

ARTÍCULO ORIGINAL**Calidad sensorial y proximal de filetes de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas con dietas balanceadas incluyendo ensilado a base de residuos hidrobiológicos****Sensory and proximal quality of fillets of bowl trout (*Oncorhynchus mykiss*) feededed with balanced diets including hydrobiological waste-based filler.**Edward López-Farfán¹ , Hans Minchán-Velayarce¹ , Juan Ticona-Yujra²  y Juan Mendoza-Seclen¹ **RESUMEN**

El incremento en la producción de productos hidrobiológicos plantea preocupaciones debido al inadecuado manejo de los residuos generados, que representan hasta el 60% de la materia prima utilizada en la industria pesquera. Este estudio abordó la problemática formulando dietas balanceadas para trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en fase de engorde, incorporando ensilado biológico derivado de estos residuos. Se evaluaron los efectos de las dietas en la calidad proximal y sensorial del filete de trucha, utilizando un diseño completamente aleatorizado (DCA) con cuatro tratamientos: 10%, 25%, 40% de ensilado y un control comercial (Avikaman). Los análisis de los datos incluyeron ANOVA y la prueba de Tukey para identificar diferencias significativas en los análisis proximales, así como la prueba no paramétrica de Friedman para los puntajes sensoriales. Los resultados mostraron diferencias significativas en humedad, grasa, aroma, sabor y textura, destacando la mejora de la aceptabilidad sensorial con el tratamiento al 40% de ensilado. En conclusión, la inclusión de ensilado biológico en las dietas de trucha optimiza tanto la calidad nutricional como sensorial del producto final.

Palabras claves: Ensilado biológico, trucha arcoíris, dietas balanceadas.

ABSTRACT

The increase in the production of hydrobiological products raises concerns due to the inadequate management of the waste generated, which represents up to 60% of the raw material used in the fishing industry. This study addressed the problem by formulating balanced diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the fattening phase, incorporating biological silage derived from these wastes. The effects of diets on proximal and sensory quality of trout fillet were evaluated using a completely randomized design (CRD) with four treatments: 10%, 25%, 40% silage and a commercial control (Avikaman). Data analyses included ANOVA and Tukey's test to identify significant differences in proximate analyses, as well as Friedman's nonparametric test for sensory scores. The results showed significant differences in moisture, fat, aroma, flavor and texture, highlighting the improvement in sensory acceptability with the 40% silage treatment. In conclusion, the inclusion of biological silage in trout diets optimizes both the nutritional and sensory quality of the final product.

Key words: Biological silage, rainbow trout, balanced diets.

*Autor de correspondencia

¹ Universidad Nacional de Jaén, Perú. Email: edward.lopez@est.unj.edu.pe, hans_minchan@unj.edu.pe, juan.mendoza@unj.edu.pe

² Programa Nacional de Alimentación Comunitaria Wasi Mikuna, Perú. Email: juan.ticona@qw.gob.pe

INTRODUCCIÓN

El sector de la acuicultura de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) ha experimentado un crecimiento notorio, impulsado por la creciente demanda mundial de productos hidrobiológicos (Rauinuzzo, 2020). A pesar de este crecimiento, la gestión de residuos generados durante el procesamiento primario presenta desafíos significativos. Este estudio se enfoca en abordar esta problemática mediante la exploración de la incorporación de ensilados biológicos derivados de residuos hidrobiológicos en las dietas de truchas arcoíris durante la fase de engorde para evaluar su impacto en la calidad de la carne. Se han investigado sus efectos fisicoquímicos y sensoriales, así como su viabilidad como sustituto parcial del alimento comercial. En investigaciones previas, Lesiow et al. (2009) y Stojanovska et al. (2022) encontraron que la inclusión parcial de nuevos insumos de origen vegetal y animal en sus formulaciones tuvieron efectos positivos en su composición fisicoquímica, así como mejoró su aceptabilidad en la evaluación sensorial.

Quishpe et al. (2020) destacan la importancia de utilizar residuos cárnicos para la generación de dietas balanceadas de bajos costos. Por otro lado, Yucra (2022) sugiere la inclusión de ensilado biológico a partir de vísceras de truchas en las dietas de estos peces en las etapas de engorde. López y Salas (2021) incorporaron harina hidrolizada de vísceras para la producción de dietas balanceadas. Por otro lado, Benavides et al. (2023) y Guzel et al. (2011) determinaron que la inclusión de ensilado en dietas alimenticias en la alimentación de trucha arcoíris presentaron un buen desempeño productivo. García et al. (2004) y Mamani (2017), han abordado aspectos relacionados con la calidad y rendimiento de la trucha en diferentes tratamientos alimenticios.

La problemática ambiental derivada de los residuos hidrobiológicos, que constituyen el 50-60% de los desechos generados por la industria pesquera, ha despertado un interés creciente en la búsqueda de alternativas sostenibles (Barriga et al., 2019). Estos residuos no solo generan impactos ambientales negativos, sino que también ofrecen una oportunidad para su transformación en ensilados biológicos de alta calidad nutricional y bajo costo (Barriga et al., 2019; Quispe y Mamani, 2024).

