

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino
suplementadas con metionina en el crecimiento y supervivencia de
alevines de *Oncorhynchus mykiss***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR**

Autores:

Bach. Blas Burgos, Breidy Yameli

Bach. Jara Pichí, Lucio Arturo

Asesor:

Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario

ORCID:0000-0003-4877-1165

Nuevo Chimbote – Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**Efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino
suplementadas con metionina en el crecimiento y supervivencia de
alevines de *Oncorhynchus mykiss***

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO ACUICULTOR**

Autores:

**Bach. Blas Burgos, Breidy Yameli
Bach. Jara Pichí, Lucio Arturo**

REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR

Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario
DNI: 18114311
ORCID:0000-0003-4877-1165

Nuevo Chimbote – Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

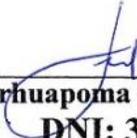
Efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino
suplementadas con metionina en el crecimiento y supervivencia de alevines de
Oncorhynchus mykiss

Sustentado por

Bach. Blas Burgos, Breidy Yameli
Bach. Jara Pichí, Lucio Arturo

Jurado evaluador


Dr. Campoverde Vigo, Luis Ángel
DNI: 33264012
ORCID:0009-0001-4461-4456
Presidente


Mg. Carhuapoma Garay, Juan Miguel
DNI: 33264920
ORCID:0000-0002-2708-8140
Secretario


Dr. Saldaña Rojas, Guillermo Belisario
DNI: 18114311
ORCID:0000-0003-4877-1165
Vocal

ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Nuevo Chimbote, en la Universidad Nacional de Santa, en el Laboratorio de Acuicultura Continental....., siendo las 11.00... horas del día 26 de octubre 2023....., dando cumplimiento a la Resolución N° 304-2-23-FC-UNS, se reunió el Jurado Evaluador presidido por Luis Compuerde Vigo....., teniendo como miembros a Juan Cahuapana Garay..... (secretario) (a), y Guillermo Saldana Rojas..... (Integrante), para la sustentación de tesis a fin de optar el título de Biólogo Acuicultor..... realizado por el, (la), (los) tesista (as)

BREIDY YAMELI RIAS BURGOS y LUCIO ARTURO JARA PISCHI....., quien (es) sustentó (aron) la tesis intitulada: Efecto de dietas con ensilado biológico de heno de Sangre de bovino suplementados con metionina en el crecimiento y supervivencia de eleuter de *Oncorhynchus mykiss*.....

Terminada la sustentación, el (la), (los) tesista (as)s respondió (ieron) a las preguntas formuladas por los miembros del jurado.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como EXCELENTE..... asignándole un calificativo de 29..... puntos, según artículo 111° del Reglamento General de Grados y Títulos vigente (Resolución N° 580-2022-CU.-R-UNS)

Siendo las 12:25..... horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad

.....
Nombre: Luis Compuerde Vigo
Presidente

.....
Nombre: Juan Cahuapana Garay
Secretario

.....
Nombre: Guillermo Saldana Rojas
Integrante

Distribución: Integrantes J.E (), tesistas (2) y archivo (02).





Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Breidy Yameli Blas Burgos
Título del ejercicio: Publicaciones
Título de la entrega: Efecto de dietas con ensilado biológico de harina de sangre ...
Nombre del archivo: TESIS_BREIDY_Y_LUCIO_JUNIO_31-07-2023_FINAL_1.pdf
Tamaño del archivo: 2.08M
Total páginas: 41
Total de palabras: 9,473
Total de caracteres: 50,921
Fecha de entrega: 03-ago.-2023 12:57p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2140911650



Efecto de dietas con ensilado biológico de harina de sangre de bovino suplementadas con metionina en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oncorhynchus mykiss*

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	1%
4	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	purl.org Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios Por permitirme llegar a este momento con vida y buena salud, por darme la oportunidad de estar en esta Piscigranja. Gracias por darme fuerzas para salir adelante de los problemas que se presentaron durante la ejecución del proyecto.

A mis padres Rosa Pichí Y Evaristo Jara, por sus consejos, amor, comprensión y apoyo en el trascurso de mi formación de mi carrera profesional como biólogo, gracias por inculcarme buenos valores, principios y perseverancia para lograr mis objetivos trazados.

A mi tío Lorenzo Pichí por apoyarme tanto con sus consejos y económicamente durante mi formación profesional.

Lucio Arturo Jara Pichí

A mi todopoderoso padre Jehová por brindarme la fuerza y sabiduría necesaria para cumplir este paso importante en mi vida y por ayudarme a encontrar paz cada vez que necesitaba.

A mis padres Pablo Blas, Juana Burgos y mis hermanas Yanela Blas Y Kathia Blas, por su apoyo y aliento que me brindaron cada día hasta poder llegar a mi meta. A Ronny Zavaleta, mi compañero de vida quien nunca deja de confiar en mí y me motiva a ser mejor día tras día.

Breidy Yameli Blas Burgos

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa – Chimbote, en especial a los profesores: Guillermo Saldaña, Eliana Zelada y Luis Campoverde quienes contribuyeron en las enseñanzas dentro de las aulas, los cuales me permitieron crecer profesionalmente y personalmente.

A Mg. Javier Ordoñez Quiroz administrador del centro de cultivo “El Paraíso” por permitirme realizar mis Prácticas Preprofesionales y la ejecución de la tesis en las instalaciones de la piscigranja.

Lucio Arturo Jara Pichí

A mis maravillosos docentes de la Escuela Académica Profesional de Biología en acuicultura quienes me brindaron todo su conocimiento durante mi formación universitaria, pero principalmente a mi asesor el Dr. Guillermo Saldaña Rojas, por ser un gran maestro, brindar conocimientos y a la vez valores y consejos para ser buena profesional y mejor persona.

A mis mejores amigos Vanny Rojas, Lucio Jara y Jimmy Terreros por estar conmigo en los momentos más difíciles, brindando su amistad pura y sincera e incentivando a lograr todo lo que me propongo.

Breidy Yameli Blas Burgos

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1. Lugar de ejecución de la investigación	8
3.2. Objeto de estudio	8
3.3. Elaboración del ensilado biológico siguiendo el protocolo de Berenz (1996) con modificaciones (Saldaña, 2011)	8
3.5. Preparación de las dietas experimentales	9
3.6. Sistema de cultivo	9
3.7. Población	10
3.8. Muestra	10
3.9. Alimentación.....	10
3.10. Parámetros zootécnicos.....	10
3.11. Supervivencia	11
3.12. Costos de dietas	11
3.13. Calidad del agua.....	11
3.14. Análisis estadístico.....	11
IV. RESULTADOS.....	12
4.1. Caracterización del ensilado y dietas	12
4.2. Efecto de dietas en el crecimiento de peso y talla de alevines de <i>O. mykiss</i>	12
4.3. Supervivencia de alevines de <i>O. mykiss</i> alimentados con dietas de ensilado biológico de harina de sangre de bovino suplementado con metionina	15
4.4. Costos de producción de dieta con ensilado biológico de harina de sangre de bovino suplementadas con metionina y dietas experimentales en alevines de <i>O. mykiss</i>	16
4.5. Registro de parámetros físicos-químicos.....	16
V. DISCUSIÓN	18
VI. CONCLUSIONES	21
VII. RECOMENDACIONES.....	22
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Crecimiento en longitud (A) y peso (B) de alevines de trucha arcoíris alimentados con diferentes dietas de ensilado biológico de harina de sangre de bovino durante 60 días.13
- Figura 2. Porcentaje de supervivencia de alevinos de trucha arcoíris durante 60 días.15
- Figura 3. Comportamiento de los parámetros del agua durante los 60 días de investigación.17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición porcentual por insumos de las dietas experimentales y el control.	9
Tabla 2. Caracterización proteica de la harina de ensilado biológico de sangre de bovino y dietas experimentales	12
Tabla 3. Crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. mykiss</i> alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.	12
Tabla 4. Velocidad de crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. mykiss</i> alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.	13
Tabla 5. Tasa de crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. mykiss</i> alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.	14
Tabla 6. Factor de condición y factor de conversión alimenticia de alevines de <i>O. mykiss</i> alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.	14
Tabla 7. Supervivencia de alevinos de <i>O. mykiss</i> , registrado durante los 60 días de cultivo.	15
Tabla 8. Costo de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementada con metionina para alevines de <i>O. mykiss</i>	16

