

ARTÍCULO ORIGINAL

Inclusión de ensilado fermentado de pescado en el desempeño biométrico, hematología y calidad de carcasa de juveniles de arapaima gigas

Blanca Nieves Silvestre Sobrado^{1, a}   | Medardo Antonio Díaz Cépedes^{1, b}   | Carlos Andre Amaringo Cortegano^{2, c}  

Filiación Institucional

¹. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú

². Universidad de Nilton Lins - Brasil

Grado Académico

^a. Ingeniera Zootecnista

^b. Doctoris in philosophiae en nutrición

^c. Magíster en acuicultura

Palabras clave:

Crecimiento, dietas extruidas, fermentación, nutrientes, paiche.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del uso de ensilado fermentado de pescado (EFP) elaborado con residuos de *Arapaima gigas* (paiche), *Colossoma macropomum* (gamitana) y *Piaractus brachypomus* (paco), como ingrediente en dietas sobre el desempeño biométrico, parámetros hematológicos y calidad de carcasa de juveniles de *A. gigas*. Se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco niveles de inclusión de harina de EFP (0%, 4%, 8%, 12% y 16%) (n=4), empleando dietas extruidas isoproteicas (452.22 g de proteína bruta/kg) e isocalóricas (4.495,31 kcal de energía bruta/kg). Un total de 300 juveniles, distribuidos en 20 tanques de 500 litros (15 peces/tanque) se alimentaron por 60 días, cuatro veces al día, por saciedad aparente. Los parámetros del agua se mantuvieron óptimos para la especie. Los datos se analizaron mediante ANOVA y la prueba de Tukey (p<0.05). La supervivencia fue del 100% en todos los tratamientos. Se observaron diferencias significativas en el desempeño biométrico, indicándose que inclusión del 12% de EFP no afecta el crecimiento, mientras que una inclusión del 16% de EFP afecta el desempeño del animal. Dietas con hasta 4% de EFP favorecieron la retención corporal de proteína (22.86 ± 1.83%) y grasa (24.26 ± 2.03%), con efectos positivos en parámetros hematológicos, como el aumento de glóbulos rojos (3.54 ± 0.39 × 10⁶ dL⁻¹). Niveles dietéticos altos de EFP aumentan los triglicéridos y el contenido lipídico, sin afectar la calidad de la carne. Se concluye que la harina de EFP es viable como ingrediente en dietas de paiche, con un nivel máximo de inclusión de hasta el 12%.

Inclusion of Fermented Fish Silage in The Biometric Performance, Hematology and Carcass Quality of Juvenile *Arapaima Gigas*

Key words:

growth, extruded diets, fermentation, nutrients, paiche

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of the use of fermented fish silage (EFP – acronym in Spanish), elaborated with waste from *Arapaima gigas* (paiche), *Colossoma macropomum* (gamitana) and *Piaractus brachypomus* (paco), as ingredients in the diets, on the biometric performance, hematological parameters and carcass quality of juvenile *A. gigas*. A completely randomized design was used, with five levels of inclusion for the EFP flour (0%, 4%, 8%, 12%, and 16%) (n=4), using extruded iso-protein (452.22 g of gross protein/kg) and iso-caloric (4,495.31 kcal of gross energy/kg) diets. A total of 300 juveniles, distributed among twenty 500 liter tanks (15 fish/tank) were fed for sixty days, four times a day, until apparent satiety. The parameters of the water were optimally maintained for the specie. The data was analyzed using the ANOVA and the Tukey test (p<0.05). The survival rate was 100% for all of the treatments. Significant differences were observed for the biometric performance, indicating that an inclusion of the EFP at 12% did not affect the growth, while the inclusion of the EFP at 16% affected the performance of the animal. Diets with up to the 4% of the EFP favored the retention of protein (22.86 ± 1.83%) and fats (24.26 ± 2.03%) in the body, with positive effects for the hematological parameters, such as an increase in the red globulins (3.54 ± 0.39 × 10⁶ dL⁻¹). High dietary levels of EFP increased the triglycerides and the lipid content without affecting the quality of the meat. It was concluded that the EFP flour was viable as a dietary ingredient for paiche, with a maximum level of inclusion of up to 12%.