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los efectos de la inclusión de ensilado en las dietas balanceadas sobre las características sensoriales y proximales de filetes de truchas arcoíris (*O. mykiss*), alimentadas durante la fase de engorde?

El objetivo general de esta investigación fue determinar la calidad sensorial y proximal de trucha arcoíris fresca (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas con dietas balanceadas incluyendo ensilado biológico a base de residuos hidrobiológicos. Siendo los objetivos específicos determinar la

composición proximal de la dieta balanceada, caracterizar la composición proximal de la carne de trucha fresca en filete, evaluar las características sensoriales y la aceptabilidad de la carne de trucha cocida en filete.

MATERIALES Y MÉTODOS

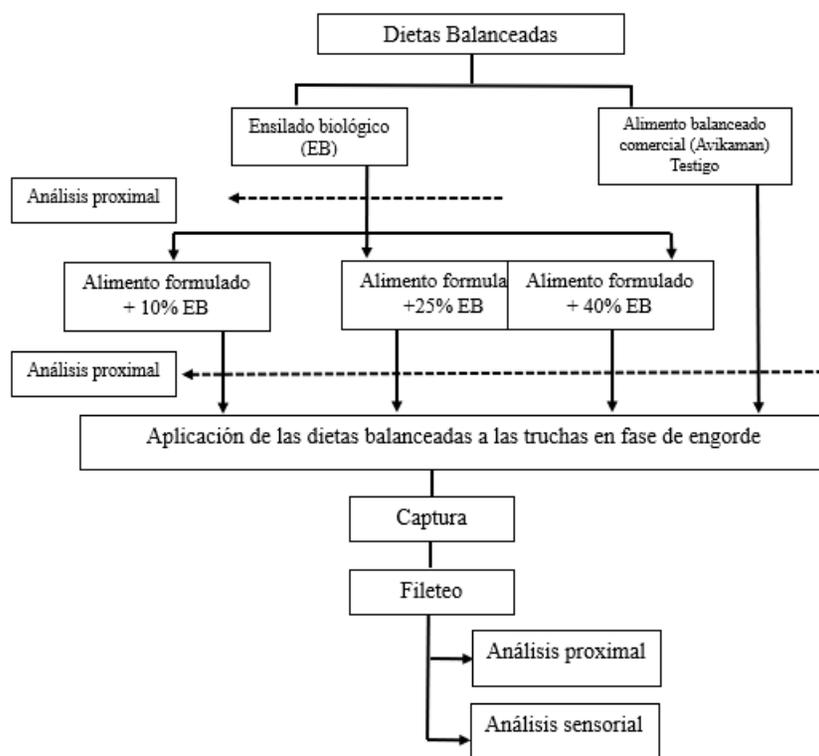
La investigación emplea un enfoque cuantitativo, experimental y descriptivo, centrado en el desarrollo de dietas balanceadas con la inclusión de 10%, 25% y 40% de ensilado biológico. El diseño experimental consistió en manipular la variable independiente, ensilado biológico (EB), junto con la repetición de formulación (R), utilizando un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres niveles de ensilado (3 EB) más un control (testigo), en un estudio de corte transversal. El objetivo principal fue determinar la composición proximal de la dieta balanceada, caracterizar la composición proximal de la carne de trucha fresca en filete, y evaluar tanto las características sensoriales como la aceptación de la carne de trucha cocida en filete.

En la elaboración del ensilado biológico se utilizaron 700 kg de residuos hidrobiológicos, procesados en dos lotes de 350 kg cada uno. Estos residuos incluyen vísceras, cabezas, huesos, piel, colas y pescados enteros, provenientes de especies de consumo frecuentes en la provincia de Jaén, como caballa, bonito y jurel. Los residuos fueron recolectados en los mercados 28 de Julio, Roberto Segura, Mercado Central y Sol Divino, todos ubicados en la provincia de Jaén. Para el proceso de ensilado se emplearon 70 kg de sacarosa (azúcar Bell's) y 28 litros de cultivo probiótico (yogur natural), adquiridos en el supermercado Mega Plaza y en la tienda especializada en lácteos La Finca Roja, ambos de la ciudad de Jaén.

Se llevaron a cabo cuatro tratamientos experimentales (T1, T2, T3 y T4), de los cuales uno correspondió al control (T4). Los tres tratamientos experimentales (T1, T2 y T3) se replicaron en tres ocasiones cada uno, mientras que el control (T4) no contó con repeticiones adicionales, resultando en un total de 10 unidades experimentales.

Figura 1

La metodología experimental se diseñó para investigar la influencia del ensilado biológico en las características sensoriales de la carne de trucha



Nota: Los tres tratamientos experimentales T1, T2 y T3 se replicaron tres veces cada uno, mientras que el control (T4) no tuvo repeticiones adicionales mostrados según el diseño experimental.

Tratamiento 1: Ensilado biológico al 10% (EB1)

Tratamiento 2: Ensilado biológico al 25% (EB2)

Tratamiento 3: Ensilado biológico al 40% (EB3)

Tratamiento de control/testigo (T4): Alimento balanceado comercial AVIKAMAN sin ensilado biológico.

