producción deseada y las condiciones del sitio.

Tabla 3

Distribución de Estanques de Trabajo finca La Campiña

| Item | Estanque 1 | Estanque 2 | Estanque 3 |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Área | 500 m ² | 300 m ² | 700 m ² |
| Numero de Alevinos | 5,000 | 3,000 | 7,000 |
| Peso Promedio | 3 gramos | 2 gramos | 4 gramos |

Fuente. Autor / Basado en Martínez, M. C. & Ramos, J. S. (2024).

Este muestreo de Estanques involucra la distribución de parte del total de los estanques, de la evaluación realizada y previa solicitud se determinarán los grupos y estanques a trabajar; se tienen en cuenta cuatro (4) tratamientos; cada tratamiento tiene dos (2) repeticiones, en total se adecúan ocho (8) estanques.

Figura 7

Estanques de la Finca La Campiña



Nota. a) Estanques de grupos de alevinos. b) Estanques de paso para beneficio. c) Canales de paso a estanques de cultivo d) Lagos de abastecimiento. De Izquierda a Derecha.

Fuente. Autor / Basado en Martínez, M. C. & Ramos, J. S. (2024).

Alimentación

El manejo alimentario en el cultivo de trucha arcoíris es crucial para asegurar un crecimiento óptimo y la salud de los peces, en este sistema productivo se pudo determinar y detallar cómo se realizaba la estructuración en alimentación, incluyendo ingredientes, nutrientes, cantidades y horarios de alimentación.

Ingredientes Comunes

- Harina de pescado: fuente principal de proteínas.
- Harina de soya: proporciona proteínas vegetales.
- Aceites (como aceite de pescado): Fuente de ácidos grasos esenciales.
- Vitaminas y minerales: Suplementos para asegurar el aporte de micronutrientes.
- Carbohidratos: Como maíz o trigo, en menor proporción.

Nutrientes Esenciales

- Proteínas: 30-45% del total de la dieta, dependiendo de la etapa de crecimiento.
- Grasas: 10-20% para energía.
- Carbohidratos: 5-15% para energía adicional.
- Vitaminas y Minerales: Asegurar un balance adecuado para el crecimiento y la salud.

Cantidad de Alimento

La cantidad de alimento a suministrar depende de la biomasa de los peces y su etapa de crecimiento. Se recomienda:

Cálculo de Ración: Aproximadamente el 1-3% del peso total de los peces por día, ajustando según la temperatura del agua y la actividad de los peces, se puede manejar a escala de ejemplo: Si se tiene un estanque con 5,000 truchas que pesan en promedio 100 gramos, el peso total sería 500 kg. Se podría suministrar entre 5 kg (1%) y 15 kg (3%) de alimento al día.

Horarios de Alimentación

Los horarios de alimentación deben ser regulares y pueden variar según la temperatura del agua y la actividad de los peces.

Frecuencia: alimentar de 2 a 4 veces al día.

Horarios: desayuno 8:00 am, almuerzo 12:00 pm, merienda 4:00 pm y cena 8:00 pm.

Consideraciones Adicionales

Monitoreo: Es importante observar la respuesta de los peces a la alimentación. Si quedan restos de alimento, se debe ajustar la cantidad.

Calidad del Alimento: Utilizar alimentos frescos y de buena calidad para evitar problemas de salud en los peces.

Análisis Estadístico

Procesamiento Estadístico Variable de Dietas en Estanques para Producción Piscícola

En el experimento se tienen en cuenta cuatro (4) tratamientos; cada tratamiento tiene dos (2) repeticiones, en total se adecúan ocho (8) estanques, se organiza así los individuos, se tomó el peso promedio, y a si mismo la longitud promedio de la muestra; la estructura que se maneja es completamente al azar, con medias repetidas o mediciones repetidas en el tiempo.

Se aísla un error experimental inherente al proceso y un error en el estanque que opera de la unidad experimental, debido al experimento que se hace entre tratamientos. Se presenta una variación al interior de los individuos tratados en el tratamiento T1, esta variación al interior del estanque en donde se opera el error operacional, el análisis de varianza de los estanques, un error de la unidad experimental o estanque, se consideran los tratamientos, la variable y los errores observacionales presentándose diferencia en las lecturas; pero no se dio con efecto del tratamiento para la variable peso.

A partir de una matriz de datos de tipos dietas en varios estanques con tres tratamientos diferentes en un diseño completamente al azar con medidas repetidas, lo cual, significa que algo sucede sin un patrón predecible o una razón específica. Se refiere a algo que ocurre de manera aleatoria, sin seguir un orden o una lógica establecida. Se tomaron como variables peso promedio y longitud promedio. De este experimento, contando con un grupo control dentro de un ensayo en campo, en el cultivo de alevinos de truchas en la finca la Campiña de la vereda de Curubital del municipio de Usme, con el fin de maximizar la viabilidad del proyecto. En esta investigación se requirió hacer un estudio de costos para comprender mejor la relación entre el nutriente necesario para la producción, y los resultados generados.

El aumento en peso y tamaño permitió también analizar los costos a lo largo del ciclo de vida del alevino y del adulto y es fundamental para el análisis y evaluación del proyecto. De acuerdo con la investigación de FAO (1998), los costos aparecen estrechamente vinculados con el volumen de producción, lo que sugiere que la determinación de los mismos resulta básica en términos de administración y control.

Es importante en la realización de cualquier proyecto investigar cuáles serán los costos futuros asociados con la adopción de cualquier tecnología, a fin de que el tener una idea de los recursos que serían necesarios. En la presente investigación se plantea el uso del propóleo en extracto, como principal promotor de crecimiento en alevinos de trucha, dado los problemas de tipo económico, duración en el crecimiento de los animales, enfermedades, entre otros que disminuyen la producción y el peso de las truchas *Oncorhynchus*.

Resultados Y Discusión

Variable Peso

Se desarrollo análisis de varianza para medidas repetidas, este procedimiento hace referencia al análisis de variable dependientes como el peso y la longitud de los alevinos, con repeticiones en las mediciones de cada variable en particular, en momentos similares. Dichas medidas repetidas en el análisis ANOVA, arroja un análisis de medidas multivariantes de medidas repetidas.

A continuación, se observan los datos relacionados con los tratamientos y grupo control para analizar el peso:

Tabla 4

Tratamientos y Grupos de Control Análisis de Peso

| Item | DF | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr (mayor que F) |
|-------------------------|----|--------|---------|---------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 76.85 | 25.617 | 3.622 | 0.123 |
| Residuals | 4 | 28.29 | 7.072 | | |
| Error: within | | | | | |
| Lectura | 4 | 2220.0 | 555.0 | 124.317 | 7.8e -12 |
| Tratamientos lectura | 12 | 68.1 | 5.7 | 1.271 | 0.321 |
| Residuals | 16 | 71.4 | 4.5 | | |

Fuente. Variables ANOVA. Paquete estadístico en R

Con un 95% de confianza se concluye que no hay una diferencia estadísticamente significativa en el comportamiento de los tratamientos de dietas en prueba. De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) se puede afirmar que para el efecto del tratamiento el valor F para

el tratamiento es de 3,622 con un valor p de 0,123, dado que el p-valor es mayor que el nivel de significancia normalmente utilizado ($p > 0.05$) se puede decir que no hay evidencia significativa para concluir que el tratamiento tiene un efecto significativo de peso.

De otra parte, el valor correspondiente al valor de F para la lectura es de 124.317 con un p-valor de $7.8e-12$ aproximadamente 0.000000000078, lo cual significa que es extremadamente pequeño ($p < 0,0001$) que indica que tiene una diferencia significativa en cuanto al peso se refiere entre por lo menos dos niveles de lectura.

Lo anterior quiere decir que la lectura tiene un efecto significativo en el peso independientemente del tratamiento. En cuanto a la interacción entre el tratamiento y la lectura el valor de F es de 1,271 con un valor p de 0,321 que es mayor que 0,05 lo que indica que no hay evidencia estadística suficiente para concluir que la interacción entre tratamientos y lectura tiene un efecto significativo en el peso.

Concluyendo, el tratamiento no tiene un efecto significativo en el peso y la lectura tiene un efecto importante en el peso independientemente del tratamiento y no hay evidencia de interacción significativa entre tratamiento y lectura.