Citar como: Silvestre-Sobrado B. N., Díaz-Céspedes M. A. y Amaringo-Cortegano C. A. Inclusión de ensilado fermentado de pescado en el desempeño biométrico, hematología y calidad de carcasa de juveniles de arapaima gigas Revista de Investigación y Amazonía. 2026, 16(1): 13-22

INTRODUCCIÓN

La acuicultura amazónica en el Perú comenzó en 1940 con el cultivo de *Arapaima gigas* (paiche), especie emblemática por sus ventajas zootécnicas: rápido crecimiento, respiración aérea, tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno y adaptación temprana a dietas peletizadas con alto contenido proteico. Sin embargo, la intensa presión pesquera ha reducido notablemente sus poblaciones naturales, motivo por el cual se encuentra bajo manejo controlado y está incluida en el Apéndice II de CITES. Su cultivo actual se desarrolla en sistemas intensivos, semiintensivos y extensivos, con requerimientos particulares según el tipo de manejo.

Uno de los principales problemas en su producción es el alto costo de las dietas balanceadas, debido a su hábito carnívoro y la necesidad de ingredientes proteicos de alta calidad. A esto se suma la escasa información sobre sus requerimientos nutricionales específicos, lo que ha llevado a formulaciones basadas en otras especies y, en algunos casos, a prácticas insostenibles como el uso de peces vivos, generando riesgos sanitarios y ecológicos.

Frente a esta problemática, surge la necesidad de alternativas alimenticias sostenibles y de bajo costo. El ensilado fermentado de pescado (EFP), elaborado a partir de residuos pesqueros y acuícolas, representa una opción viable para reducir costos y mitigar el impacto ambiental causado por la disposición inadecuada de estos subproductos.

Para ello se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será el efecto de la inclusión de harina de EFP en dietas extruidas de juveniles de *A. gigas* sobre el desempeño biométrico, parámetros hematológicos y calidad de carcasa?

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de ensilado fermentado de pescado en las dietas sobre el desempeño biométrico, parámetros hematológicos y calidad de carcasa de juveniles de *A. gigas*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio

La investigación se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Estación Pucallpa del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicado en el km 58 de la Carretera Federico Basadre, Distrito Campo Verde, Provincia Coronel Portillo, Región Ucayali. Está ubicada geográficamente a 8° 23' 00" latitud sur y 74° 33' 00" longitud oeste, a una altitud de 154 m.s.n.m. El clima es tropical cálido con una

temperatura promedio anual de 26°C, una humedad relativa del 83.6 % y una precipitación de 1570 mm al año (SENAMHI, 2023).

Los análisis de composición proximal, hematología y caracterización nutricional se realizaron en colaboración con el Laboratorio Natura Analítica SAC, ubicado en la ciudad de Pucallpa. El periodo experimental abarcó desde el 06 de junio hasta el 06 de noviembre del 2024.

METODOLOGÍA

Elaboración del ensilado fermentado de pescado (EFP).

Se recolectaron residuos del procesamiento primario de la acuicultura amazónica [mezcla compuesta por desechos (vísceras – estómago, ciegos pilóricos, hígado e intestino – aletas, cabezas, piel) de paiche 21.00%, gamitana 39.20% y paco 9.80%) procedentes de dos piscicultores de la ciudad de Pucallpa, Ucayali, Perú, los ingredientes escogidos para la elaboración del ensilado corresponden a la experiencia local siguiendo la metodología propuesta por Lupin (1983). se molieron en una picadora de carne de pescado (70.00%) y se mezclaron con yogurt (15.00%) como fuente de microorganismos productores de ácido láctico (Ozyurt *et al.*, 2015), papaya molida (3.75%), piña molida (3.75%) como fuente de la enzima proteolítica papaína (Yang *et al.* 2016) y melaza (7.50%) como fuente de carbohidratos, conforme a la metodología de (Santana *et al.*, 2023).