Los insumos que se utilizaron para la elaboración de las dietas balanceadas incluyeron harina de pescado (Fish meal), torta de soya (Heis premium), afrecho de trigo (Molicentro), polvillo de arroz, lisina en polvo (Montana), metionina en polvo (ProPremix), aceite comestible (Cocinero), premix para cerdos (Molinos del puerto), carbonato de calcio (Pochteca Perú), cloruro de colina (Montana), BHT (Purina), antihongos (Fungifree), vitamina C (ProPremix), se adquieren de proveedores ubicados en la ciudad de Chiclayo.

Tabla 1*Estructura de formulación de insumos para la elaboración de dietas balanceadas*

Mezcla/Pre-Mezcla	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Harina de pescado	30.00%	30.00%	30.00%
Ensilado biológico	10%	25.00%	40.0%
Torta de soya	39.00%	31.80%	23.5%
Harina de maíz	0.00%	0.00%	0.00%
Polvillo de arroz	4.20%	2.00%	0.00%
Lisina en polvo	0.50%	0.50%	0.50%
Metionina en polvo	0.68%	0.50%	0.50%
Harina de trigo	6.00%	2.28%	0.20%
Aceite comestible	5.00%	4.00%	2.00%
Premix de salmónido	3.00%	2.50%	2.00%
Carbonato de calcio	0.50%	0.50%	0.30%
Cloruro de colina	0.70%	0.50%	0.70%
BHT (antioxidante de grasa)	0.10%	0.10%	0.10%
Fungiban o ácidos orgánicos (contra hongos y bacterias)	0.10%	0.10%	0.10%
Vitamina C (Acidificante)	0.22%	0.22%	0.10%

En 10 estanques de geomembrana se llevó a cabo el cultivo de 300 ejemplares de trucha arcoíris para cada uno, lo que sumó un total de 3000 ejemplares con un peso promedio de 80 g de cada uno. Estos estanques tenían unas dimensiones de 130 cm de alto y 700 cm de diámetro. De los 10 estanques, solo 9 fueron alimentados con dietas balanceadas que contenían diferentes porcentajes de inclusión de ensilado biológico, lo cual representó un total de 2700 ejemplares. El estanque restante, con una representación de 300 ejemplares, fue alimentado exclusivamente con alimento comercial AVIKAMAN.

La provisión de alimento para las truchas distribuidas en diez estanques se realizó durante 27 días, con tres alimentaciones diarias en proporciones determinadas según la tabla de alimentación de referencia para el cálculo de la ración (Álvarez et al., 2021- pág. 76 al 86). Los horarios de alimentación fueron a las 6 am, 11:30 am y 5:30 pm, y la distribución del alimento se llevó a cabo utilizando un sistema de voleo manual a lo largo del borde del estanque. Se registró la alimentación en un formato específico para la producción de alimento diario.

Una vez transcurridos los días correspondientes a la fase de engorde, se procedió a recolectar al azar 43 ejemplares de cada estanque utilizando una red circular con forma de cuchara grande. La forma de cosechar y trasladar las truchas al área de procesamiento en la provincia de Jaén (figura 2 y 3). Es importante destacar que durante la recolección se registró el peso de cada trucha en un formato de pesaje. Esta información será analizada para determinar los efectos de la inclusión del ensilado biológico en las dietas formuladas, además de conocer su factor de conversión alimenticia en cada tratamiento.

Figura 2

Manejo en campo en el cultivo de trucha arcoíris en su fase de engorde



Nota: Manejo, muestreo y alimentación de trucha arcoíris, A y B: Selección al azar de 5 ejemplares de cada estanque con la ayuda de un chiringuito para su respectivo muestreo, C y D: Toma de medida de cada trucha considerando su estanque y tratamiento alimenticio. E, F y I: Pesaje de cada ejemplar de trucha, G: Evaluación física de alguna enfermedad que puedan presentar, H: Anotación de todos los datos obtenidos cada 5 días, J: Dietas balanceadas elaboradas con inclusión de ensilado biológico, K: Alimento testigo AVIKAMAN, L: Pesado de cada ración de sus dietas para la alimentación de las truchas, M: Alimentación de las truchas mediante la técnica del voleo.

Figura 3

Procesamiento primario de trucha arcoíris



Nota: Procesamiento primario de las truchas arcoíris en la planta de procesamiento de la empresa Ecofriendly Engineers S.A.C, A: Recepción de la materia prima en cooler con hielo. B: Pesado de la trucha, C, D y E: Fileteado de la trucha arcoíris, F: Envasado y pesado de los filetes de trucha., G, H y I: Empacado al vacío de los filetes de trucha.

En el análisis de datos, se emplearon pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas según la naturaleza de los datos. Para las características fisicoquímicas de la dieta balanceada y de la carne de trucha, se utilizó el ANOVA, seguido del test de Tukey, para determinar diferencias significativas entre tratamientos. En el análisis sensorial y de aceptabilidad, se aplicó la prueba de Friedman debido a la naturaleza ordinal de los puntajes otorgados por los panelistas. Adicionalmente, se realizaron comparaciones múltiples de Friedman para identificar entre qué tratamientos se presentaban diferencias significativas. El procesamiento de datos se llevó a cabo con el software R y Microsoft Excel.