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Recolección y cocción de la sangre de bovino.....	28
Anexo 2. Preparación y almacenamiento del ensilado biológico	28
Anexo 3. Elaboración de las dietas	29
Anexo 4. Dietas elaboradas.....	29
Anexo 5. Selección y siembra al azar de los alevines.....	30
Anexo 6. Biometría de los organismos (crecimiento en talla y peso).....	30

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementadas con metionina en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oncorhynchus mykiss*. La sangre se recolectó del Camal Municipal “La Esperanza” de Chimbote, para su uso, fue cocida, molida y luego se agregó los microorganismos eficaces activados incubándose por 6 días hasta llegar a 4 de pH, se secó, molió y preparó las dietas experimentales. El estudio constó de tres tratamientos (TC=0%, T1=25% y T2=50% con harina de sangre de res en la dieta), y cada tratamiento con tres repeticiones. Se utilizó 180 alevines con peso y talla inicial promedio de $7.49 \pm 0.5g$ y $7.99 \pm 0.5cm$ respectivamente, los que fueron distribuidos al azar (20 alevines por jaula) en nueve jaulas flotantes de (50x50x70cm), instaladas en estanque de concreto. Los organismos fueron alimentados tres veces al día (8:00am, 12:00m y 5:00pm) durante dos meses y la evaluación biométrica (peso y talla) se realizó el día cero (siembra) y luego cada 15 días. En los análisis estadísticos al final de la experiencia no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el crecimiento en peso y talla en los tratamientos y el control, por lo que se puede concluir que es posible sustituir a la harina de pescado hasta 50 % con harina de ensilado biológico de sangre de res suplementada con metionina sin afectar el crecimiento de los alevines de *O. mykiss*.

Palabras clave: *Oncorhynchus mykiss*, ensilado, sobrevivencia, biometría, dieta, metionina y costo.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of diets with biological silage of bovine blood meal supplemented with methionine on the growth and survival of *Oncorhynchus mykiss* fry. The blood was collected from the Municipal Camal “La Esperanza” of Chimbote, for use, it was cooked, ground and then the effective activated microorganisms were added, incubated for 6 days until reaching a pH of 4, it was dried, ground and the experimental diets were prepared. The study consisted of three treatments (TC=0%, T1=25% and T2=50% of beef blood meal in the diet), and each treatment with three repetitions. 180 fry were used with an average initial weight and size of 7.49 ± 0.5 g and 7.99 ± 0.5 cm respectively, which were randomly distributed (20 fry per cage) in nine floating cages (50x50x70cm), installed in a concrete pond. The organisms were fed three times a day (8:00 am, 12:00 pm and 5:00 pm) for two months and the biometric evaluation (weight and size) was carried out on day zero (sowing) and then every 15 days. In the statistical analyzes at the end of the experiment, no significant differences ($p>0.05$) were found in the growth in weight and size in the treatments and the control, so it can be concluded that it is possible to replace fish meal. with up to 50% biological silage of beef blood meal supplemented with methionine without affecting the growth of *O. mykiss* fry.

Key words: *Oncorhynchus mykiss*, silage, survival, biometrics, diet, methionine and cost.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de “trucha arcoíris” (*Oncorhynchus mykiss*) ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo, debido a su fácil adaptación al cautiverio, fue introducida para la pesca deportiva y la acuicultura en todos los continentes a finales del siglo XIX, oriundo de América del Norte se encuentra distribuido en América del Sur, en países como Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú (introducido en 1928) y Venezuela, (Ragash, 2009). En su ambiente natural viven en regiones elevadas y montañosas donde existe aguas frías, puras y cristalinas de ríos y lagos (Vásquez *et al*, 2016), con desniveles topográficos y cascadas de rápido flujo, con superficie generalmente pedregosa, y bien oxigenadas (Bermejo, 2017), puede tolerar temperaturas de 5⁰C hasta 22⁰C y un pH de 6.5 - 8.5 (Vásquez *et al*, 2016).

La trucha *O. mykiss*, es un pez de rápido crecimiento, resistente y con mucha facilidad para desovar. Posee la capacidad para ocupar hábitats diferentes y son de fácil manipulación. Existen dos especies, una es la anádroma la cual es de fácil crecimiento, llegando alcanzar entre 7-10 kg en 3 años, por otro lado, la de linaje de agua dulce en el mismo tiempo solo alcanza 4.5 kg (FAO, 2019). En territorio peruano, los últimos ocho años el cultivo de “truchas arcoíris” su producción es inestable, en el 2015 se cosechó 40.9 mil toneladas, en el 2018 la producción de ascendió a las 64 mil toneladas, en el 2020 la cosecha registrada fue de 54,1 mil toneladas, sin embargo, en el 2021 descendió a 48.1 mil toneladas (PRODUCE, 2021).

El alimento es uno de los principales rubros de costo operativo en una granja acuícola que alcanza hasta el 50% - 60% de costo de producción (Nguyen *et al.*, 2009); debido a que las formulaciones de alimento balanceado tienen como ingredientes principales la harina y el aceite de pescado, con digestibilidad del 90% y alto valor proteico de hasta 65% a 70% (Hardy. 2010) por ello, es importante conocer y gestionar dietas accesibles, esto implica que los alimentos sean sostenibles económicamente y ambientalmente (Nguyen *et al.*, 2009), que sean suficientes y no difíciles de encontrar (Supriadi *et al.*, 2018).

Debido al crecimiento de la piscicultura mundial y el limitado recurso marino extraíble para la fabricación de las dietas para la acuicultura, se viene investigando la

sustitución de la harina de pescado con proteína de origen animal (De Haro, 2015), con similitudes en la composición de aminoácidos a la harina de pescado y que comprometen en el buen crecimiento y las ventajas nutritivas para los peces (Ferreira, 2020)

En el camal municipal de Chimbote se desechan aproximadamente 500 litros diarios de sangre de ganado bovino, el cual no tiene un aprovechamiento útil contando con valor económico potencial (Salas y Condorhuamán, 2008), este subproducto líquido, sin previo tratamiento es vertido directamente al desagüe municipal provocando contaminación ambiental, proliferación de plagas y desbalance ecológico, lo cual dificulta en gran medida su tratamiento (Salas y Condorhuamán, 2008); elevando la demanda bioquímica de oxígeno en el medio vertido (Gustavo, 2010).

La sangre de ganado vacuno en muchos países se viene utilizando para el consumo humano, con la finalidad de disminuir la anemia y como adición de proteína de bajos costos (Galarza, 2011). Estas proteínas sanguíneas se vienen incorporando en la formulación de dietas para el consumo de los animales, como pollos, cuyes y peces (Márquez *et al*, 2005). Así mismo, la proteína digerible de la sangre vacuno es del 97% en salmones (Asgard y Austreng, 1986), pero es de baja calidad en metionina (0.06%), es rico en minerales, hierro, vitaminas y ácidos grasos (Selmane *et al*, 2008). La sangre correctamente deshidratada está libre de todos los factores anti-nutricionales, por ello es fuente proteica de muy buena calidad nutricional (Gustavo, 2010), tal es así que la plasma sanguínea deshidratada es utilizada para complementar la proteína de los insumos de la dieta animal (Selmane *et al*, 2008)., y también posee hierro hemínico de elevada absorción lo que ayuda al rápido crecimiento de animales en desarrollo (Lincan, 2003).

La metionina es un aminoácido azufrado indispensable para el crecimiento de los peces, sin embargo, es un factor limitante al no ser sintetizado por estos organismos, además cumple funciones importantes como en la síntesis de proteínas (Groff *et al.*, 2004; Wang *et al.* 2016), respuesta inmune y la síntesis de sales biliares (Mai *et al.* 2006b), por ello es importante complementar las dietas de los peces con metionina sintética ya que tiene la capacidad de mejorar la respuesta de crecimiento de los peces (Opstvedt *et al.*, 2003) pero, la deficiencia de metionina disminuye el crecimiento y provoca cataratas biliares en trucha

arcoíris, por estas razones se debe incluir un 0.5% de metionina en la dieta para truchas (Orna Rivas, 2010).