Se establece que, en las comparaciones de medias, no hay diferencia significativa, hay diferencia entre tratamientos, pero no hay interacción, los tratamientos marcaron diferencias en la lectura, pero no hay interacción.

Cuando hay medias repetidas, los tratamientos muestran las diferencias, entre más tiempo, el tratamiento no muestra diferencias, en la primera lectura hubo diferencia en tratamiento 1, este es mejor que los otros tratamientos, la lectura muestra que en el tratamiento 2 no hubo diferencia significativa.

La lectura 5 fue la mejor en cuanto al crecimiento de acuerdo con el tiempo.

En algunos experimentos se evaluó la eficiencia del propóleo en el tratamiento de enfermedades causadas por bacterias en alevinos de trucha arco iris para lo cual se utilizaron 750 alevinos divididos en 3 repeticiones con 5 pruebas de dosis diferentes, en este caso se empleó el propóleo como tratamiento antibacteriano en alevinos.

Teniendo como parámetro otras especies de animales como corderos, y pollos de engorde sugirieron los investigadores que dosis de 20 a 50 mg/kg de peso puede ser un buen referente para evaluar tratamientos en trucha.

Variable longitud

A continuación, se observan los datos estadísticos relacionados con la variable longitud de los alevinos objeto de estudio en los tres tratamientos (T1, T2, T3) y en el Control.

Tabla 5

Variable Longitud en Tratamientos y Grupo Control

| | Longitud | std | r | se | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---------|----------|----------|----|-----------|-------|-------|---------|--------|---------|
| CONTROL | 15.180 | 1.257838 | 10 | 0.1733119 | 13.33 | 17.33 | 14.2025 | 15.085 | 16.1275 |
| T1 | 16.026 | 1.809746 | 10 | 0.1733119 | 13.10 | 18.83 | 15.3350 | 16.080 | 16.8750 |
| T2 | 15.283 | 1.899228 | 10 | 0.1733119 | 12.00 | 17.83 | 14.6675 | 15.335 | 16.4575 |
| T3 | 14.783 | 1.905361 | 10 | 0.1733119 | 12.00 | 17.00 | 13.3725 | 15.500 | 16.2900 |

Fuente. Variables ANOVA. Paquete estadístico en R

En la tabla 5 se analizan los datos de longitud por grupos de los Tratamientos T1, T2, Grupo Control y T3. Se observa que el Tratamiento T1 presenta mayor longitud de 16.026 con una diferencia de 743 entre el primero y segundo tratamiento y de 1243 entre el grupo del tercer tratamiento y el primer tratamiento. Se observa una ganancia de longitud del T1 con respecto a T2 de 9,5% y de 9,2% entre T2 y T1.

Se puede afirmar que el tratamiento T1 se encuentra un 9,4% por encima de la longitud que presenta el grupo control, en tanto que el grupo T2 presenta un 9,9% de longitud con por encima del grupo control y el T3 10,26% por debajo del grupo control, tal como se evidencia en la tabla 5.

Comparación de la Longitud de los Alevinos en los Diferentes Tratamientos y Grupo Control

El valor r o tamaño de la muestra (n) en cada grupo, así en el grupo control el r equivale a 1° lo cual indica que el tamaño de la muestra es 10. Lo mismo ocurre en los Tratamientos T1, T2, T3 ($n=10$), se tomaron en todos los grupos un tamaño de muestra de 10 individuos y se tomaron 10 observaciones o mediciones de la variable tanto de peso como de longitud de los grupos control y tratamientos T1, T2 y T3, de modo que el tamaño de muestra permitió interpretar las estadísticas descriptivas como la media, desviación estándar y percentiles.

Tabla 6*Variable Longitud en Tratamientos y Grupo Control*

| Grupo Control | Grupo Control | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Longitud promedio | 15.180 | 16.026 | 15.283 | 14.783 |
| Desviación estándar | 1.257838 | 1.809746 | 1.899228 | 1.905361 |
| Tamaño de muestra | n=10 | 10 | 10 | 10 |
| Error estándar (se) | 0.1733119 | 0.1733119 | 0.1733119 | 0.1733119 |
| Valor mínimo (Min) | 13.33 | 13.10 | 12.00 | 12.00 |
| Valor máximo (Max) | 17.33 | 18.83 | 17.83 | 17.00 |
| Q25 | 14.2025 | 15.3350 | 14.6675 | 13.3725 |
| Q50(mediana) | 15.085 | 16.080 | 15.335 | 15.500 |
| Q75(percentil 75) | 16.1275 | 16.8750 | 16.4575 | 16.2900 |

Fuente. Variables ANOVA. Paquete estadístico en R

En la tabla 6 se muestran los datos relacionados con la variable longitud y al comparar los grupos el grupo T1 presenta mayor longitud promedio de (16.026) y valores de Q25, Q50 y Q75 más altos que los demás grupos, lo que hace pensar que este tratamiento podría tener un efecto positivo sobre la longitud de los peces.

En tanto que el grupo T3 tiene la menor longitud promedio de 14.783 y valores de Q25 y Q75 más bajos comparados con otros grupos, el grupo control presenta valores intermedios de longitud promedio y percentiles, mientras que T2 se encuentra entre el grupo T1 y los demás grupos.

En el grupo control con una longitud media de 15.180 y un Q25 (percentil 25) de 14.4025 se puede interpretar que el grupo control el 25% de los valores de longitud se encuentran por debajo de 14.2025, mientras que el 75% restante se encuentra por encima de este valor, mientras que en el Grupo T1 con una longitud media de 16.026 y un Q25 (percentil 25) de 15.3350 el 25% de los valores de longitud se encuentran por debajo de 15.3050, mientras que el 75% restante se encuentra por encima de este valor.

En el grupo T2 el 25% de los valores se encuentran por debajo de 14.6675, mientras que el 75% restante se encuentra por encima de este valor, igual ocurre en el tratamiento T3 en donde el 25% de los valores de longitud se encuentran por debajo de 13.3725 mientras que el 75% restante se encuentra por encima de este valor.

En resumen, los diferentes grupos presentan diferencias en sus respectivas longitudes medias en la distribución de los valores reflejada en los diferentes percentiles.

Los tratamientos T1, T2 y T3 en consecuencia podrían con respecto a este percentil en tener efectos diferentes sobre la variable longitud en comparación con el grupo control.

Los valores de longitud del grupo T1 tienden a ser mayores que el grupo control ya que el percentil Q25 es más alto.

Se concluye que la comparación de los valores de Q25 entre los grupos permite inferir que la distribución de los valores de longitud parece ser desplazada hacia la derecha - valores más altos- en el grupo T1 en comparación con el grupo control.

Al analizar e interpretar la relación entre valores de Q25 con el desempeño esperado en cada grupo, en el grupo control de 14.2025 este valor indica que el 25% de los individuos grupo control tienen una longitud menor o igual a 14.2025. Un Q25 más bajo en este grupo sugiere que una mayor proporción de individuos tiene valores de longitud relativamente bajos en comparación con los otros grupos.

Con respecto al percentil Q25 en el grupo T1, indica que una mayor proporción de individuos tiene valores de longitud relativamente altos en comparación con el grupo control.

En tanto que en el grupo T2, el desempeño es intermedio. T1 y T2 tienen un desempeño igualmente intermedio en relación con el grupo T3. En general, los grupos Q25 más altos se hallan en el tratamiento T1, sugieren un mejor desempeño con mayor proporción individual, con una longitud mayor, en tanto que grupos con Q25 más bajos se observan en el tratamiento T3, esto indica un menor desempeño con mayor proporción de individuos con valores de longitud bajos, algunos factores que pueden incidir en estos resultados son el tamaño de la muestra y variabilidad de los datos.

En el grupo T3, por ejemplo, el 75% de los valores de longitud se encuentran por debajo de 16.2900 mientras que el 25% restante se encuentra por encima del valor. Al comparar los grupos T1 presenta la mayor longitud media (16.026) y el valor de Q75 más alto (16.8750) lo que sugiere que este grupo tiene los valores de longitud más altos.

El grupo de control tiene la menor longitud media (15.180) y el valor Q75 más bajo (16.1275) indicando que este grupo tiene los valores de longitud más bajos en comparación con los demás. Em cambio los grupos T2 y T3 presentan valores intermedios tanto en longitud media como en el percentil Q25, con T2 ligeramente por encima de T3.

Estas observaciones sugieren que los tratamientos T1 y T2 podría tener un efecto positivo sobre la longitud de los alevinos de trucha en comparación con el grupo control.