RESULTADOS

Composición proximal de la dieta balanceada

El análisis proximal de las dietas balanceadas mostró que el tratamiento T3 presentó el mayor porcentaje de humedad (9.25%). En cuanto al contenido de proteínas, los tres tratamientos evaluados presentaron porcentajes similares, mientras que el testigo tuvo el valor más bajo (40.50%). El porcentaje de grasa fue mayor en la dieta del testigo (11.29%) en comparación con los tratamientos. El contenido de ceniza fue similar en los tres tratamientos, superando al del testigo (9.64%). Finalmente, el porcentaje de fibra fue menor en el testigo (2.93%) en relación con los tratamientos.

Tabla 1

Resumen del análisis químico proximal de la dieta balanceada, según tratamiento.

Tratamiento	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)
T1	8.60	42.40	10.57	12.90	3.72
T2	8.77	42.50	9.92	12.60	3.36
T3	9.25	42.20	8.77	12.67	2.54
T4	8.84	40.50	11.29	9.64	2.93

Caracterización proximal de la carne de trucha fresca en filete

El análisis de los resultados muestra que, en cuanto al porcentaje de humedad, el tratamiento T4 (72.05%) fue significativamente menor que los tratamientos T1 (75.13%) y T3 (74.77%). No se observaron diferencias significativas en los porcentajes de proteína entre los tratamientos, con promedios que oscilaron entre 19.93% (T1) y 20.93% (T3). En cuanto al porcentaje de grasa, el tratamiento T4 presentó el valor más alto, siendo significativamente diferente del resto, mientras que T1 y T3 mostraron los valores más bajos (1.35% y 1.12%, respectivamente). No se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de cenizas ni de fibra entre los tratamientos.

Tabla 2

Resumen del análisis químico proximal de los filetes de trucha fresca, según tratamiento.

TRATAMIENTO	HUMEDAD (%)	PROTEÍNA (%)	GRASA (%)	CENIZA (%)	FIBRA (%)
T1	75.13 ± 0.61 ^a	19.93 ± 0.42 ^a	1.35 ± 0.19 ^c	1.39 ± 0.01 ^a	0.24 ± 0.08 ^a
T2	73.85 ± 0.47 ^{ab}	20.17 ± 0.76 ^a	1.80 ± 0.03 ^b	1.34 ± 0.16 ^a	0.24 ± 0.05 ^a
T3	74.77 ± 0.19 ^a	20.93 ± 0.25 ^a	1.12 ± 0.15 ^c	1.28 ± 0.10 ^a	0.36 ± 0.42 ^a
T4	72.05 ^b	20.80 ^a	2.69 ^a	1.03	0.16

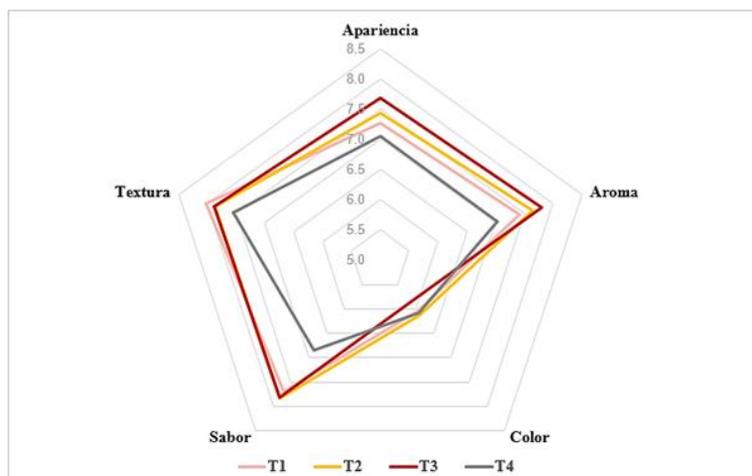
Nota. Los promedios que no comparten la misma letra son estadísticamente diferentes. Test de Tukey con 5% de significancia

Caracterización sensorial y aceptabilidad de la carne de trucha fresca en filete

El perfil sensorial de los filetes, evaluado a través de un diagrama radial (figura 4), muestra que las dietas de los tres tratamientos superaron al testigo (T4) en las características de apariencia, aroma, textura y sabor, siendo la diferencia más significativa en el sabor de los filetes de trucha. Sin embargo, en cuanto al color del filete, el tratamiento T3 presentó una menor apreciación.

Figura 4

Perfil sensorial de los tratamientos de los filetes de trucha cocida.



Para confirmar la significancia estadística de las diferencias observadas en el diagrama radial, se aplicó la prueba de Friedman a los puntajes sensoriales de los filetes de trucha. Los resultados, presentados en la tabla 4, indican que, al considerar un nivel de significancia del 5%, se encontraron diferencias significativas en las características de aroma, sabor y textura entre los tratamientos (p -valor < 0.05).

Tabla 3

Test de Friedman para los puntajes sensoriales de trucha fresca en filete, en cada característica evaluada.