Esta investigación forma parte de una alternativa para mejorar el aprovechamiento de la sangre de bovino y reducir su impacto. Es importante destacar que este proyecto tiene como finalidad disminuir los costos de producción en una granja acuícola y que aún no se cuenta con un estudio sobre eficiencia de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementada con metionina en el crecimiento en peso y talla de alevines de “trucha arcoíris”.

Problema de investigación

¿Cuál el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementadas con metionina en el crecimiento y supervivencia de alevines de *O. mykiss*?

Hipótesis

Si alevines de *O. mykiss* son alimentadas con dietas del 0%, 25% y 50% de harina de sangre de bovino suplementadas con metionina entonces, se logra mayor crecimiento en peso, talla, y mejor supervivencia con la dieta de 25%.

Objetivo general

- Evaluar el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementadas con metionina en el crecimiento y supervivencia de alevines de *O. mykiss*.

Los objetivos específicos

- Caracterizar el ensilado biológico de *Bos taurus*
- Determinar el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementadas con metionina en el crecimiento en peso y talla de alevines de *O. mykiss*
- Determinar el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementadas con metionina en la supervivencia de alevines de *O. mykiss*
- Cuantificar los costos de producción de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementadas con metionina en alevines de *O. mykiss*

II. MARCO TEÓRICO

La harina de sangre de bovino (HSB) contiene entre 28% - 94% de proteína bruta (Aladetohun 2013 y Supriadi *et al.*, 2018). Sin embargo, es deficiente en aminoácidos como isoleucina y metionina (Montoya et al., 2017 Ogunji y Wirth, 2000), por lo tanto, la suplementación externa de estos aminoácidos esenciales mejora las dietas para peces (EL-Sayed ,1998).

La inclusión del 5% de sangre deshidratada a las dietas de trucha arcoíris, mejora su crecimiento en peso y longitud e incluso superando al resultado de la dieta control (Bautista, 2007), mientras que al incorporar mayores porcentajes de sangre deshidratada reduce la velocidad de ganancia en peso y talla de alevines de la trucha (Bautista, 2007) Dietas para alevines de trucha arcoíris con 5% de sangre deshidratada reduce el porcentaje de mortalidad (Bautista, 2007), lo cual indica que tiene suficientes nutrientes y mejora el sistema inmunológico, principalmente por la presencia de gran cantidad de hierro y aminoácidos en la sangre bovina (Cheng, 2002)

Respecto al uso de harina de pescado en dietas para trucha, utilizando 70% de alimento balanceado y 30% de sangre de bovino se obtuvo un coeficiente de conversión de 1,10 y empleando 50% de balanceado y 50% de harina de sangre de bovino este fue de 1,15 indicando con su poca variación gran valor nutricional de la harina de sangre de bovino (Quimbiamba, 2009)

En alevines de *O. niloticus* la dieta con 10% de harina de sangre de bovino tiene rendimiento de 0.39 g/día (Otubusin, 1987), asimismo, el 25% de la harina aporta ganancia de peso de 0.75 g/día por ser fuente de proteínas (Aladetohun y Sogbesan, 2013). En juveniles de “tilapia” la dieta con 10% de sangre fresca de bovino se obtuvo 42.68 g de peso y 18.16 cm de talla (Bekibele *et al.*, 2013), además, el 12.5% de harina de sangre de bovino es útil con 33.88% de proteína cruda, pero, el 25.5% de la harina es deficiencia debido a la ausencia del aminoácido esencial (metionina) (Kirimi *et al.*, 2016).

Dieta con inclusión del 5% de harina de sangre de bovino en juveniles de *Sparus aurata* no provoca efecto sobre el crecimiento por la deficiencia de proteínas (Martínez *et al.*, 2008), en cambio, la inclusión de la harina de sangre de bovino (10%) aportan 28% de

proteínas digestivas en las dietas por ser fuentes de proteínas nutricionalmente adecuadas para muchas especies de peces (Nogueira *et al*, 2012).

Las funciones de la metionina son apoyar a la respuesta inmunológico (Machado *et al.*, 2015; Azeredo *et al.*, 2017), aumenta la cantidad de células inmunitarias como los neutrófilos (Machado *et al.*, 2021), reduce los pro-genes inflamatorios y mejora la función de los leucocitos de los peces; también es responsable de la biosíntesis de poliaminas que participa en el crecimiento y diferenciación celular (Machado *et al.*, 2018), así mismo se ha comprobado que los peces alimentado con dietas suplementadas con 0.7% de este aminoácido, mejoran la capacidad de defensa contra las *Aeromonas hydrophila* (Kuang *et al.*, 2012).

El aparato digestivo de *O. mykiss* está preparada para la fácil digestión de proteínas de origen animal, por lo tanto, el alimento balanceado de alta calidad contiene proteínas del 45-55%, del cual el 75% de la proteína proviene de origen animal (Orna,2010) sin embargo, por dicho nivel de proteína, la formulación de las dietas es más costoso por el precio actual de los insumos especial es para truchas. El costo promedio del alimento balanceado oscila entre s/ 7.5-8.08 por kilogramo (Nicovita).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución de la investigación

Durante la investigación se utilizó la infraestructura de la Piscigranja “El Paraíso” ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca, distrito de Namora. A una altitud de 2743 m.s.n.m. con coordenadas 7°12'10"S - 78°19'33"O.

3.2. Objeto de estudio

Los alevines de *O. mykiss* ($7.49 \pm 0.5\text{g}$ y $7.99 \pm 0.5\text{cm}$) con 60 días de edad fueron obtenidos de la misma piscigranja, donde se realizó la investigación.

3.3. La activación de microorganismos eficaces, se siguió el protocolo de Berenz (1996) con modificaciones (Saldaña, 2011)

Para la activación de 1 L de microorganismos eficaces (EM), se utilizó 100 ml de melaza, 100 ml de EM y 800 ml de agua embotellada los cuales se mezclaron en un recipiente, luego se le colocó en dos frascos de vidrios (500 mL) y fueron cubiertos con papel aluminio, enseguida se envió a la incubadora por 96 h hasta obtener un pH <4.

3.4. Elaboración del ensilado biológico de sangre de bovino

La sangre de bovino se recolectó del camal La Esperanza, Chimbote (9°03'20.1"S 78°34'46.7"W), de los cuales 15 L se sometió a cocción (100°C) durante 20 minutos, con la finalidad de eliminar bacterias putrefactivas. Luego se drenó el exceso de agua y se dejó enfriar a temperatura ambiente. A continuación, con ayuda de un molino manual “Corona” se molió los gránulos de sangre y se mezcló con microorganismos eficaces activados (100ml de EM/1 kg de sangre) por aproximadamente 10 min, luego la mezcla se colocó en frascos de vidrio (500 mL) cubiertos con papel aluminio, luego se envió a una incubadora por 96 h hasta obtener pH < 4.

Transcurrido el período, el ensilado se colocó en una estufa a $60 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta su secado completo, luego se procedió a la molienda mediante el molino manual “Corona”, posteriormente se tamizó y se obtuvo 6 kg de harina fina.

3.5. Preparación de las dietas experimentales

Para la elaboración de las dietas experimentales se substituyó parcialmente la harina de pescado por harina de ensilado biológico de sangre de bovino (HEBSB) en niveles de 0%, 25% y 50%. Los insumos que se utilizaron en la dieta (tabla 1) se adquirieron del Mercado la Perla (Chimbote-Perú). Estos fueron triturados a partículas finas en molino manual y luego se tamizó para separar las partículas gruesas. La mezcla de los insumos se realizó en tres baldes de 18L (tabla 1), enseguida se agregó agua a 75C⁰ para preparar la masa, el estrujado fue de 1,5mm y el secado se realizó a temperatura de ambiente por 24 h.