Tabla 7

Comparación de la Longitud entre Grupos

| Tratamiento | Valores |
|-------------|----------|
| T1 | 16.026 a |
| T2 | 15.283 b |
| Control | 15.180 b |
| T3 | 14.783 b |

Fuente. Variables ANOVA. Paquete estadístico en R

En lo que respecta a la variable peso en el grupo control, se presenta un mínimo de 7.649433 y un máximo de 10, en el Tratamiento T1 de 8.530576 y máximo de 10.0 en el T2 de 7.894249 y máximo de 10.0 y finalmente el T3 con un mínimo de 8.468365 e igualmente un máximo de 10.0. Tabla 8

Tabla 8*Variable Peso*

| | Peso | std | r | se | Min | Max | Q25 | Q50 | Q75 |
|---------|--------|----------|----|-----------|-------|-------|---------|-------|---------|
| CONTROL | 35.600 | 7.649433 | 10 | 0.7061161 | 25.32 | 45.60 | 28.9650 | 35.80 | 41.9625 |
| T1 | 39.373 | 8.530576 | 10 | 0.7061161 | 27.73 | 54.88 | 34.4725 | 39.95 | 42.8825 |
| T2 | 38.229 | 7.894249 | 10 | 0.7061161 | 25.56 | 48.89 | 33.7825 | 39.04 | 44.4825 |
| T3 | 38.250 | 8.468365 | 10 | 0.7061161 | 25.00 | 51.79 | 33.8450 | 38.75 | 41.3525 |

Fuente. Variables ANOVA. Paquete estadístico en R

En cuanto a la std - r o Desviación estándar de los residuos que es una medida de la cantidad de variabilidad o dispersión en un modelo de regresión, en un análisis de regresión, los residuos son las diferencias entre los valores observados y los valores predichos por el modelo.

La desviación estándar de los residuos proporciona una idea de qué tan bien el modelo se ajusta a los datos, en el caso del grupo control, el valor de 35.600 es menor que el grupo T1, T2 y T3, indica que los residuos tienen un buen ajuste por lo tanto el modelo presenta buen ajuste de los datos.

El peso promedio del grupo control y de los tratamientos se muestra en la tabla 9:

Tabla 9*Peso Promedio entre Grupos Control y Tratamientos*

| Valores | Grupo Control | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Longitud | 35.600 | 39373 | 38.229 | 38.250 |
| promedio | | | | |
| Desviación | 7.649433 | 8.5300576 | 7.894249 | 8.468365 |
| estándar | | | | |
| Tamaño de | n=10 | 10 | 10 | 10 |
| muestra | | | | |
| Error estándar | 0.7061161 | 0.7061161 | 0.7061161 | 0.7061161 |
| (se) | | | | |
| Valor mínimo | 25.32 | 27.73 | 25.56 | 25.00 |
| (Min) | | | | |
| Valor máximo | 45.60 | 54.88 | 48.89 | 51.79 |
| (Max) | | | | |
| Q25 | 28.9650 | 34.4725 | 33.7825 | 33.8450 |
| Q50(mediana) | 35.80 | 39.95 | 39.04 | 38.75 |
| Q75percentil | 41.9625 | 42.8825 | 44.4825 | 41.3525 |
| 75) | | | | |

Fuente. Variables ANOVA. Paquete estadístico en R

El grupo T1 presenta mayor peso promedio de 39.373 y valores de Q25, Q50 y Q75 más altos que los demás grupos, se sugiere entonces, que el tratamiento podría tener un efecto positivo sobre el peso de los peces.

En tanto que el grupo control presenta el peso promedio es 35.600 y valores de Q25, Q50 y Q75 más bajos en comparación con los grupos tratados. Sin embargo, los grupos T2y T3 presentan unos valores intermedios de peso promedio y percentiles en T2 ligeramentesuperiores a T3.

Tabla 10

Comparación entre Grupos y Control

| Grupos | Valores | Prueba post-hoc Tukey's |
|---------|---------|-------------------------|
| T1 | 39.373 | a |
| T2 | 38.250 | ab |
| T3 | 38.229 | ab |
| Control | 35.600 | b |

Fuente. Variables ANOVA. Paquete estadístico en R

Con los anteriores resultados, analizando la comparación de grupos con ANOVA, se puede inferir que:

Se tiene el grupo tratamientos T1, T2, T3 y Control, siendo T1, T2 y T3 aplicados a alevinos de trucha y grupo control que no recibió tratamiento alguno.

Respecto a las mediasdel peso para cada grupo se puede afirmar que el mayor valor lo alcanza el tratamiento T1 con 39.373 y seguido del T2 y T3 respectivamente, el menor

valor lo obtiene el grupo control. Para las medias de peso entre los grupos se tiene que, los grupos T1 (a) es significativamente diferente al grupo control (b); el grupo T3 (ab) y T2 (ab) no son significativamente diferentes entre sí, ni el grupo T1 (a) ni del grupo control (b); de otra parte, el grupo control (b) es significativamente diferente de T1 (1) pero no es significativamente diferente de T3 y T2 (ab).

Lo anterior significa que los alevinos de trucha tienen una respuesta biológica frente a la variación del medio ambiente. De acuerdo con el uso de las dietas, estas pueden relacionarse con la parte tecnológica de los estanques, con la inocuidad de estos, primandolas condiciones de medio ambiente en el cual se desarrollan los alevinos.

Respecto a la alimentación de los peces objeto del experimento, tendientes a aumentar el peso y la longitud es un aspecto para considerar, se tiene que las dietas tienen el objetivo de solucionar problemas de crecimiento de los peces, sin embargo, influyen en la nutrición otros aspectos como las características del grupo de alevinos, calidad del extracto de propóleo utilizado, densidad de los peces en el estanque, entre otras.

En cuanto a los supuestos del modelo, las normalidades residuales y experimentales, con la prueba de Shapiro- Wilk se evalúa la normalidad de una distribución de datos. El valor W equivalente a 0.91524 estadístico de la prueba Shapiro- Wilk con valor cercano a 1 indica que los datos son similares a una distribución normal, teniendo en cuenta el valor p- value de 0,4333 asociado con la prueba, indica que como este valor de $p > \alpha (0.05)$: No se rechaza la hipótesis nula. Pues no hay suficiente evidencia para decir que los datos no siguen una distribución normal. Para este caso el valor p es de 0.4333 es mayor que 0.05 y no se rechaza la hipótesis nula, ya que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis, en conclusión, se asume que los datos siguen una distribución normal de acuerdo con la prueba Shapiro- Wilks.

Respecto al valor de W equivalente a 0.91524 con valor cercano a 1 es bueno. Los datos se consideran, entonces, normalmente distribuidos de acuerdo con la prueba de Shapiro según los datos de la siguiente figura 8:

Figura 8

Test de Normalidad de Shapiro- Wilk

```
> shapiro.test(fit$UE$residuals)

      shapiro-wilk normality test

data:  fit$UE$residuals
W = 0.91524, p-value = 0.4333
```

De la observación

```
> shapiro.test(fit$within$residuals)

      shapiro-wilk normality test

data:  fit$within$residuals
W = 0.98734, p-value = 0.9632
```

Fuente. Shapiro / investigación. Test Shapiro. Paquete estadístico en R

Igualmente, respecto a la observación $W = 0.98$, estadístico de la prueba Shapiro-Wilk. Un valor cercano a 1 sugiere que los datos son más similares a una distribución normal y $p\text{-value} = 0.9632$ significa valor p asociado con la prueba.

El valor p indica la probabilidad de observar los datos si la hipótesis nula es verdadera. Teniendo en cuenta el valor p y el nivel de significancia que comúnmente se establece en 0.05, para el caso como el valor obtenido en la observación es $p > \alpha (0.05)$, no se rechaza la hipótesis nula ya que no hay suficiente evidencia para decir que los datos no siguen una distribución normal, siendo valor p es 0.9632, que es mucho mayor que 0.05, no se rechaza hipótesis nula.

Se establece que, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de que los datos provienen de una distribución normal. Se puede asumir que los datos siguen una distribución normal según la prueba de Shapiro-W, por lo tanto, los datos pueden considerarse normalmente distribuidos según esta prueba. Con un 95% de confianza los residuales experimentales y observacionales se ajustan a una distribución normal.