Características sensoriales	n	Estadístico F	GL	p Valor
Apariencia	132	7.7894	3	0.0506
Aroma	132	13.7198	3	0.0033
Color	132	3.7639	3	0.2881
Sabor	132	29.9556	3	0.0000
Textura	132	8.6032	3	0.0351

Con el fin de identificar las diferencias significativas en los puntajes sensoriales para las características de aroma, sabor y textura, se realizó el test de comparaciones Múltiples de Friedman, cuyos resultados se presentan en la tabla 5. En cuanto al aroma, se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento T3 y el testigo T4, siendo el tratamiento T3 el que recibió la mejor apreciación sensorial. Para el sabor, los puntajes de los tres tratamientos evaluados fueron estadísticamente similares entre sí, pero significativamente superiores al del testigo T4. Finalmente, en la textura, se observaron diferencias significativas entre los puntajes del tratamiento.

Tabla 4

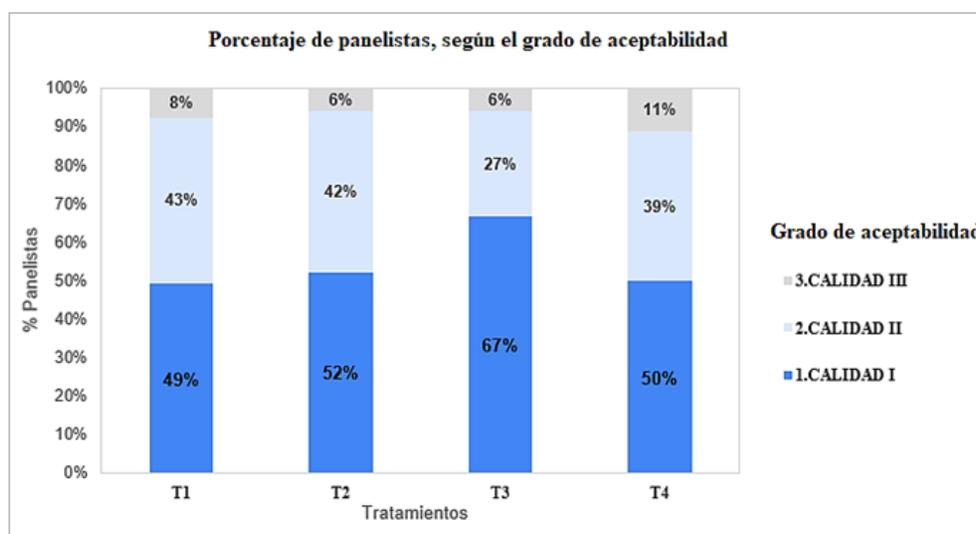
Test de comparaciones múltiples de Friedman para los puntajes sensoriales de los filetes de trucha fresca; en aroma, sabor y textura.

Características	Tratamiento	Suma de rangos	Promedio de rangos	Grupos
Aroma	T3	359.00	2.72	a
	T2	346.00	2.62	a b
	T1	317.50	2.41	a b
	T4	297.50	2.25	b
Sabor	T2	362.00	2.74	a
	T3	351.50	2.66	a
	T1	336.00	2.55	a
	T4	270.50	2.05	b
Textura	T1	358.00	2.71	a
	T3	331.00	2.51	a b
	T2	323.50	2.45	a b
	T4	307.50	2.33	b

La aceptabilidad del filete de carne de trucha, según la dieta balanceada, se analizó y se representó gráficamente en la figura 5. De los panelistas evaluados, el 67% calificó los filetes del tratamiento T3 con una aceptabilidad de calidad I, lo que lo convierte en el tratamiento con la mejor calificación en este aspecto.

Figura 5

Aceptabilidad del filete de carne de trucha fresca, por tratamiento.



Nota. Calidad I comprende los puntajes del 7 al 10 (caracterizado por ausencia de olores / sabores objetables), calidad II comprende los puntajes del 4 al 6 (ligeros olores y sabores objetables) y calidad III con puntajes del 1 al 3 (severos olores y sabores objetables).

Los resultados del test de Friedman, presentados en la tabla 6, indican que, al considerar un nivel de significancia del 5%, existen diferencias significativas en los puntajes de aceptabilidad sensorial de los filetes de trucha según la dieta balanceada.

Tabla 5

Test de Friedman para aceptabilidad de trucha fresca en filete según tratamientos de dieta balanceada.

n	Estadístico F	GL	p Valor
132	12.4009	3	0.0061

Los resultados del test de comparaciones Múltiples de Friedman, presentados en la tabla 7, muestran que los tratamientos T3 y T4 son significativamente diferentes en cuanto a los puntajes de aceptabilidad, ya que no comparten la misma letra. La dieta del tratamiento T3 obtuvo los porcentajes más altos de aceptabilidad.

Tabla 6

Test de comparaciones múltiples de Friedman para aceptabilidad de trucha fresca en filete según tratamientos de dieta balanceada.

Tratamiento	Suma de rangos	Promedio de rangos	Grupos
T3	363.50	2.75	a
T2	339.00	2.57	a b
T1	316.00	2.39	a b
T4	301.50	2.28	b

DISCUSIÓN**Composición proximal de los alimentos balanceados**

Las dietas con inclusión de ensilado biológico presentaron altos valores en proteínas, cenizas y fibra, con promedios de 42.40%, 12.62% y 3.20% respectivamente, en comparación con los valores porcentuales del control T4, que fueron de 40.50% en proteínas, 9.64% en cenizas y 2.93% en fibra. Estos resultados indican una mejora ligera pero significativa en los indicadores nutricionales mencionados para las dietas T1, T2 y T3 en comparación con T4.