Tabla 1. Composición porcentual por insumos de las dietas experimentales y el control.

INSUMOS	Niveles de reemplazo con HEBSB		
	0%	25%	50%
Harina de pescado	42,0	31,5	21,0
H. E. de sangre de bovino	0,00	10,5	21,0
Harina de soya	36,0	36,0	36,0
Harina de trigo	20,0	20,0	20,0
Aceite de pescado	1,00	1,00	1,00
Sal	0,68	0,68	0,68
Premezcla	0,30	0,30	0,30
Metionina	0,02	0,02	0,02
TOTAL	100	100	100

TC: Tratamiento control. T1: Tratamiento 1. T2: Tratamiento 2.

El análisis de proteína de la harina de ensilado biológico de sangre de bovino y las dietas experimentales, se determinó en el Laboratorio Certificado COLECBI S.A.C., donde se aplicó el método UNE-EN ISO 5983-2, para el contenido proteico se empleó el factor 6.25.

3.6. Sistema de cultivo

Consistió de 9 jaulas flotantes (50x50x70cm), donde los marcos de cada jaula fueron contruidos con listones de madera de 3cm de espesor y rodeado con malla anchovetera de ½". El experimento se realizó en estanque de concreto con flujo de agua constante, donde se instalaron las jaulas flotantes de manera aleatoria.

3.7. Población

Estuvo constituida por alevines de *O. mykiss*, procedentes del centro piscícola Piscigranja “El Paraíso” ubicada en el departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca, distrito de Namora.

3.8. Muestra

Se trabajó con 180 alevines de *O. mykiss* con peso promedio inicial de $7,49 \pm 0,5$ g y con longitud promedio inicial de $7,99 \pm 0,5$ cm, estos se seleccionaron de una población de 5 millares, para la uniformidad de la muestra.

3.9. Alimentación

La ración alimenticia se suministró tres veces durante el día (8:00am, 12:00pm y 5:00pm), de acuerdo al 4% del peso corporal del organismo, durante el experimento.

3.10. Parámetros zootécnicos

El peso de los alevines de trucha se determinó con una balanza analítica ($\pm 0,1$ g) y para la longitud se utilizó un ictiómetro (± 1 mm). El muestreo de los alevines se realizó el día cero (siembra) y cada 15 días. Para los índices de crecimiento como velocidad y tasa de crecimiento en peso y longitud, (El-Sherif y Ali, 2009).

Velocidad de crecimiento en peso (VCP) (Martínez, 1987)

$$VCP = \frac{\text{Incremento de peso del pez (g)}}{\text{Tiempo (días)}}$$

Velocidad de crecimiento en talla (VCT) (Martínez, 1987)

$$4VCT = \frac{\text{Incremento de peso del pez (cm)}}{\text{Tiempo (días)}}$$

Tasa de crecimiento en peso (TCP) (De La Higuera, 1987)

$$\%TCP = \frac{\text{Ln (peso final)} - \text{Ln (peso inicial)}}{\text{Tiempo (días)}} \times 10$$

Tasa de crecimiento en talla (TCT) (De La Higuera, 1987)

$$\%TCT = \frac{\text{Ln (longitud final)} - \text{Ln (longitud inicial)}}{\text{Tiempo (días)}} \times 100$$

Factor de condición (K) (Ricker, 1975)

$$K = \frac{\text{Peso (g)}}{\text{Talla}^3 \text{ (cm)}} \times 100$$

Factor de conversión de alimento (CA) (Carberry & Hanley (1997)

$$FCA = \frac{\text{Alimento suministrado (g)}}{\text{Incremento de peso del pez (g)}}$$

3.11. Supervivencia

$$S(\%) = \frac{N_i \times 100}{N_0}$$

Dónde: N_0 = Número inicial de alevines y N_i = Número final de alevines

3.12. Costos de dietas

El costo de los insumos se relacionó con precios del mercado local, de acuerdo a las cantidades requeridas. Para elaborar dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementada con metionina se tuvo en cuenta los insumos como microorganismos eficaces, melaza, sangre de bovino, harina de pescado, harina de soya, harina de trigo, aceite de pescado, premezcla y metionina.

3.13. Calidad del agua

Los parámetros físicos y químicos del agua se registraron cada 15 días, se utilizando Oxímetro digital ($\pm 0,01$ mg/L, $\pm 0,01$ °C), termómetro digital ($\pm 0,1$ °C), pHmetro ($\pm 0,01$ unidades).

3.14. Análisis estadístico

El diseño estadístico empleado fue el completamente al azar y las diferencias entre los tratamientos se determinó por análisis de varianza ANOVA simple con nivel de significancia de $\alpha > 0,05$ y para el análisis de medias se utilizó la prueba de Tukey.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización del ensilado y dietas

El ensilado biológico de sangre de bovino presenta un color marrón oscuro y ligeramente amargo y con ligero olor a melaza.

Tabla 2. Caracterización proteica de la harina de ensilado biológico de sangre de bovino y dietas experimentales

Composición (%)	Harina de sangre y dietas			
	HEBSB	0%	25%	50%
Proteína	74,41	39,07	38,04	42,73

FUENTE: Análisis de COLECBI S.A.C.

Se realizó el análisis proteico de la harina de ensilado biológico de sangre de bovino obteniendo el valor proteico de 74,41 % y así mismo los valores de niveles de proteína en las dietas fueron de TC: 39,07 %, T1; 38,04 % y T2; 42,73 %. Se observa que, a mayor cantidad de harina de sangre en las dietas, la concentración de proteínas es más elevado.

4.2. Efecto de dietas en el crecimiento de peso y talla de alevines de *O. mykiss*

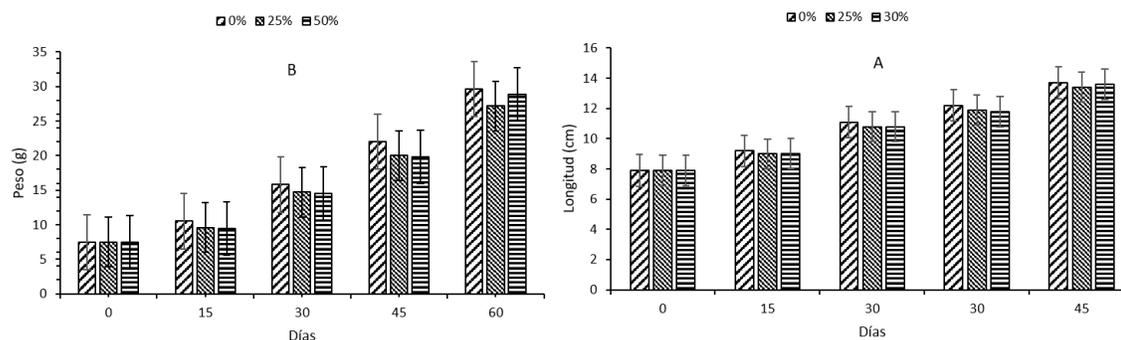
Son factores importantes para realizar los cálculos necesarios en los parámetros zootécnicos que fueron empleados en la investigación, es por ello que se tomó datos con precisión, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Crecimiento en peso y talla de alevines de *O. mykiss* alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo				
		0	15	30	45	60
TC	Peso (g)	7,49±0,51 ^a	10,50±3,5 ^a	15,8±1,20 ^a	21,90±3,10 ^a	29,50±4,60 ^a
	Talla (cm)	7,99±0,4 ^a	9,20±0,40 ^a	11,1±0,70 ^a	12,20±0,80 ^a	13,7±1,20 ^a
T1	Peso (g)	7,49±0,51 ^a	9,60±2,40 ^b	14,7±1,70 ^b	20±3,00 ^b	27,2±6,80 ^a
	Talla (cm)	7,99±0,40 ^a	9,01±0,50 ^a	10,8±0,60 ^a	11,9±0,60 ^a	13,4±1,30 ^a
T2	Peso (g)	7,49±0,51 ^a	9,40±1,60 ^b	14,5±2,50 ^b	19,9±2,10 ^b	28,9±5,10 ^a
	Talla (cm)	7,99±0,40 ^a	9,10±0,60 ^a	10,8±0,60 ^a	11,80±0,40 ^a	13,7±1,20 ^a

Los valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes para $p < 0.05$ según prueba de Tukey.