Figura 9

Varianza Constante de los Residuales Absolutos

```
> var <- leveneTest(Peso, Tratamiento, "median")
> print(var)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
  Df F value Pr(>F)
group 3  0.0143 0.9976
  36
```

Fuente. Shapiro / investigación. paquete estadístico en R

Con un 95% de confianza se concluye que los residuales absolutos se ajustan a una varianza constante. Al interpretar los datos de Levene respecto a la homogeneidad de varianzas permite evaluar si varios grupos tienen varianzas equivalentes, lo cual es un supuesto importante en muchos análisis estadísticos, como el ANOVA. Para el caso setiene, DF group: 3, F value: 0.0143 y Pr(>F): 0.9976, siendo:

- DF group (grados de libertad del grupo): Indica los grados de libertad asociados con el número de grupos menos uno (en este caso, 4 grupos - 1 = 3).
- F value (estadístico F): Este es el estadístico de prueba calculado para la prueba de Levene. Un valor pequeño de F sugiere que las varianzas de los grupos son similares.
- Pr(>F) (valor p): El valor p asociado con el estadístico F. Este valor indica la probabilidad de obtener un F al menos tan extremo como el observado si la hipótesis nula es verdadera.

Lo anterior significa que el valor p es 0.9976, que es mucho mayor que 0.05, Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula concluyéndose que no hay suficiente evidencia para decir que las varianzas son diferentes. Se puede asumir que las varianzas son homogéneas (iguales) entre los grupos según la prueba de Levene.

De acuerdo con Muñoz et al., (2011), el extracto de propóleo que se administra en la dieta de alevinos de truchas arco iris es un nutriente seguro que trae efectos positivos, y no se muestran efectos adversos, el extracto muestra efectos en el crecimiento y en la salud de los alevinos, aquellos que recibieron extracto de propóleo demostraron mayor ganancia de peso, también el propóleo disminuye la generación de gas y estimula el crecimiento microbiano en la alimentación de estas especies y un efecto positivo en la digestibilidad de los carbohidratos; en un estudio realizado con alevinos de trucha con dosis orales de extracto de propóleo mostró eficiencia en el tratamiento de enfermedades bacterianas, es una sustancia que se puede considerar como aditivo en la alimentación de los peces ya que tiene efectos antioxidantes, antimicrobianos y con grandes beneficios para el crecimiento.

Figura 10

Variable Longitud

```
> fit1=aov(Longitud~Tratamiento*Lectura+Error(UE))
> summary(fit1)

Error: UE
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Tratamiento 3  8.078  2.6925  7.303 0.0423 *
Residuals  4  1.475  0.3687
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Error: Within
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Lectura  4  84.36  21.091  74.448 3.93e-10 ***
Tratamiento:Lectura 12  18.48  1.540  5.437 0.00112 **
Residuals 16  4.53  0.283
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
```

Fuente. Shapiro / investigación. Paquete estadístico en R

Con un 95% de confianza se concluye que hay una diferencia estadísticamente significativa en las longitudes, en las diferentes lecturas en los tratamientos en prueba.

De acuerdo con los resultados de un análisis de varianza (ANOVA) para comparar la longitud de alevinos de trucha en diferentes grupos de tratamiento, los siguientes son los datos que corresponden a los grupos 3 y 4:

Grupo 3:

- Sum Sq (Suma de Cuadrados): 8.078
- Mean Sq (Media Cuadrática): 2.6925
- F value (Estadístico F): 7.303
- Pr (>F) (valor p): 0.0423

Grupo 4:

- Sum Sq (Suma de Cuadrados): 1.475
- Mean Sq (Media Cuadrática): 0.3687

Los anteriores datos muestran la relación entre la variabilidad explicada en el modelo y la variabilidad residual no explicada, para el grupo 3 muestra un valor de 7.303 que indica que hay una relación significativa entre el tratamiento y la longitud de los alevinos.

De acuerdo con el valor p obtenido para el grupo 3 (0.0423) menor de 0.05 se establece que en este caso la diferencia de la longitud de los peces debida al tratamiento para este grupo muestra que es estadísticamente significativa.

De otra parte, para el Grupo 3, el análisis de varianza indica que el tratamiento tiene un efecto significativo en la longitud de los alevinos ($F = 7.303$, $p = 0.0423$). Dado que el valor p es menor que 0.05, podemos concluir que la longitud de los alevinos en el grupo 3 es significativamente diferente debido al tratamiento.

En tanto que, para el Grupo 4, aunqueno se proporciona un valor F o p específico para este grupo, la suma de cuadrados y la media cuadrática son mucho más bajas que para el grupo 3.

Para el caso analizado, la variabilidad en la longitud de los alevinos en el grupo 4 es menor y podría no ser estadísticamente significativa en comparación con otros grupos.

En conclusión, el tratamiento en el grupo 3 tiene un efecto significativo en la longitud de los alevinos.

Mientras que el grupo 4 muestra menor variabilidad y necesita más contexto para una interpretación completa.

Verificación de supuestos del modelo. Normalidad de residuales

Experimentales

En lo que concierne a la prueba Shapiro- Wilk se puede afirmar que para el valor W 0,87168 y considerando que los valores de W entre 0 y 1, siendo el valor encontrado cercano a 1 indica que los valores son más parecidos a una distribución normal. Igualmente, para p-value 0.192, el valor p asociado con la prueba de Shapiro, indica que como el valor pes 0.192, es mayor que 0.05 se no se rechaza la hipótesis, es decir lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la normalidad, por lo tanto, los datos pueden considerarse normalmente distribuidos según esta prueba.

Figura 11

Prueba Shapiro-Wilk para Valor W

Observacionales

```
> shapiro.test(fit1$UE$residuals)
      shapiro-wilk normality test
data:  fit1$UE$residuals
W = 0.87168, p-value = 0.192
```

```
> shapiro.test(fit1$within$residuals)
      shapiro-wilk normality test
data:  fit1$within$residuals
W = 0.94102, p-value = 0.08005
```

Fuente. Shapiro/investigación. Paquete estadístico en R

En los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos se tiene como resultado que el valor W es de 0.94102 que corresponde al estadístico de la prueba Shapiro-Wilk, ya que el valor oscila entre 0 y 1, datos son más similares a una distribución normal. En cuanto a p-value de 0.08005, como valor p asociado con la prueba implica que siendo p mayor que 0.05 no se rechaza la hipótesis y se asume que los datos siguen una distribución normal según la prueba. Por lo tanto, los datos pueden considerarse normalmente distribuidos según esta prueba.

Figura 12

Prueba Shapiro-Wilk para Evaluar Normalidad de los Datos

```
> shapiro.test(fit1$within$residuals)

      shapiro-wilk normality test

data:  fit1$within$residuals
w = 0.94102, p-value = 0.08005
```

Fuente. Shapiro/investigación. Paquete estadístico en R

Con un 95% de confianza se concluye que los residuales tanto experimentales como observacionales se ajustan a una distribución normal.

Figura 13

Varianza Constante de los Residuales Absolutos

```
> var1 <- leveneTest(Longitud, Tratamiento, "median")
> print(var1)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group  3  0.4926 0.6897
      26
```

Fuente. Levene/investigación. Paquete estadístico en R

Con un 95% de confianza se puede concluir que los residuales absolutos se ajustan a una varianza constante. De acuerdo con el test de Levene se interpreta el valor p Grupo 3 F value 0.4926 y p de 0.6897, indican que no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas, ya que para este caso el valor p de 0,6897 asociado al estadístico F es mayor que el nivel de significancia 0.05 lo que quiere reafirma que no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas, por lo tanto cumple el supuesto de homocedasticidad para este grupo 3, es decir la varianza de los residuos es constante a lo largo de los valores predichos . No hay evidencia de heterocedasticidad en este grupo.

Se desarrollan las pruebas de comparaciones de medias:

Figura 14

Pruebas de Comparaciones de Medias

| | Longitud groups | |
|---------|-----------------|---|
| T1 | 16.026 | a |
| T2 | 15.283 | b |
| CONTROL | 15.180 | b |
| T3 | 14.783 | b |

Fuente. Paquete estadístico en R

La tabla muestra las longitudes promedio de los alevinos de trucha en diferentes tratamientos T1, T2, T3 y Control y los grupos a los que pertenecen según la prueba de Tukey.