Según la investigación de Lúquez (2018), la harina de residuos de pescado es notable por permitir alcanzar concentraciones proteicas de entre 48% y 56% en formulaciones de dietas balanceadas. Además, las harinas de residuo de pescado presentan una variación en el contenido de cenizas que va del 15% al 30%. Estos altos niveles de cenizas se deben a la inclusión de peces enteros, incluyendo cabezas, vísceras, aletas y esqueletos. El alto nivel de fibra observado se atribuye a los subproductos de la industria pesquera, que son ricos en componentes fibrosos. Es importante destacar que la inclusión de insumos de origen vegetal, como la torta de soya, afrecho de trigo en la sustitución parcial de insumos de origen animal como la harina de pescado, es favorable hasta un máximo del 50% y 20%. Una formulación adecuada que combine la torta de soya con otros insumos contribuye a mejorar en la calidad nutricional en la formulación de las dietas balanceadas (Cruz et al., 2011 y Garzón, 2018). Sin embargo, al analizar sus porcentajes de grasas, los T1, T2 y T3 presentan niveles bajos en comparación a los del T4. Flores et al. (2023) sostiene que los alimentos bajos en grasas presentan niveles inferiores

de energía digestible lo que conduce a que los peces alimentados con estas dietas presentan como resultados bajos en contenido de grasa y peso corporal.

Por otro lado, la comparación de los diferentes tratamientos reveló ligeras diferencias en cuanto al contenido de humedad. Específicamente, el tratamiento T3 mostró un porcentaje de humedad ligeramente superior (9,25%) en comparación con los tratamientos T1 (8,60%), T2 (8,77%) y T4 (8,84%). Estos resultados se hallan dentro de los niveles recomendados. Los parámetros establecidos por la Castro (2022) y NTP Norma Técnica Peruana 209.255 (2020) indican que el contenido de humedad en alimentos balanceados para la etapa de engorde y acabado al 14% como máximo, un estándar que las tres dietas balanceadas a base de residuos hidrobiológicos (T1, T2 y T3) cumplen, con resultados muy cercanos al alimento balanceado industrial T4 (8.84%) de AVIKAMAN. Además, los otros parámetros evaluados, como proteínas, grasas, fibra y cenizas, se alinean con investigaciones previas (Castro, 2022; NTP, 2020; Solazar et al., 2008) con valores de humedad promedio de 11.41%, 14 %, 7.88 %. En conclusión, la inclusión de ensilado biológico en dietas balanceadas mejora significativamente el contenido nutricional en términos de proteínas, cenizas y fibra, demostrando su potencial como ingrediente valioso en la formulación de alimentos.

Composición proximal de la carne de trucha fresca en filetes

Los resultados de la investigación indican que los filetes de trucha no presentaron diferencias significativas en su composición proximal en términos de proteínas, cenizas y fibra. Sin embargo, se observaron diferencias en los indicadores de grasas entre los tratamientos T1 y T3 en comparación con los tratamientos T2 y T4. Específicamente, los niveles de grasa en los tratamientos T1 y T3 fueron similares, pero ambos fueron inferiores al tratamiento de control T4 en cuanto a la concentración de grasa.

En investigaciones anteriores, Llanes et al. (2008) encontraron niveles notoriamente altos de proteínas, materia seca y lípidos en sus muestras, con un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$, y valores menores en cenizas, lo que atribuyó a la presencia de aminoácidos tiende a exceder la capacidad de síntesis de proteína por parte del hígado, resulta que su exceso puede degradar y transformar en glucógeno o lípidos.

Llanes et al. (2008) sostienen que las dietas que incorporan ensilado de pescado (EP) permiten un mayor aprovechamiento de las proteínas de origen animal. Esto se debe a que los aminoácidos presentes en el ensilado tienen una configuración L (levógiros), lo que facilita su absorción debido a la alta calidad y digestibilidad de la proteína. Además, durante el proceso de licuación y fermentación del

ensilado, se forman sustancias estimulantes que promueven el crecimiento sin afectar la eficiencia proteica en la carne del pez.

Los resultados obtenidos revelan diferencias significativas en los niveles de humedad entre T1 y T3 comparados con el testigo T4 (T1: 75.13% y T3: 72.05%; T4: 72.050%). Además, las grasas en T1 y T3 muestran diferencias significativas respecto a T2 y T4 (T1: 1.35% y T3: 2.69%; T2: 1.800 % y T4: 2.690%). No se hallaron diferencias en proteínas, cenizas y fibras entre tratamientos, concordando con investigaciones anteriores (Castro, 2022; Mamani, 2017; NTP Norma Técnica Peruana 209.255, 2020), lo que respalda la coherencia en los análisis proximales de la carne de trucha.

La inclusión de ensilado biológico resulta en bajos contenidos de grasas con niveles porcentuales de 1.12% a 1.80 %, corroborado por estudios anteriores García et al. (2004) su valor de grasa en sus grupos es de 2.41% a 2.70%. Es relevante destacar que el contenido de humedad en la carne de trucha en filetes tiende a disminuir con el aumento de grasa, como se documenta en la literatura (García et al., 2004), sin embargo, (Flores et al., 2023) atribuye que el menor contenido de grasas de la carne de la trucha estaría relacionado con el mayor contenido de cenizas en el alimento balanceado, esto influenciará también en su rendimiento de peso corporal.