Figura 1. Crecimiento en talla (A) y peso (B) de alevines de *O. mykiss* alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino durante 60 días.



Se encontraron resultados similares en el crecimiento en peso con las dietas de 25% y 50% de sustitución, donde la dieta control tuvo diferencia significativa ($p > 0,05$, ANOVA) hasta el día 45 con respecto a las otras dietas. Sin embargo, a los 60 días no se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos; con respecto al crecimiento en talla de alevines de *O. mykiss* fueron muy parecidos y no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos 0%, 25% y 50% durante los 60 días.

Tabla 4. Velocidad de crecimiento en peso y talla de alevines de *O. mykiss* alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo				
		0	15	30	45	60
TC	VCP ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$)	*	$0,2\pm 0,20^a$	$0,35\pm 0,15^a$	$0,41\pm 0,12^a$	$0,51\pm 0,09^a$
	VCT ($\text{cm}\cdot\text{d}^{-1}$)	*	$0,08\pm 0,01^a$	$0,13\pm 0,01^a$	$0,07\pm 0,01^a$	$0,10\pm 0,02^a$
T1	VCP ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$)	*	$0,14\pm 0,12^b$	$0,34\pm 0,04^a$	$0,35\pm 0,09^a$	$0,48\pm 0,28^a$
	VCT ($\text{cm}\cdot\text{d}^{-1}$)	*	$0,07\pm 0,01^a$	$0,12\pm 0,01^a$	$0,07\pm 0,03^a$	$0,1\pm 0,04^a$
T2	VCP ($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$)	*	$0,13\pm 0,07^b$	$0,34\pm 0,06^a$	$0,36\pm 0,02^a$	$0,6\pm 0,20^a$
	VCT ($\text{cm}\cdot\text{d}^{-1}$)	*	$0,08\pm 0,01^a$	$0,11\pm 0,003^a$	$0,07\pm 0,01^a$	$0,13\pm 0,05^a$

Los valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes para $p < 0,05$ según prueba de Tukey.

VCP: Velocidad de crecimiento en peso VCT: Velocidad de crecimiento en talla.

Podemos observar que en los primeros 15 días, en la velocidad de crecimiento en peso, se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$, ANOVA) en el T1 y T2 con respecto al TC, sin embargo, durante los días posteriores los resultados fueron muy similares sin diferencias significativas hasta el día 60. Con respecto a la velocidad de crecimiento en talla no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$, ANOVA) durante la investigación.

Tabla 5. Tasa de crecimiento en peso y talla de alevines de *O. mykiss* alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo				
		0	15	30	45	60
TC	TCP (%g.d ⁻¹)	*	2,25±1,10 ^a	2,74±1,14 ^a	2,17±0,42 ^a	1,89±0,11 ^a
	TCT (%cm.d ⁻¹)	*	0,94±0,03 ^a	1,25±0,13 ^a	0,63±0,02 ^a	0,77±0,12 ^a
T1	TCP (%g.d ⁻¹)	*	1,65±1,10 ^b	2,84±1,17 ^a	2,05±0,62 ^a	2,04±0,56 ^a
	TCT (%cm.d ⁻¹)	*	0,8±0,17 ^a	1,21±0,01 ^a	0,65±0,03 ^a	0,79±0,29 ^a
T2	TCP (%g.d ⁻¹)	*	1,51±0,30 ^c	2,89±0,01 ^a	2,11±0,39 ^a	2,49±0,41 ^a
	TCT (%cm.d ⁻¹)	*	0,87±0,16 ^a	1,14±0,06 ^a	0,59±0,13 ^a	0,89±0,15 ^a

Los valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes para $p < 0.05$ según prueba de Tukey.
TCP: Tasa de crecimiento en peso TCT: Tasa de crecimiento en talla.

En los primeros 15 días, en la tasa de crecimiento en peso, se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$, ANOVA) en el T1 y T2 con respecto al TC; sin embargo, durante los días posteriores los resultados fueron similares no encontrando diferencias significativas hasta el día 60. Con respecto a la tasa de crecimiento en talla no se encontró diferencias significativas durante la investigación.

Tabla 6. Factor de condición y factor de conversión alimenticia de alevines de *O. mykiss* alimentados con diferentes dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.

Tratamientos	Variables	Días de cultivo				
		0	15	30	45	60
TC	K	*	1,22±0,021 ^a	1,16±0,02 ^a	1,21±0,03 ^a	1,15±0,05 ^a
	FCA	*	1,01±0,20 ^a	0,98±0,10 ^a	1,03±0,1 ^a	1,10±0,40 ^a
T1	K	*	1,31±0,03 ^b	1,16±0,01 ^a	1,19±0,06 ^a	1,13±0,03 ^a
	FCA	*	1,42±0,50 ^b	0,94±0,3 ^a	1,23±0,3 ^b	1,20±0,20 ^a
T2	K	*	1,25±0,01 ^a	1,15±0,03 ^a	1,17±0,08 ^b	1,12±0,02 ^a
	FCA	*	1,57±0,40 ^b	0,94±0,01 ^a	1,20±0,20 ^b	0,98±0,20 ^a

Los valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes para $p < 0.05$ según prueba de Tukey.
K: Factor de condición; FCA: Factor de conversión alimenticia.

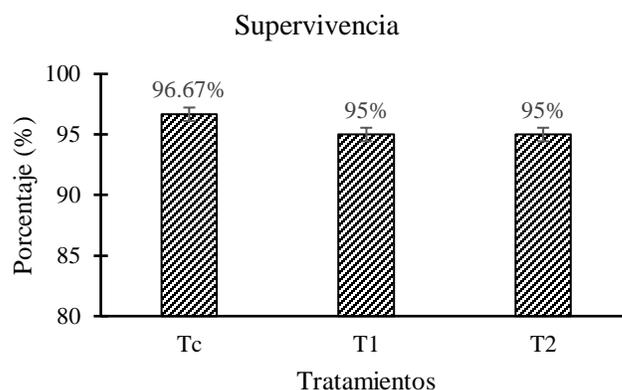
Los valores tanto para los parámetros, factor de condición y factor de conversión alimenticia son ligeramente superiores los primeros 15 días, luego estos parámetros son más estables, no llegando a encontrar diferencias significativas ($p > 0,05$, ANOVA) entre los tratamientos, en los últimos 15 días de la investigación.

4.3. Supervivencia de alevines de *O. mykiss* alimentados con dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementado con metionina

Tabla 7. Supervivencia de alevinos de *O. mykiss*, registrado durante los 60 días de cultivo.

Tratamientos	Cantidad Inicial	Cantidad Final	Supervivencia (%)	Mortalidad (%)
TC	60	58	96,7	3,3
T1	60	57	95,0	5,0
T2	60	57	95,0	5,0

Figura 2. Porcentaje de supervivencia de alevinos de *O. mykiss* durante 60 días.



En el TC se registró una elevada supervivencia del 96.67%; así mismo, tanto en el T1 y T2 se registró una supervivencia del 95% en cada tratamiento.

4.4. Costos de producción de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementadas con metionina y dieta control.

Los insumos que se utilizó se encuentran registrados (tabla 1) y los precios de los productos son a nivel del mercado local.