Todos los ingredientes se mezclaron bien para asegurar una adecuada acidificación e hidrólisis proteica del ensilado. El ensilado se produjo en un contenedor de plástico de 200 L y luego se selló herméticamente para garantizar la fermentación anaeróbica durante nueve días. El periodo de fermentación se determinó en nueve días para garantizar la hidrólisis de más del 70% de las proteínas del ensilado sin afectar la calidad proteica y lipídica (Tatterson, 1982). Al inicio del periodo de fermentación, la temperatura y el pH del ensilado se registraron en 29.10°C y 6.70, respectivamente. Al final del periodo de fermentación, la temperatura registrada fue de 28.30°C y el pH había disminuido a 4.21 (pH-metro portátil, PH-013). Para la harina de EFP, se realizó un proceso de secado a 135°C durante nueve días en la estufa. Después del secado, el material se molió para producir un polvo fino rico en nutrientes (Figura 1). La harina de EFP fue caracterizada en términos de su composición proximal y contenido de aminoácidos y ácidos grasos. Para ello, muestras de 150 g fueron enviados a los laboratorios respectivos para su análisis correspondiente.

Dietas experimentales.

Se formularon cinco dietas isoproteicas (452.22 g de proteína bruta/kg) e isocalóricas (4.495,31 kcal de energía bruta/kg), considerando los requerimientos

nutricionales del paiche (Cyrino *et al.*, 2013). Las dietas se formularon para contener niveles crecientes de harina de EFP en las dietas como 0% (0EFP), 4% (4EFP), 8% (8EFP), 12% (12EFP) y 16% (16EFP) (Tabla 3). Para su preparación, la materia prima fue pesada y dosificada según formulación posteriormente todos los ingredientes secos fueron molidos (1,000 μm ; McFord FFC-15), homogeneizados en un mezclador horizontal (Pial MPI-100) durante 20 min, extrudidos utilizando una matriz de pellet de 4 mm de diámetro en un extrusor de tornillo simple (Pial, 300 kg por hora, Perú). Los pellets fueron secados en un secador de plataforma de 500 kg de capacidad durante 25 minutos (90°C) hasta que alcanzaron un contenido de humedad de menos de 10% (Balanza Analizadora de Humedad Automatizada, BIOBASE BM-50-1). Mientras los pellets todavía estaban calientes, después del secado, se roció aceite de pescado sobre los alimentos usando una bomba de aspersión, luego las dietas se envasaron y almacenaron en bolsas opacas en un congelador a -15°C. Porciones de las dietas para uso semanal se guardaron en recipientes de plástico opacos, herméticos y de color blanquecino para evitar la fotooxidación de los nutrientes.

Animales experimentales.

Se adquirieron 350 juveniles de *A. gigas* de un mismo desove. Los peces se obtuvieron de un productor local formal de acuerdo con las normas pesqueras peruanas con una longitud inicial de aproximadamente de 30.54 ± 1.98 cm y un peso promedio de 222.54 ± 7.48 g. Se distribuyeron en dos tanques de fibra de vidrio con una capacidad de 2,000 litros de volumen de agua para su aclimatación a las condiciones de manejo de laboratorio.

Etapa pre-experimental:

a) Preparación sanitaria de los peces:

En el sitio experimental, los peces, se distribuyeron en tanques con una capacidad de 2,000 litros de volumen de agua. Allí se realizó un análisis parasitológico con raspado de mucosa externa y branquias para verificar la posible presencia de ectoparásitos, así como el sacrificio de 10 peces para verificar ausencia de endoparásitos. Luego de verificar ausencia de parásitos interno y externos, se aclimataron durante dos semanas a condiciones de laboratorio con baños de sal diarios a razón de 2 g de sal/L de agua como medida profiláctica (Cozzi *et al.*, 2015). Los peces fueron alimentados hasta saciedad aparente con alimento comercial con 45% PB durante la primera semana y reducidos gradualmente al alimento control durante la segunda semana (0EFP), a razón de 4 comidas por día, con flujo de agua y aireación constante.