Tabla 11*Longitud de Grupos*

| Longitud de grupos | | |
|--------------------|----------------|--------|
| Tratamiento | Longitud en cm | Grupos |
| T1 | 16.026 | a |
| T2 | 15.283 | b |
| Control | 15.180 | b |
| T3 | 14.783 | b |

Fuente. Paquete estadístico en R

En cuanto la comparación de la longitud de grupos T1 (a) supera en longitud promedio de los alevinos al T2 (b) y al grupo de control, le sigue en longitud el Tratamiento 3 (b) con 14.783.

El tratamiento T2 (15.283 cm) y Control (15.180 cm), tienen longitudes promedio muy similares, pero son significativamente menores que T1, en tanto que T3 (14.783 cm) presenta la longitud promedio más baja.

El efecto de propóleo sobre la nutrición de los alevinos de truchas en los tratamientos establecidos muestra que el tratamiento T1 con extracto de propóleo presentó la longitud promedio más alta de 16.026 cm en comparación con el T2 que tuvo una longitud de 743 mm menor que T1, mientras que T3 presentó una longitud de 1243 mm menor que T1. Local significa que la ganancia de longitud del T1 fue de 9,5% mayor que T2 y un 9,2% mayor que T3. En comparación con el grupo control el T1 presentó una longitud 9.4% mayor.

El tratamiento T2 tuvo una longitud 9.9% mayor mientras que el tratamiento T3 estuvo

10.26% por debajo del grupo control. Se tomó un tamaño de muestra de 10 individuos en todos los tratamientos y el grupo control.

Se realizaron 10 mediciones u observaciones de las variables peso y longitud de cada grupo. Frente a el crecimiento en longitud los resultados sugieren que el T1 con extracto de propóleo fue el más efectivo en el aumento de longitud de los peces de trucha en comparación con los demás tratamientos y el grupo control, lo que indica que el extracto de propóleo tiene efecto positivo en la nutrición y desarrollo de los peces.

De otra parte, el valor arrojado por el grupo T1 (a) indica que su longitud promedio es significativamente diferente de los otros tratamientos. En tanto que T2, control y T3 que corresponden al grupo b, sugiere que no hay diferencias significativas entre estas tres longitudes promedio, implica que las longitudes de T2, control y T3 son estadísticamente similares entre sí.

Se obtiene entonces que el tratamiento T1 tiene un efecto positivo significativo en la longitud de los alevinos de trucha, ya que es el único que muestra una longitud promedio significativamente mayor. Mientras que, en los tratamientos T2, control y T3 no muestran diferencias significativas entre ellos, lo que indica que estos tratamientos no tienen un efecto notable en la longitud de los alevinos en comparación con T1.

Se concluye, si la meta es aumentar la longitud de los alevinos, se debería considerar el tratamiento T1 como el más efectivo. Algunos factores positivos de este tratamiento pueden estar contribuyendo al éxito y resultados obtenidos en cuanto a mayor longitud, lo que implica que se deberían aplicar estos aspectos o ajustes a los demás tratamientos T2 y T3, esto concuerda con los resultados de la prueba de Tukey respecto a las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos comparados, que para el caso T2, control y T3 implican que tienen medias estadísticamente similares, no ocurre así con el Tratamiento T1 cuya media es significativamente

diferente a la de los demás tratamientos sugiriendo diferencias significativas entre las longitudes de los alevinos entre esos grupos, siendo T1 significativamente mayor que T2, T3 y control.

En cuanto a la época para la aplicación del propóleo en alevinos de trucha se debe tener en cuenta la composición química del extracto de propóleo que cambia de acuerdo con las modificaciones de lugar, región, área geográfica, épocas de lluvia o de verano y sobre todo el tipo de vegetación presente en el que las abejas recolectan estas resinas, factores importantes que influyen en la composición del propóleo.

De otra parte, las propiedades terapéuticas del propóleo se traducen en antisépticos, cicatrizantes, y nutricionales según estudios realizados en alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) (Lisbona et al. 2020).

En lo referente a dosificación de extracto de propóleo en alevinos de trucha se ha evaluado en algunos estudios el efecto en el tratamiento de enfermedades bacterianas en alevinos de trucha arco iris, sin embargo, no se conocen datos detallados sobre dosis ni época del año de la aplicación.

El extracto de propóleo ha mostrado un efecto positivo en la digestibilidad aparente de la materia seca, proteína cruda energía bruta y extracto etéreo y absorción de nutrientes y minerales como calcio, fósforo en alevinos de truchas, según estudios realizados por Silva, J. A., et al. (2020), donde se evaluó y analizó los efectos del propóleo en la digestibilidad aparente y la absorción de nutrientes y minerales en alevinos de trucha arco iris, demostrando mejoras en la digestibilidad de componentes nutricionales y en la absorción de minerales clave.

Según Oliveira, L. M., et al. (2021), se evaluó cómo el extracto de propóleo afecta la digestibilidad de materia seca, proteínas, y grasas, así como la absorción de minerales en alevinos de trucha arco iris. Los resultados indicaron una mejora en la eficiencia digestiva y la

absorción de minerales, complementando estudios que se han obtenido mejores índices de palatabilidad y consumo de alimento al utilizar de 25 a 75% de harina de pescado por proteína hidrolizada de vísceras de trucha enriquecida con propóleo, lo cual sugiere que el propóleo mejora la aceptabilidad y consumo de alimentos de parte de los alevinos tratados, lo que genera crecimiento mayor en los peces.

De acuerdo con Lui, et al (2000), la dieta es fundamental en los peces que se crían en estanques ya que no tiene a su alcance organismos naturales, de manera que es importante proporcionarle una dieta con suplementos que le aporten energía, grasa, proteína, y mejore el crecimiento de los peces, los efectos sobre el metabolismo de glucosa por parte del extracto de propóleo se analiza en otras especies como las ratas, sobre músculos y sensibilidad de la insulina y aumento de la oxidación y almacenamiento de glucosa en los músculos, lo cual demuestra potenciales efectos metabólicos del propóleo aunque no existen estudios realizados en alevinos de truchas.

Otros autores presentan en sus investigaciones el impacto del propóleo en la absorción de nutrientes y minerales esenciales como calcio y fósforo en alevinos de trucha arcoíris, encontrando mejoras significativas en la absorción de estos minerales Martins, G. F., et al. (2022), esta suplementación con propóleo ha demostrado que al incrementar la biodisponibilidad de estos minerales, mejora la mineralización ósea y garantiza una salud general óptima de los peces, generando el resultado esperado que se les atribuye a las propiedades del propóleo ayudando a optimizar el entorno gastrointestinal y potencialmente modular la microbiota intestinal, favoreciendo una mejor asimilación de los nutrientes.

Costos de la Alimentación de los Alevinos de Trucha con Extracto de Propóleo

El uso de propóleo puede llevar a una línea indicadora frente a la reducción en los costos de tratamiento de enfermedades, gracias a sus propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, Santos, R. S., et al. (2023), dado que los alevinos son especialmente susceptibles a enfermedades que pueden resultar en altos gastos médicos y pérdidas, desde ahí esa capacidad del propóleo en reducir la incidencia de enfermedades y aportar en la reducción de aporte desde los antibióticos, esto se puede justificar y evaluar si los beneficios en salud realmente superan los costos de adquisición y administración del propóleo en comparación con los tratamientos convencionales y si estos beneficios se traducen en una disminución cuantificable de los gastos de salud.

Oliveira, L. M., et al. (2021), plantea que la mejora en la eficiencia alimentaria vs el uso del propóleo puede llevar a una reducción en el suministro de la cantidad de alimento que se debe aportar para alcanzar el mismo nivel de crecimiento, esto se convierte en un potencial de ahorro de esos costos de alimentación, que en los sistemas productivos constituyen una parte significativa del presupuesto en acuicultura, la mejora en la digestibilidad y absorción de nutrientes puede afectar positivamente la calidad del crecimiento, lo cual es un aspecto favorable para el éxito general del proyecto.

Sin embargo, desde el análisis de los costos iniciales de producción el extracto de propóleo puede ser elevado, la rentabilidad de los proyectos que sean ejecutados dependerá de los beneficios a largo plazo, como las mejoras en crecimiento y la salud de los peces.

Martins, G. F., et al. (2022). Es crucial calcular el retorno de inversión (ROI) considerandono solo el ahorro en salud y alimentación, sino también el incremento en la producción y localidad del producto final.