Tabla 8. Costo de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino suplementada con metionina para alevines de *O. mykiss*

Insumos	kg(S/.)	Costo para 1 kilo de alimento (S/.)		
		TC	T1	T2
Harina de pescado	4,5	1,89	1,24	0,84
Harina de sangre de res	1,0	0,00	0,15	0,22
Harina de soya	2,0	0,72	0,72	0,72
Harina de trigo	3,5	0,70	0,70	0,70
Aceite de pescado	5,0	0,05	0,05	0,05
Sal	1,5	0,009	0,009	0,009
Premezcla	20,0	0,06	0,06	0,06
Metionina	28,0	0,056	0,056	0,056
Costo de preparación		0,10	0,20	0,20
Total (S/.)		3,60	3,20	2,90

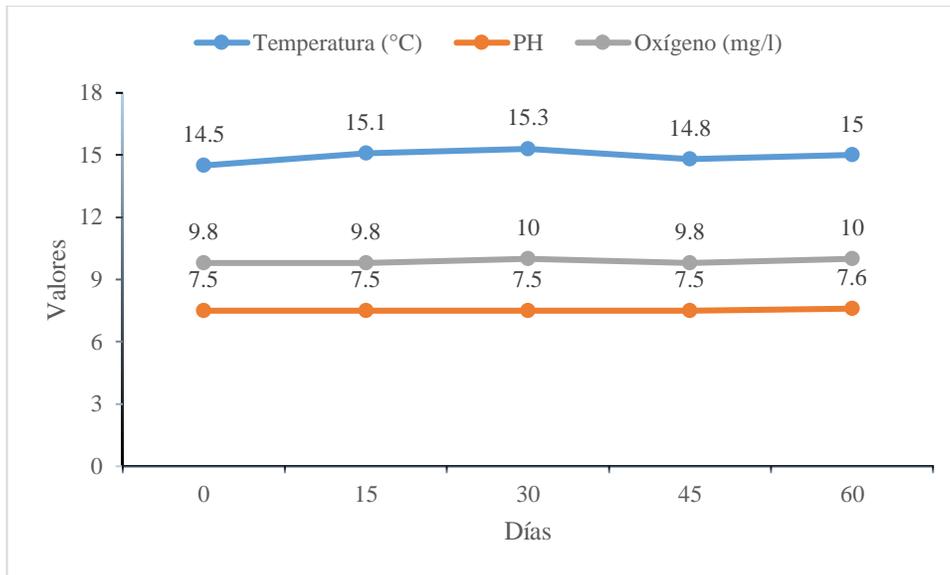
Fuente: Elaboración propia

La harina de pescado por ser la principal fuente de proteína en las dietas para los peces, es el ingrediente que tiene el mayor valor monetario en el mercado, seguido por la harina de trigo y soya. A medida que incrementa la sustitución de la harina de pescado por harina de ensilado biológico de sangre de res, la tendencia de costo de producción de las dietas T1 Y T2 disminuye a S/.3,20 y S/.2,90 respectivamente, con 19.4% de ahorro con respecto al TC, debido que la producción de harina de sangre bovino es de bajo costo (s/1 por kg).

4.5. Registro de parámetros físicos-químicos

En el cultivo de *O. mykiss* la toma de parámetros tanto físicos y químicos del agua, se realizó cada 15 días y son factores muy importantes para el buen desarrollo del organismo.

Figura 3. Comportamiento de los parámetros del agua durante los 60 días de investigación.



Durante los meses de la investigación la temperatura promedio del agua fue de $(14.9 \pm 0.4 \text{C}^\circ)$, no presentó variaciones bruscas, gracias a los factores climatológicos del lugar donde se desarrolló la investigación. Por otro lado, el pH del medio de cultivo fue de 7.5 ± 0.3 , y así mismo el oxígeno disuelto se mantuvo en $9.9 \pm 0.1 \text{ mg/L}^{-1}$. El medio de cultivo es de buena calidad gracias al constante ingreso y salida del agua.

V. DISCUSIÓN

Para obtener harina de sangre con alto valor proteico se sometió a cocción por 20 minutos a temperatura de (100c°), ya que cuando la sangre se somete a temperaturas altas (100°c) durante periodos largos, la presencia de proteína en la sangre tiene tendencia a desnaturalizarse y la harina que se obtiene es de baja calidad. (Cedeño y Esparza, 2016). En el análisis de proteínas para HSB encontramos en nivel de 74,41%, resultados similares fueron reportados por (Aladetohun 2013 y Supriadi *et al.*, 2018) quienes mencionan que los valores proteicos de la sangre vacuno se encuentran en 94%, a diferencia de (Cedeño y Esparza, 2016) reportaron resultado de 54% de proteina en la sangre bovino. Por otro lado, en la dieta T2 encontramos que el nivel de proteina es del 42.72%, a lo que se puede concluir que la HSB influyó en el resultado, así mismo al elevado nivel proteico en la dieta fue determinante en el crecimiento tanto en peso y talla de alevines *O. mykiss*.

La sangre de bovino es deficiente en metionina e isoleucina (Montoya et al., 2017), e incluso al someter a temperaturas elevadas dicho aminoácido tiene la tendencia a disminuir (Cedeño y Esparza, 2016). La metionina natural presente en la harina de pescado tiene mejor funcionalidad que la metionina sintética, sin embargo, por la deficiencia de este aminoácido en la sangre bovina es importante complementar con la metionina sintética para mejorar la calidad de la dietas para alevines de *O. mykiss*.

A los 60 días de la investigación se encontró mayor ganancia peso y talla en el T2 (50%) con 28,9±5,1g y 13.7cm, pero no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos, resultados similares fueron encontrados por (Quimbiamba, 2009) donde nos indica que dietas con sustitución parcial del 50% con harina de sangre de res mejoró el crecimiento en peso de alevines de trucha arcoíris y (Bekibele *et al.*, 2013) alevines de *O. niloticus*. Además, la sangre bovina posee hierro hemínico de elevada absorción lo que ayuda al rápido crecimiento de animales (Lincan, 2003), por otro lado, al agregar la metionina en las dietas se facilita la síntesis de proteínas (Wang *et al.* 2016), y de sales biliares que facilita la digestión y absorción de lípidos y vitaminas (Mai *et al.* 2006b) por lo tanto mejora el crecimiento de los peces (Opstvedt *et al.*, 2003). entonces podemos afirmar que a la harina de pescado se puede sustituir hasta en 50% con ensilado biológico de harina de sangre de res. Además, es necesario dejar claro que Quimbiamba trabajó solo con Harina de sangre de

bovino, a diferencia de este trabajo es que, para obtener la harina de sangre de res de buena calidad, pasó por el proceso del ensilado biológico y se agregó 0,02% de metionina en las dietas.

Con respecto al factor de conversión alimenticia, los primeros 15 días se encontró que hay diferencias significativas ($p>0,05$) en el T1 y T2 con respecto al TC (1,42, 1,57 y 1,22 respectivamente); sin embargo, al pasar los días se registró mejoras en dicho factor, de tal forma que al día 60 ya no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Por lo que se puede inferir que peces en mayor estadio lo aprovechan mejor dicho alimento. Estos datos se corroboran con (Quimbiamba, 2009), que al sustituir en 50% la harina de pescado por harina de sangre de res registró el FCA de 1.15 en la etapa de engorda de trucha arcoíris.

Así mismo como afirma (Díaz y Martínez, 2009) los ensilados biológicos, con bacterias como *Lactococcus* y *Lactobacillus* son prebióticos que incluidos en las dietas modifican la Microbiota asociada al tracto gastrointestinal, mejora la degradación de las proteínas del alimento y por ende el ensilado biológico mejora la digestibilidad a la harina de sangre de bovino. Así mismo estudio realizado por (Asgard y Austreng, 1986) nos indican que la digestibilidad aparente del ensilado de sangre de res es del 97% en salmónidos.

En esta investigación todas las dietas experimentales fueron suplementadas con 0.02% de metionina, pero (Orna Rivas, 2010) indica que es necesario suplementar con 0.5% de dicho aminoácido en la dieta para los salmónidos, así como argumenta (Wang *et al.* 2016) que los peces no tienen la capacidad de sintetizarlo y como menciona (Opstvedt *et al.*, 2003) es importante para el crecimiento de los organismos acuáticos. Sin embargo, en la investigación no se realizó el estudio de la eficiencia de la metionina en el crecimiento de *O. mykiss*, pero (Berge *et al.* 2004) nos indican que la constante de permeabilidad para la captación de la metionina en el intestino del salmo solar es de 0.07mMol. además (Mai *et al.* 2006) al suplementar las dietas de *Pseudosciaena crocea* con 1.41% de metionina, encontraron que en 10 semanas ganó 18 veces más su crecimiento en peso; con estos datos podemos afirmar que el uso de la metionina también influyó en el crecimiento de alevines de *O. mykiss*.