En conclusión, la inclusión de ensilado biológico en la dieta influye en la composición proximal de los filetes de trucha, especialmente en la concentración de grasas.

Caracterización sensorial de la carne de trucha fresca en filetes

En el diagrama radial de la figura 5, se destaca una mejora notable en el aroma, sabor y textura de los filetes de trucha arcoíris alimentados con dietas que incorporan ensilado biológico, según la evaluación de las características sensoriales. Estos hallazgos respaldan la noción de que la inclusión de ensilado biológico no solo impacta en la composición nutricional, sino que también puede potenciar las cualidades organolépticas de la carne de trucha fresca.

Las dietas con mayor inclusión de ensilado biológico al 40 % en su formulación fueron las que obtuvieron mayor aceptabilidad, estos resultados se equiparan a las investigaciones realizadas por Ramos et al. (2023), denotando que los tratamientos con mayor concentración de estos nutrientes valiosos como son los ácidos grasos y los omegas 3 presente es los residuos de pescado proporcionan una mayor aceptabilidad, color, aroma, sabor y textura.

Las diferencias significativas entre los tratamientos con inclusión de ensilado biológico en su formulación y el testigo T4 en el aroma, sabor y textura de su carne se deben en parte a su ingesta de

alimentos. Los ensilados biológicos, productos de fermentación natural, contienen nutrientes valiosos como ácidos grasos omega-3 y antioxidantes. Estos compuestos son beneficiosos, mejorando la calidad sensorial y el grado de aceptabilidad de la carne de los peces (Huss et al., 1998 y Vega, 2012).

En conclusión, la inclusión de ensilados biológicos en las dietas balanceadas mejora significativamente la calidad organoléptica y la aceptabilidad de los filetes de trucha. Esto se debe a la presencia de nutrientes esenciales, como ácidos grasos omega-3 y antioxidantes, derivados de los residuos de pescado empleados en la elaboración del ensilado biológico

CONCLUSIONES

Los análisis proximales de las dietas balanceadas con inclusión de ensilado biológico en proporciones de 10%, 25% y 40%, comparadas con un alimento comercial testigo (T4) AVIKAMAN, revelan que la adición de ensilado biológico, en combinación con insumos de origen animal y vegetal, permite sustituir parcialmente la harina de pescado sin comprometer el nivel nutricional de las dietas. Estos resultados sugieren que el ensilado biológico representa una alternativa viable y efectiva para la formulación de dietas balanceadas en acuicultura, asegurando la calidad nutricional necesaria.

Los análisis proximales de los filetes de trucha, respaldados por estadísticos, revelaron que no hay diferencias significativas en la calidad nutricional en términos de proteínas, cenizas y fibra. Sin embargo, se identificaron diferencias significativas en los niveles de grasa, atribuibles a la humedad presente en las dietas que incorporan ensilado biológico en comparación con el tratamiento testigo (T4). Estos hallazgos sugieren que la inclusión de ensilado biológico en las dietas balanceadas impacta principalmente el contenido de grasa de la carne, lo que resalta la importancia de considerar la humedad como un factor clave en la fórmula.

La inclusión de ensilados biológicos en las dietas balanceadas mejora significativamente la calidad organoléptica y la aceptabilidad de los filetes de trucha. Esto se debe a la presencia de nutrientes esenciales, como ácidos grasos omega-3 y antioxidantes, derivados de los residuos de pescado empleados en la elaboración del ensilado biológico. Estos nutrientes potencian la calidad sensorial de los filetes de trucha alimentados con estas dietas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, P., Soldi, H., Castro, M. I., & Del Valle, O. (2021, November 23). *Manual de Cultivo de Trucha - Informes y publicaciones - Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - Plataforma del Estado Peruano*. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). <https://www.gob.pe/institucion/fondepes/informes-publicaciones/2448662-manual-de-cultivo-de-trucha>