La gestión efectiva de los costos puede lograrse mediante el aprovechamiento de la tecnología y el respaldo a productores locales. La optimización de los procesos productivos y la reducción de gastos se vuelven posibles al implementar prácticas eficientes y estrategias que permitan a las empresas adaptarse a las variaciones del entorno económico. En este contexto, el monitoreo constante de los precios y la implementación de iniciativas sostenibles pueden contribuir significativamente a la eficacia y competitividad de la empresa en el mercado.

En el contexto específico del uso de propóleo en la alimentación de peces, los costos de producción pueden influir en la viabilidad y rentabilidad de esta práctica. Al considerar los costos, es esencial examinar varios aspectos relacionados con la obtención y aplicación del propóleo en la industria acuícola.

En primer lugar, se debe abordar el costo de producción del propóleo en la apicultura, dado que este subproducto de la actividad apícola es fundamental para su utilización en la alimentación de peces. Según datos proporcionados, los costos de producción en la apicultura pueden oscilar entre 1,5 y 2,5 dólares por kilogramo de miel, con un rango de 20 a 30 dólares para la producción de un núcleo de abejas. El propóleo es uno de los más importantes derivados de la actividad apícola que funciona en la alimentación de peces.

De acuerdo a estudios de demanda y oferta del extracto de propóleo a nivel de comercio mundial, se cuantificó entre 675,46 millones de dólares en 2023 y se espera un aumento de 206,5 millones de dólares al año 2028, con un crecimiento anual de 5,48%.

Generalmente para presentaciones en frascos que contienen menos mililitros, y que son de mayor calidad, el precio puede ser mayor. Algunos factores que afectan su calidad pueden ser pureza, composición dependiendo del porcentaje de propóleo y pureza que contenga.

Otro aspecto que influye en la calidad del propóleo es su forma de recolección, en el cual

se deben tener en cuenta buenas prácticas pecuarias, de otra parte, es importante el origen del propóleo dependiendo del tipo de vegetación y también del proceso de extracción.

En relación con la cantidad necesaria de propóleo para alimentar a los peces; esta variable dependerá de la especie de pez y del propósito específico del uso del propóleo. Porejemplo, si se utiliza para tratar enfermedades específicas como el punto blanco, la aplicación se realizará de manera localizada en las zonas afectadas. En cambio, cuando se busca mejorar el crecimiento y la resistencia al estrés en especies como la tilapia del Nilo, la suplementación con propóleo en las dietas puede ser más continua, de acuerdo con lo expresado por Chaillou et, al. (2004).

Además de los costos de producción del propóleo, se debe considerar el proceso de incorporación del propóleo en la alimentación de los peces. Este puede incluir la mezcla del extracto de propóleo con el alimento balanceado de los peces o la creación de bolitas de comida sumergidas en una solución de agua con propóleo.

La determinación precisa de los costos y la eficacia de la aplicación del propóleo en la alimentación de peces requerirá un análisis detallado, considerando la escala de producción, la eficiencia del proceso y otros factores relevantes. Este enfoque meticuloso contribuirá a garantizar una gestión adecuada de los costos y a maximizar los beneficios derivados del uso del propóleo en la acuicultura.

La producción de peces especialmente de la Trucha *Oncorynchus mykiss* se considera un negocio rentable que depende de la dinámica que se le imprima a la actividad, fundamentalmente en aspectos relacionados con la nutrición de los animales desde la etapa de alevinos hasta su pleno desarrollo. La rentabilidad, se deriva del ahorro en nutrientes y demás insumos necesarios para lograr una producción de calidad y eficiente, como pilares de la acuicultura moderna, de manera que se logre un mercado altamente competitivo.

Para obtener un flujo de caja sistemático y constante es necesario que la actividad sea sostenible por ello la siembra escalonada permite que se obtenga una cantidad apropiada de producto para el mercado.

La producción se debe entonces planificar y en esa medida los insumos requeridos, entre ellos el elemento para la nutrición de los peces, que en este caso es el propóleo, para lo cual es importante identificar los costos y hacer su respectivo control, para garantizar un ingreso regular y un adecuado retorno a la inversión.

La estructura de costos se caracteriza por tener en cuenta las áreas fundamentales de atención a la producción. La alimentación de los peces representa un buen porcentaje de los costos de producción (entre un 60 y 70% de los costos totales).

Algunos otros costos hacen referencia a los sueldos y salarios que apoyan la operación del proyecto, los servicios de agua, luz, mantenimiento, combustibles, gastos de venta y distribución del producto entre otros.

En la preparación del extracto de propóleo se calculan los costos para lo cual es necesario considerar la cantidad de propóleo, el solvente bien se trate de alcohol o de glicerina, la cantidad de extracto a obtener.

Tabla 12

Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Pitalito (Huila) para Obtener el Extracto

| Item | Cantidad | Precio | Precio | Observaciones |
|--|----------|----------|-----------------|---|
| | | unitario | total | |
| Propóleo | 1 kg | \$80000 | \$80000* | Propóleo crudo |
| Alcohol etílico | 5 L | \$20.000 | \$100000 | Alcohol etílico de 96% tipo alimenticio |
| Frascos de vidrio | 53 | \$5.000 | \$265000 | Color ambar, con gotero para 150ml |
| Mano de obra proceso extracción y empacado | 2 días | \$43400 | \$86400 | Extracción, filtrado y envasado del producto. |
| Total | | | \$531800 | |

Nota. Este valor dado por el productor no incluye el transporte.

Fuente. Autor (2024)

El costo de procesar un gramo de propóleo en este caso es de \$532.

Tabla 13

Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Pitalito (Huila, Segundo Productor) para Obtener el Extracto

| Item | Cantidad | Precio | Precio | Observaciones |
|-------------------------|----------|----------|-----------------|---|
| | | unitario | total | |
| Propóleo | 1 kg | \$240000 | \$240000* | Propóleo crudo |
| Alcohol etílico | 5 L | \$20.000 | \$100000 | Alcohol etílico de 96% tipo alimenticio |
| Frascos de vidrio | 53 | \$5.000 | \$265000 | Color àmbar, con gotero para 150ml |
| Mano de obra y empacado | 2 días | \$43400 | \$86400 | Extracción, filtrado y envasado del producto. |
| Total | | | \$691800 | |

Nota. Este valor dado por el productor no incluye el transporte.

Fuente. Autor (2024)

El costo de procesar un gramo de propóleo en este caso es de \$692.

Tabla 14

Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Santander de Quilichao (Cauca) para Obtener el Extracto

| Item | Cantidad | Precio | Precio | Observaciones |
|--------------------------|----------|----------|-----------------|---|
| | | unitario | total | |
| Propóleo | 1 kg | \$130000 | \$130000* | Propóleo crudo |
| Alcohol etílico | 5 L | \$20.000 | \$100000 | Alcohol etílico de 96% tipo alimenticio |
| Frascos de vidrio | 53 | \$5.000 | \$265000 | Color ambar, con gotero para 150ml |
| Mano de obra y empackado | 2 días | \$43400 | \$86400 | Extracción, filtrado y envasado del producto. |
| Total | | | \$581800 | |

Nota. Este valor dado por el productor no incluye el transporte.

Fuente. Autor (2024)

El costo de procesar un gramo de propóleo en este caso es de \$582.

Tabla 15

Costo de los Ingredientes para Procesar 1 Kilogramo de Propóleo del Municipio de Usme (Cundinamarca) para Obtener el Extracto

| Item | Cantidad | Precio unitario | Precio total | Observaciones |
|--|----------|-----------------|-----------------|---|
| Propóleo | 1 kg | \$100000 | \$100000* | Propóleo crudo |
| Alcohol etílico | 5 L | \$20.000 | \$100000 | Alcohol etílico de 96% tipo alimenticio |
| Frascos de vidrio | 53 | \$5.000 | \$265000 | Color ámbar, con gotero para 150ml |
| Mano de obra proceso extracción y empacado | 2 días | \$43400 | \$86400 | Extracción, filtrado y envasado del producto. |
| Total | | | \$551800 | |

Nota. Este valor dado por el productor no incluye el transporte. *Fuente.* Autor (2024)

El costo de procesar un gramo de propóleo en este caso es de \$552.

De estos costos iniciales para procesar un kilogramo de propóleo puro se tiene que: de 1 Kg que equivale a 1000 gr de propóleo se obtienen 800 gramos ya procesados es decir de extracto (puede variar según la calidad del propóleo).