Entre los tratamientos, se registró supervivencia de hasta 96.7% en el TC y en 95% en el T1 y T2, en este sentido las dietas tuvieron influencias positivas para la supervivencia de los alevines. Algo similar ocurre (Quimbiamba, 2009) al sustituir en 50% a la harina de pescado con harina de sangre de res, encontró baja mortalidad del 1.2% en juveniles de trucha arcoíris. Además, la sangre deshidratada reduce el porcentaje de mortalidad en peces (Bautista, 2007) y mejora el sistema inmunológico (Cheng, 2002). Así mismo la metionina aumenta la cantidad de células inmunitarias como los neutrófilos y mejora la función de los leucocitos de los peces (Machado *et al.*, 2021) además, fue comprobado que las peces alimentadas con dietas suplementadas con 0.7% de este aminoácido, mejoran la capacidad de defensa contra las *Aeromonas Hydrophila* (Kuang *et al.*, 2012); Entonces la metionina ayuda a mejorar la supervivencia de alevines de *O. mykiss*.

La formulación de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de res puede ser usado para la alimentación en diferentes etapas (alevinaje-juvenil-engorde) de cultivo de trucha arcoíris, por su alto valor proteico y su disponibilidad en los camales, comparando los precios entre los tratamientos es posible reducir los costos de producción de hasta un 19.4% con respecto a la dieta control, sin embargo el precio del alimento comercial se encuentra entre s/ 7.5-8,06 por kilogramo (Nicovita), así con estos resultados tenemos un aporte muy importante para el crecimiento de la acuicultura ambientalmente sostenible, Así mismo con el uso adecuado de la sangre de res y no ser vertido como desechos, este uso ayuda a reducir en gran cantidad la contaminación ambiental y su impacto que se produce por su manejo no adecuado en los camales municipales.

Con respecto a los parámetros físicos y químicos del medio de cultivo, tanto la temperatura, oxígeno disuelto y el pH se encontraron en rangos óptimos para el buen desarrollo del organismo. Donde (Ragash, 2009) nos expone que los valores óptimos son: oxígeno disuelto es del 6.5-9 ppm, la temperatura de 10-16 °C y el pH es de 6.5-8. Las pequeñas variaciones de temperatura están relacionado a los factores climatológicos del lugar. La investigación es bloques al azar, para evitar que la calidad de agua se convierta en variable de estudio, por ello todos los tratamientos se sometieron a una buena, media y baja calidad de agua para bloquear dicho parámetro.

VI. CONCLUSIONES

- El nivel proteico de la harina del ensilado biológico de sangre de res es del 74.41%.
- Con 50% de reemplazo de harina de pescado por harina de ensilado biológico de sangre de res no afecta el crecimiento en peso y talla de *O. mykiss* en etapa de alevinaje.
- Las dietas sustituidas parcialmente en 25% y 50% con harina de ensilado biológico de sangre de bovino afectó positivamente a la supervivencia de alevines de *O. mykiss*.
- Con respecto a los costos de producción de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino, es posible reducir los costos en 19.4% del T1 y T2 con respecto TC.

VII. RECOMENDACIONES

- No se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, es por ello la importancia de realizar la investigación hasta con un 60% y 75% de sustitución de dietas con harina de ensilado biológico de sangre de bovino.
- Realizar la investigación con alevines de trucha arcoíris provenientes de ovas importadas, genéticamente mejoradas y con mejor factor de conversión alimenticia; para realizar comparación de resultados.
- Incrementar la metionina a 0.5% en las dietas para alevines de trucha arcoíris.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aladetohun, N. F. y O. A. Sogbesan. (2013). Utilization of blood meal as a protein ingredient from animal waste product in the diet of *Oreochromis niloticus*. International Journal of Fisheries and Aquaculture, 5 (9): 234-237. [DOI: 10.5897/IJFA10.031](https://doi.org/10.5897/IJFA10.031)
- Åsgård, T., & Austreng, E. (1986). Blood, ensiled or frozen, as feed for salmonids. *Aquaculture*, 55(4), 263-284. [Doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90168-7)
- Azeredo, R., Machado, M., Afonso, A., Fierro-Castro, C., Reyes-Lopez, F.E., Tort, L., Gesto, M., Conde-Sieira, M., Miguez, J.M., Soengas, J.L., Kreuz, E., Wuertz, S., Peres, H., Oliva-Teles, A., Costas, B., 2017a. Neuroendocrine and immune responses undertake different fates following tryptophan or methionine dietary treatment: tales from a teleost model. *Front. Immunol.* 8, 1226. [https://Doi.org/10.3389/](https://doi.org/10.3389/)
- Bautista, H. (2007). Elaboración de una nueva dieta con la inclusión de sangre bovina deshidratada. Como fuente de hierro y como equilibrador de perfil aminoácido para alevines de trucha arcoíris. Provincia de Ecuador.
- Bekibele, D. O.; E. J. Ansa; O. E. Agokei; J. Y. Opara; V. C. Alozie-Chidi; A. A. Aranyo; P. U. Uzukwu; A. J. Gbulubo; A. Okereke; N. Azubuiké; N. Ezenwa y I. Ibemere. (2013). The Comparative Effect of fish and blood meal-based diets on the growth and survival of Juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in concrete tank. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8 (1): 184-189. [DOI: 10.3923 / jfas.2013.184.189](https://doi.org/10.3923/jfas.2013.184.189)
- Berenz, Z. 1996. Ensilado de residuos de pescado. En XI Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Callao, Perú. Pp. 9-31.
- Berge, G. E., Goodman, M., Espe, M., & Lied, E. (2004). Intestinal absorption of amino acids in fish: kinetics and interaction of the in vitro uptake of L-methionine in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 229(1-4), 265-273. [Doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00355-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00355-7)
- Bermejo, R. 2017. Repercusiones sobre el bienestar y la calidad de la carne del manejo previo sacrificio de la trucha arcoíris. Copyright (c) 2018 Revista AquaTIC <http://eprints.ucm.es/42985/1/T39053.pdf>
- Carberry, J., & Hanley, F. (1997, April). Commercial intensive tilapia culture in Jamaica. In The Fourth Symposium on Aquaculture in Central America: Focusing on Shrimp and Tilapia (pp. 22-24).
- Cedeño D. D., & Esparza N. I. (2016). Uso de harina sangre de bovino como enriquecedor proteico de alimento de peces cobia (*Rachycentron canadum*). <http://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/379>

- Cheng, Z. J., & Hardy, R. W. (2002). Effect of phytase on apparent digestibility coefficients of nutrients and energy availability of barley, canola meal, wheat and wheat middlings measured in vivo using rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquacult. Nutr*, 8(4), 271-277. [Doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00219.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00219.x)
- De Haro Domínguez, C. (2015). Evaluación de la harina de insectos como fuente alternativa a la harina de pescado en piensos para acuicultura (Doctoral dissertation, Universidad de Almería).
- De La Higuera, M. 1987. Diseño y métodos experimentales de evaluación de dietas. En: Espinosa de los M. J. y U. Labarta (eds.). *Nutrición en Acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura*. Madrid, España, pp. 291-317.
- El-Sayed, A. (1998). Total, replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. *Aquaculture Research*, 29:275–280. [Doi.org/10.1046/j.1365-2109.1998.00199](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1998.00199)
- Ferreira, M., Méndez, D., Regueiro, L., Ancosmede, C., Iglesias, X., Blanco, B., y Soula, M. (2020) Microalgas, harinas de insectos y subproductos de agua de cocción como alternativas sostenibles en la formulación de piensos de acuicultura. *Foro Rec. Mar. Ac. Rías Gal*. 22: 441-448. [DOI: 10.1016/j.aquaculture.2020.05.010](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.05.010).
- Food and Agriculture Organisation (2019) Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Pesca y Acuicultura. Edición en internet. Santiago de Chile. <http://www.rlc.fao.org/es/areas-tecnicas/pesca-acuicultura/>
- Galarza Martel, R. (2011). Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro provenientes de harina de sangre bovina. Universidad Nacional de San Marcos.
- Groff J. B., Gatlin M. D, (2004). Evaluation of different sulfur amino acid compounds in the diet of red drum, *Sciaenops ocellatus*, and sparing value of cystine for methionine. *Aquaculture* 241: 465-477. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.08.002>
- Gustavo, G. (2010). Diseño de ingeniería básica de una planta para la elaboración de sangre deshidratada para alimentos balanceados. Escuela politécnica nacional.
- Hardy, R. W. 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquaculture Research* 41: 770-776. [DOI: 10.1111/j.1365-2109.2009.02349-x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02349-x).
- Kirimi, J. G.; L. M. Musalia; A. Magana y J. M. Munguti. (2016). Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing blood meal as a replacement of fish meal. *Journal of Agricultural Science*, 8 (8): 79- 87). [doi:10.5539/jas.v8n8p79](https://doi.org/10.5539/jas.v8n8p79)