- Barriga, M., Churacutipa, M., & Salas, A. (2019). Elaboración de ensilado biológico a partir de residuo crudo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) en Puno, Perú. *Ecología Aplicada*, 18(1), 37–44. <https://doi.org/10.21704/REA.V18I1.1304>
- Benavides, J., López, J., Váquiro, H., Benavides, J., López, J., & Váquiro, H. (2023). Modelado matemático del efecto del hidrolizado de vísceras en el desempeño productivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). *Información Tecnológica*, 34(4), 45–56. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642023000400045>
- Castro, M. S. (2022). Formulación de un alimento balanceado con harina de chía (*Salvia hispánica*) para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en la etapa de engorde y determinación de costos de producción. *Universidad Nacional de Juliaca*, 38–57. <http://repositorio.unaj.edu.pe:8080/xmlui/handle/UNAJ/204>
- Cruz, C. A., Hernández, L. H., Fernández, M. A., Ramírez, T., & Angeles, O. (2011). Efectos de dietas con harina de soya en el crecimiento, digestibilidad, excreción de fósforo y nitrógeno de juveniles de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*. *Hidrobiológica*, 21(2), 118–125. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Flores, M., Ortega, R., María del Pilar Blanco, M. del P., & Aranibar, M. (2023). Productive response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to the feeding regime with commercial feeds under intensive farming conditions in Lake Titicaca. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 34(2). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V34I2.25131>
- García, J. A., Núñez, F. A., Chacón, O., Alfaro, R. H., & Espinosa, M. R. (2004). Calidad de canal y carne de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* Richardson, producida en el noroeste del estado de Chihuahua. *Universidad Autónoma de Chihuahua*, 14(1), 19–26. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972004000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Garzón, V. (2018). La soya como fuente de proteína en la alimentación animal. *Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1652/41738_43719.pdf?sequence=1&isAlloved=y
- Guzel, S., Yazlak, H., Gullu, K., & Ozturk, E. (2011). The effect of feed made from fish processing waste silage on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *African Journal of Biotechnology*, 10(25), 5053–5058. <https://doi.org/10.5897/AJB11.367>
- Huss, H., FAO, Rome, I., Boerresen, T., Dalgaard, P., Gram, L., & Jensen, B. (1998). El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. In *SIDALC*. Rome (Italy) FAO.
- Lesiow, T., Ockerman, H., & Dabrowski, K. (2009). Composition, properties and sensory quality of rainbow trout affected by feed formulations. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(5), 678–686. <https://doi.org/10.1111/J.1749-7345.2009.00287.X>
- Llanes, J., Toledo, J., & Lazo, J. (2008). Comportamiento del bagre africano (*Clarias gariepinus*) alimentado con dieta semi-húmeda, basada en ensilado biológico de pescado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(3), 269–273. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015504008>
- López, J., & Salas, J. (2021). Efecto de harina de hidrolizado de vísceras en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). *Revista MVZ Córdoba*, 26(1), e1989–e1989. <https://doi.org/10.21897/RMVZ.1989>
- Lúquez, L. del R. (2018). Aprovechamiento de residuos pesqueros generados en la ciénaga de zapatosa para la

producción de harina de vísceras de pescado. *Universidad Nacional de Colombia*, 75–76. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69787>

- Mamani, M. (2017). La canal de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) producidas con alimento fresco y balanceado en jaulas flotantes, chucuito-2014 bromatological analysis of the rainbow trout channel (*oncorhynchus mykiss*) produced with fresh and. *Universidad Nacional Del Altiplano*, 6(2), 135–143. <https://doi.org/10.26788/riepg.2017.35>
- NTP Norma Técnica Peruana 209.255. (2020, December 30). *NTP - Nov - Alimento Balanceado*. Dirección de Normalización - INACAL. <https://es.scribd.com/document/642948559/NTP-Nov-Alimento-Balanceado-doc>
- Quishpe, J. P., Uribe, M. D., Cervante, L., & Pedraza, L. (2020). Alimentos alternativos a formular para Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) según sus necesidades nutritivas y procesos eficientes de residuos de mataderos. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 4(3), 31–53. <http://www.revistaecuadorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/230>
- Quispe, C., & Mamani, J. (2024). Efecto de dietas con ensilado de residuos industriales pesqueros en el crecimiento de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). *Ciencia & Desarrollo*, 23(1), 1–8. <https://doi.org/10.33326/26176033.2024.1.2201>
- Ramos, M., Bustillos, R., Santolalla, S., Tuesta, T., Silva Paz, R., & Jordán Suárez, O. (2023). Effect of five cooking methods on the physicochemical, nutritional and sensory characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Scientia Agropecuaria*, 14(2), 247–257. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2023.022>
- Rauinuzzo, J. (2020). Estudio de prospectiva: la cadena de valor de la trucha. *Programa Nacional de Innovación En Pesca y Agricultura*. <https://repositorio.pnipa.gob.pe/handle/20.500.12864/194>
- Solazar, R., Falcón, P. E., González, S., & Choy, M. (2008). Determinación del costo óptimo de fabricación industrial del alimento balanceado para truchas arco iris (*oncorhynchus mykiss w*) en la etapa de crecimiento a partir de la cebada y jora de maíz rojo (huarotambo). *Aporte Santiaguino*, 1(1), 30. <https://doi.org/10.32911/AS.2008.V1.N1.328>
- Stojanovska, T., Kalevska, T., Nedelkoska, D., & Pavlovska, G. (2022). Formulation, Production, And Determination Of Physical-Chemical And Sensory Characteristics Of Three Different Functional Ohrid Trout Pâtés. *International Journal Of Food Technology And Nutrition*, 5(9), 2022. <https://sites.google.com/unite.edu.mk/ijftn/no-9-10-2022?authuser=0>
- Vega, R. (2012). Libro de resúmenes. II Congreso Nacional de Acuicultura 2009. In *Universidad Católica de Temuco*. <https://repositoriodigital.uct.cl/handle/10925/890>
- Yucra Quispe, M. A. (2022). Alimentación de truchas *Oncorhynchus mykiss* con dietas de ensilados biológicos de vísceras de truchas. *Revista de Investigaciones*, 11(2), 94–107. <https://doi.org/10.26788/ri.v11i2.3131>