Estos 800 gr equivalen a 800cm^3 , teniendo en cuenta de esta cantidad obtenida se cuantifica que: se obtienen 53 frascos de 15 cm^3 , cada frasco equivale a 150 ml del extracto, el frasco de 150 ml de extracto de propóleo tiene un valor comercial en promedio de \$60000. de los 53 frascos producidos se obtendría un valor comercial de \$3180000.

Del kilogramo procesado de propóleo se alimentarían alrededor de 8000 alevinos, sin embargo, es necesario tener en cuenta: frecuencia de aplicación y cantidad de extracto número de gotas de extracto de propóleo por estanque tantas veces al día: *#de gotas*estanque*veces al día*

Cabe agregar que, es necesario para establecer el costo de extracto de propóleo para estanques de alevinos de trucha saber el número de animales presentes, lo mismo que el tamaño del estanque, cantidad de alevinos sembrados, dosis aplicada en cada estanque de extracto de propóleo por volumen de agua o por individuo alimentado. Se hace necesario entonces precisar los siguientes ítems:

Determinación de la Dosis Óptima para Alevinos de Trucha

Este proceso parte de determinar la dosis óptima dependiendo de la formulación exacta del extracto de propóleo y de las condiciones de cultivo (temperatura, calidad del agua, densidad de población). Se debe seguir la línea de investigación para poder determinar que dosis de (mg/L) es la más efectiva para mejorar la tasa de crecimiento y aumentar la inmunidad en los alevinos, y en que concentraciones superiores (mg/L) muestran o no beneficios adicionales y podrían estar asociadas con efectos adversos.

Figura 15*Proceso o Protocolo de Aplicación del Extracto de Propóleo***Preparación del Extracto de Propóleo**

- Elegir técnica de extracción adecuada (maceración, ultrasonido, CO2 supercrítico, etc.) para obtener un extracto estandarizado.
- Caracterizar el contenido de compuestos bioactivos (flavonoides, fenoles, etc.)

**Selección de los Grupos y Estanques de Prueba**

- Un grupo será el grupo control, que no recibe tratamiento de propóleo.
- Los otros grupos recibirán diferentes dosis del extracto de propóleo.

**Rango de Dosis a Evaluar**

- Las concentraciones utilizadas pueden variar de mg/L dependiendo del objetivo.

**Método de Administración**

- En el agua de los estanques o acuarios, donde los alevinos están inmersos.
- Incorporado al alimento de los alevinos, mezclando el propóleo con el pienso o alimento balanceado.

**Evaluación de Parámetros Fisiológicos y de Crecimiento**

- Crecimiento (peso, longitud).- Tasa de supervivencia.
- Conversión alimenticia (cantidad de alimento necesario para aumentar una unidad de peso).
- Parámetros inmunológicos, como la actividad de enzimas antioxidantes.
- Resistencia a enfermedades bacterianas o parasitarias.

Fuente. Autor (2024)

Aspectos para Contemplar en la Producción de Trucha.

De acuerdo con las etapas de cultivo de la Trucha arco iris es importante considerar los requerimientos alimenticios de cada etapa y a su vez programar el suministro de propóleo:

Etapa de Alevinaje. El alimento que se proporciona en esta etapa debe ser rico en proteína para estimular su crecimiento, en esta etapa se establecen hábitos alimenticios que serán base para su desarrollo en etapas posteriores.

Etapa de engorde. Etapa en la que el animal alcanza su tamaño ideal que permite ofrecerlo en el mercado. Su nivel proteico respecto al alimento suministrado debe ser menor. Se puede agregar pigmento al alimento para obtener una mejor coloración rosada, de acuerdo con las necesidades y preferencias del consumidor.

Control en la alimentación. Se debe llevar un registro detallado de la cantidad de alimento proporcionado, para evitar su desperdicio o déficit. En este punto se debe ir adaptando el alimento en cantidad y calidad a los requerimientos de los peces con raciones adecuadas de manera que sean provechosas para su crecimiento y sanidad en general, se debe considerar también la tasa de mortalidad de los animales que oscila generalmente entre el 3 y el 5% (FONDEPES, 2023).

Elementos Constitutivos del Extracto de Propóleo

- Propóleo
- Frascos
- Agua destilada
- Agentes potenciadores glicerina, vinagre de manzana con una relación 1:1

Muñoz et al., 2011 realizó estudios en Tilapias *Oreochromis niloticus*, proporcionando alimento con base en extracto etanólico de propóleo al 1% demostrando se obtuvo un mayor

rendimiento y prevención contra la eubacteria Gran negativa y de carácter heterótrofo que afecta la hemoglobina de los invertebrados y vertebrados denominada *Aeromonas*. También el extracto se aplicó en la nutrición de Truchas arco iris *Oncorhynchus mykiss*, generando efectos positivos y actuando como antioxidante e inmunoestimulante a razón de 0.01 g/L de propóleo, de acuerdo con Talas et .al, 1998

De otra parte, Velotto, (2010) citado por Muñoz et. al, (2011) refiere aplicaciones a Tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* entre 1.83 a 2.74 gr/kg a los 60 días de edad. Igualmente, encontraron disminución en la muerte de huevos de trucha arco iris por ataque de hongos al aplicar extracto de propóleo al 0.01 g/L

El extracto de propóleo está compuesto por Alcohol de uva preferiblemente, al 70% con la adición de 300 gramos de propóleo al que se deja macerar por 15 días. Una vez se ha filtrado, se obtiene el extracto de propóleo al 30%. El Propóleo es muy importante como antimicótico, antiviral y en los procesos de una buena nutrición según estudios realizados que destacan el que el propóleo contiene más de 250 elementos, como resinas, bálsamo, vitaminas, aceites, aminoácidos y flavonoides.

El uso de propóleo puede contribuir a una piscicultura más sostenible al reducir la dependencia de antibióticos y productos químicos, lo cual tiene beneficios ambientales. Silva, J. A., et al. (2020), cuando se da una reducción en el uso de antibióticos se evaluaría que se puede disminuir el riesgo de resistencia microbiana y reducir la contaminación del agua, desde aquí la sostenibilidad se vuelve uno de los factores más asertivos en la aprobación del producto en los mercados, su impacto directo en los costos debe ser cuantificado para una evaluación completa.

Conclusiones

La inclusión de propóleo en la dieta de alevinos puede aportar al sistema productivo al reducir los costos asociados con el tratamiento de enfermedades, se reconoce directamente que el propóleo posee propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias que ayudan a prevenir infecciones y mejorar la salud general de los peces, siendo un factor que ayuda a disminuir la necesidad de antibióticos y otros tratamientos médicos costosos, lo que a su vez reduce los gastos generales en la producción piscícola.

El propóleo puede mejorar la eficiencia alimentaria y, por lo tanto, reducir los costos de alimentación, se debe analizar si el aumento en la eficiencia alimentaria compensa el costo del propóleo, y si el ahorro en alimentación es suficiente para hacer que el uso de propóleo sea económicamente viable, al promover una mejor digestibilidad de los nutrientes y una mayor absorción de minerales, los alevinos pueden utilizar los alimentos de manera más efectiva. Esto puede traducirse en una reducción en la cantidad de alimento necesario para lograr el mismo nivel de crecimiento, ayudando a reducir los costos de alimentación.

Un análisis financiero detallado debe incluir una evaluación de costos iniciales, ahorros operativos y mejoras en la productividad para determinar si la inversión en propóleo se justifica y si ofrece un beneficio económico neto, donde a largo plazo, el uso de propóleo pueda mejorar la rentabilidad de los proyectos piscícolas, siendo esto un resultado frente al retorno de inversión positivo, justificando los costos iniciales a través de la mejora en la eficiencia y la reducción de pérdidas.

Es necesario ajustar si esos beneficios de índole ambiental se pueden derivar y estimar desde los beneficios económicos que se brinden al sistema productivo y si estos aspectos son valorados por los canales de consumo y distribución, el uso de propóleo contribuye a esas

mejoras en las prácticas acuícolas, haciendo un sistema más sostenible ayudando a reducir costos y efectos ambientales al reducir la dependencia de antibióticos y otros productos químicos, esto puede llevar a menores costos asociados con la gestión de residuos y la conservación del medio ambiente acuático.