- Kuang, S.Y., Xiao, W.W., Feng, L., Liu, Y., Jiang, J., Jiang, W.D., Hu, K., Li, S.H., Tang, L., Zhou, X.Q., 2012. Effects of graded levels of dietary methionine hydroxy analogue on immune response and antioxidant status of immune organs in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Fish Shellfish Immunol.* 32 (5), 629–636. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2011.12.01>
- Lincan, R. (2003). Elaboración de balanceados para porcinos en basa de harina de sangre. Ciencias veterinarias y zootecnia. UCE. Quito- Ecuador.
- Machado, M., Azeredo, R., Díaz-Rosales, P., Afonso, A., Peres, H., Oliva-Teles, A., Costas, B., (2015). Dietary tryptophan and methionine as modulators of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) immune status and inflammatory response. *Fish Shellfish Immunol.* 42 (2), 353–362. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.11.024>
- Machado, M., Azeredo, R., Fontinha, F., Fernández-Boo, S., Conceição, L.E.C., Dias, J., Costas, B., 2018. Dietary methionine improves the European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) immune status, inflammatory response, and disease resistance. *Front Immunol* 9 (2672). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02672>.
- Machado, M., Moura, J., Peixoto, D., Castro-Cunha, M., Conceição, L. E., Dias, J., & Costas, B. (2021). Dietary methionine as a strategy to improve innate immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. *General and Comparative Endocrinology*, 302, 113690. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2020.113690>
- Mai, K., Wan, J., Ai, Q., Xu, W., Liufu, Z., Zhang, L., & Li, H. (2006). Dietary methionine requirement of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* R. *Aquaculture*, 253(1-4), 564-572. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.08.010>
- Marquez, E., Bracho, M., Archile, A., Rangel, L. and Benitez, B. (2005). Proteins, isoleucine, lysine and methionine content of bovine, porcine and poultry blood and their fractions. *Journal of food chemistry*. 93 (3) 503-505. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.030>
- Martínez, L. (1987). Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta Editores. Madrid. p. 295-322.
- Martínez-Llorens, S.; A. Tomás; A. Vicente; J. Gómez; M. Pla y M. Jover. (2008). Blood and hemoglobin meal as protein sources in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*): effects on growth, nutritive efficiency and fillet sensory differences. *Aquaculture Research*, 39: 1028-1037. [doi:10.1111/j.1365-2109.2008.01961.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01961.x)
- Montoya, A. P. (2017). Determinación de la digestibilidad y energía disgestible de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) cruda en paiche (*Arapaima gigas*). <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3462>

- Nguyen T., D. Allen y P. Saoud. (2009). Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis spp.* Journal of the World Aquaculture Society. 40 (1): 113-122. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2008.00230.x>
- Nogueira, N.; N. Cordeiro; C. Andrade y T. Aires. (2012). Inclusion of low levels of blood and feathermeal in practical diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 12: 641-650. DOI: [10.4194/1303-2712-v12_3_12](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_3_12)
- Ogunji, J. O. y M. Wirth. 2000. Alternative protein sources as substitutes for fishmeal in the diet of young tilapia *Oreochromis niloticus* (LINN.). The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, 53 (1): 34-43. <http://siamb.org.il/>
- Opstvedt, J., Aksnes, A., Hope, B., & Pike, I. H. (2003). Efficiency of feed utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed diets with increasing substitution of fish meal with vegetable proteins. *Aquaculture*, 221(1-4), 365-379. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00026-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00026-7)
- Orna, E. (2010). Manual de alimento balanceado para truchas. *Dirección Regional de La Producción de Puno*, 1-30.
- Otubusin, S. O. 1987. Effects of different levels of blood meal in pelleted feeds on tilapia, *Oreochromis niloticus*, production in floating bamboo net-cages. *Aquaculture*, 65: 263-266. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90239-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90239-0)
- Quimbiamba, G.E. 2009. Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de crecimiento, con sustitución parcial de alimento balanceado por sangre de bovinos, Cayambe-Ecuador 2008. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6766>
- Ragash (2009). Manual de crianza. Trucha (*Oncorhynchus mykiss*).
- Salas, G., & Condorhuamán, C. (2008). Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 11(1), 29-35.
- Saldaña, G. 2011. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de *Lactobacillus* sp. enriquecido con proteína hidrolizada de vísceras de *Argopecten purpuratus*, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* en laboratorio. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 72 pp.
- Selmane, D., Christophe, V. y Gholamreza, G. (2008). Extraction of proteins from slaughterhouse by products, influence of operating conditions on functional properties. *Meat science*. 79 (4) 640-647. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.029>

- Supriadi F.; Rosmawati y T. Kurniasih. (2018). Penggunaan tepung darah sebagai pengganti tepung ikan dalam pakan ikan nila best (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Mina Sains, 4(1): 48-57. <https://ojs.unida.ac.id/jmss/article/view/1271>.
- Vásquez W., Talavera Núñez, M., & Inga Guevara, M. (2016). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa-Puno. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(1), 15-28.
- Wang, Z., Mai, K., Xu, W., Zhang, Y., Liu, Y., & Ai, Q. (2016). Dietary methionine level influences growth and lipid metabolism via GCN2 pathway in cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 454, 148-156. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.019>

ANEXOS

Anexo 1. Recolección y cocción de la sangre de bovino



Anexo 2. Preparación y almacenamiento del ensilado biológico



Anexo 3. Elaboración de las dietas



Anexo 4. Dietas elaboradas



Anexo 5. Selección y siembra al azar de los alevines.



Anexo 6. Biometría de los organismos (crecimiento en talla y peso)



Cronograma de trabajo

ETAPAS	Años								
	2022			2023					
	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Preparación de técnicas e instrumentos	*	*	*						
Recolección de datos				*	*	*			
Procesamiento de datos					*	*	*		
Análisis e interpretación de resultados						*	*	*	
Elaboración del Informe final						*	*	*	*

Presupuesto

Indicar el monto aproximado en cada una de las fuentes de financiamiento:

Financiamiento	Aporte (S/)	Participación (%)
U.N.S.	0	0
Piscigranja El Paraíso	125	20
Autofinanciamiento	500	80
Total	625	100

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	
		DIMENSIONES	INDICADOFRES
Ensilado biológico de harina sangre de bovino	En su elaboración se usa un fermento biológico en base a vegetales ricos en bacterias lácticas que fermentan los azúcares y producen ácido láctico.	Variación del % de inclusión del ensilado biológico	TC = 0 % de ensilado T1 = 25 % de ensilado T2 = 50% de ensilado
VARIABLE INDEPENDIENTE		DIMENSIONES	INDICADORES
Crecimiento	Aumento gradual del tamaño de un ser vivo hasta alcanzar la madurez	Crecimiento en longitud Crecimiento en longitud	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de alimento • Ganancia de peso • Tasa de crecimiento específico • Tasa de crecimiento absoluto • Biomasa • Rendimiento • Tasa de supervivencia
Supervivencia	Número total de organismos con vida al final de un periodo de cultivo	Supervivencia	