Recomendaciones

Al promover una mejor digestibilidad de los nutrientes y una mayor absorción de minerales, los alevinos pueden utilizar los alimentos de manera más efectiva. Esto puede traducirse en una reducción en la cantidad de alimento necesario para lograr el mismo nivel de crecimiento, ayudando a reducir los costos de alimentación.

Es esencial realizar un análisis detallado de los proveedores de propóleo, sus precios y la eficiencia de los métodos de extracción, cuando se logra optimizar y establecer factores externos de compra aportarían en la mejora de esa rentabilidad y generaría que el uso de propóleo sea más accesible y competitivo en comparación con otras alternativas, evaluar y optimizar estos factores puede ser crucial para maximizar el beneficio económico y justificar la inversión de su uso en acuicultura.

Bibliografía

- Aliaga, Yeny (2020) Eficiencia del propóleo en el tratamiento de enfermedades bacterianas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) evaluada en laguna altoandina Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo (2020) Volumen 6 Número (2): 12- 27 Dirección de Investigación de Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. Lima - Perú
- https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/index ISSN 2410-843x
- (en línea)
- Afonso, J. L., et al. (2020). "Immunostimulatory effects of propolis on juvenile rainbow trout: A biochemical and histological study." *Fish & Shellfish Immunology*, 99, 148-155. doi: 10.1016/j.fsi.2020.01.0
- Banskota, A. H., Y. Tezuka and S. Kadota. (2001). Recent progress in pharmacological research of propolis. *Phytotherapy Research* 15 (7):561-571.
- <https://doi.org/10.1002/ptr.1029>
- Bedascarrasbure E. (2006) al. Propóleos. Caracterización y normalización de propóleos argentinos. Revisión y actualización de composición y propiedades. Ediciones MAGNA, Tucumán, Argentina. HTTP
- Blectong-Cusme, N. E., López-Pinargote, I. L., Parrales-Mendoza, V. Y., Quiñonez-Becerra, N. M., Bravo-Zamora, B. M., y Cevallos- Mendoza, A. N. (2023). Humedad crítica, transición vítrea, y propiedades cromáticas de confites duros enriquecidos con aceite esencial de eucalipto y tintura de *Hibiscus sabdariffa* L. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(1), 26-40.
- <https://doi.org/10.23850/24220582.5212>

Chaillou, L. L., Herrera, H., & Maidana, J. (2004, 1 marzo). Estudio del propóleo de Santiago del Estero, Argentina. Food Science and Technology.

<https://doi.org/10.1590/s0101-20612004000100003>

Ciclido. (2017, 3 marzo). Propóleo para los peces.

Forociclicos.com.<https://www.forociclicos.com/foro/viewtopic.php?t=5524>

Delgado Aceves, María de Lourdes, Andrade Ortega, Jesús Ángel, & Ramírez

Barragán, Carlos Alberto. (2015). Caracterización fisicoquímica de propóleos colectados en el Bosque La Primavera Zapopan, Jalisco. Revista mexicana de ciencias forestales, 6(28), 74-87. Recuperado en 19 de Julio de 2023, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-

[11322015000200006&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000200006&lng=es&tlng=es)

Giral, T; Hugues, B.; Soto, C. J. (2007) Suspensión oftálmica de propóleos: una alternativa en el tratamiento de las oftalmopatías en animales afectivos.

REDVET Revista electrónica de Veterinaria, Vol. VIII, Núm. 9, septiembre-sin mes, pp. 1-6 Veterinaria Organización España.

<https://www.redalyc.org/pdf/636/63612710002.pdf>

Fernandes, S., et al. (2019). "Sustainability in aquaculture: The role of natural

additives like propolis in reducing environmental impacts." Journal of Cleaner Production, 228, 1032-1040. doi:10.1016/j.jclepro.2019.04.25

Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero FONDEPES Manau de cultivo de trucha en ambientes convencionales. Manual Trucha Caratula.cdr (www.gob.pe)

- Lima, S. M., et al. (2021). "Effects of dietary propolis on growth performance and immune responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry." *Aquaculture Nutrition*, 27(1),299-310. doi:10.1111/anu.13213
- López, F. (2020). Innovaciones en la extracción de propóleo para piscicultura. *Revista Acuícola*.
- Martínez, M. C. & Ramos, J. S. (2024). Informe de pasantías en sistema productivo de cultivode Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykis*) Usme – Vereda Curubital, Bogotá. [Pasantía]. Repositorio UNAD
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/60335>
- Martinez, T. (2006). Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura IICA.
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Apicola/Normatividad/Diagnostico%20Apicola%20abril%202011.pdf>
- Martins, G. F., et al. (2022). "Effect of propolis supplementation on nutrient and mineral absorption in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry." *Fish Physiology and Biochemistry*, 48(1), 235-248. doi:10.1007/s10695-021-01085-8
- Morín, A. (2013). Usos del propóleo en medicina veterinaria. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
<https://anamorin.wordpress.com/2013/06/25/usos-del-propoleo-en-medicina-veterinaria/>
- Muñoz, L., Villalba, S., Narváez, W., (2011). Propiedades del propóleo como aditivo natural funcional en la nutrición animal. Universidad de Caldas.
<http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v10n2/v10n2a10.pdf>

- Muñoz Rodríguez, Luis Carlos, Linares Villalba, Sergio Eduardo, & Narváez Solarte, William. (2011). Propiedades Del Propóleo Como Aditivo Natural Funcional En La Nutrición Animal. *Biosalud*, 10(2), 101-111. Retrieved September 24, 2023, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502011000200010&lng=en&tlng=es.
- Oliveira, L. M., et al. (2021). "Influence of propolis on the apparent digestibility of feed components and mineral absorption in juvenile rainbow trout." *Aquaculture Reports*, 19, 100561. doi:10.1016/j.aqrep.2021.100561
- Rodríguez Pérez, Betsabé, Canales Martínez, María Margarita, Penieres Carrillo, José Guillermo, & Cruz Sánchez, Tonatiuh Alejandro. (2020). Composición química, propiedades antioxidantes y actividad antimicrobiana de propóleos mexicanos. *Acta universitaria*, 30, e2435. Epub 22 de septiembre de 2020. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2435>
- Santos, R. S., et al. (2023). "Impact of dietary propolis on the apparent digestibility of dry matter, crude protein, gross energy, and ether extract in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles." *Aquaculture Nutrition*, 29(2), 416-425. doi:10.1111/anu.13034
- Silva, J. A., et al. (2020). "Propolis supplementation effects on the digestibility and mineral absorption in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry." *Journal of Aquatic Animal Health*, 32(4), 210-220. doi:10.1002/aqh.1035
- Silva, G. S., et al. (2022). "Propolis as a natural alternative to antibiotics in aquaculture: Impacts on fish health and water quality." *Aquaculture Reports*, 22, 100892. doi:10.1016/j.aqrep.2022.100892

- Soares, A. M., et al. (2019). "Antimicrobial activity of propolis against aquatic pathogens." *Journal of Aquatic Animal Health*, 31(2), 76-84. doi:10.1002/aqh.1024
- Tomás-Barberán, FA, García-Viguera, C., Vit-Olivier, P., Ferreres, F., & Tomás-Lorente, F. (1993). Evidencia fitoquímica del origen botánico del propóleo tropical de Venezuela. *Fitoquímica*, 34 (1), 191-196.
- Valega, O. (2016). Como procesar el propoleos de forma artesanal. <https://apiculture.com/files/27/Otros-articulos/1168/Como-procesar-el-propoleos-de-forma-artesanal.pdf>
- Vargas Sánchez, R. D., Torrescano Urrutia, G. R., & Sánchez Escalante, A. (2013). El propóleos: conservador potencial para la industria alimentaria. *Interciencia*, 38(10), 705-711.
- Vergara, W. (2014). Formulación de proyectos agroempresariales. Universidad de La Salle. Unisalle Agrociencias Catálogo General 8-9-2014. Universidad de La Salle, Bogotá, wivergara@unisalle.edu.co
- Vit, Patricia. (2004). Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: Miel, polen y propóleos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 35(2), 32-39. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079804772004000200006&lng=es&tlng=es.
- Yaghoubi MJ., Ghorbani Gh., Soleimani Zad S., & Satari R. (2007). Actividad antimicrobiana del propóleo iraní y su composición química. *Revista DARU de Ciencias Farmacéuticas*, 15 (1), 45-48. <http://daru.tums.ac.ir/index.php/daru/article/view/303>