Etapa experimental:

a) Distribución y manejo de los peces:

Los juveniles de *A. gigas* (222.54 ± 7.48 g; 30.54 ± 1.98 cm) se distribuyeron aleatoriamente en veinte tanques de fibra de vidrio (500 L; n=4; 15 peces por tanque), alojados en un sistema abierto con

renovación constante de agua (caudal: 1.50 L min⁻¹) y fotoperiodo de 12 horas. Todos los tanques se sifonaron una vez al día para eliminar las heces de los peces. La temperatura del agua ($28.53 \pm 0.77^\circ\text{C}$), el oxígeno disuelto (6.12 mg L^{-1}), y el pH (7.48 ± 0.22) se midieron una vez al día a las 10 am, utilizando un equipo multiparamétrico (HANNA, HI98194) (Cavero *et al.*, 2003; Núñez *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2012). El amoníaco total ($1.33 \pm 0.14 \text{ mg L}^{-1}$) y el nitrito ($0.62 \pm 0.18 \text{ mg L}^{-1}$) se controlaron dos veces por semana utilizando kits colorimétricos comerciales. Los parámetros de calidad del agua se mantuvieron dentro del rango de confort para el *A. gigas* durante todo el estudio. Los peces fueron alimentados con dietas experimentales en cuatro comidas diarias (8 a.m., 12 p.m., 4 p.m. y 8 p.m.) hasta aparente saciedad, durante 60 días, con biometría a los 30 días de experimentación para verificación del estado general de los peces y monitoreo del crecimiento (Lima *et al.*, 2017).

b) Evaluación de parámetros biométricos:

Al final de la prueba de alimentación, se midieron todos los peces en cada tanque y se obtuvo el desempeño biométrico mediante los siguientes cálculos: supervivencia (%) = (número final de animales $\times$ 100) / número inicial de animales; peso final (g); longitud final (cm); ganancia de peso (g) = peso final - peso inicial; ganancia de longitud (cm) = longitud final - longitud inicial; consumo de alimento (g) = alimento ofrecido / número de peces; tasa de conversión alimenticia = consumo de alimento / ganancia de peso; retención de proteína (%) = ((peso corporal final $\times$ proteína de cuerpo entero % final - (peso corporal inicial $\times$ proteína de cuerpo entero inicial / proteína consumida g) $\times$ 100; tasa de crecimiento relativo (% día⁻¹) = (e^g - 1) $\times$ 100, e = Número de Euler, g = [(ln peso final - ln peso inicial) / tiempo experimental]; y, factor de condición alométrica de Fulton = peso final / longitud final³.

De cada tanque, diez peces fueron sacrificados mediante choque térmico en agua fría y todos ellos se utilizaron para el análisis del índice somático [índice hepatosomático = peso del hígado / peso final del pez $\times$ 100; índice viscerosomático = peso de las vísceras / peso final del pez $\times$ 100; e índice liposomático = peso de la grasa visceral / peso final del pez $\times$ 100].

c) Evaluación de parámetros hematológicos y bioquímicos del plasma sanguíneo:

La recolección de sangre fue de 8 peces por tratamiento, 2 peces por cada unidad experimental (n=4), recolectando un total de 1.5 mL de sangre por cada pez, una vez colectados, los peces fueron previamente anestesiados (1 mL/L de eugenol) y la sangre fue recolectada por punción de la vena caudal utilizando EDTA al 10% como solución anticoagulante (Dos Santos *et al.*, 2021) ; esto sucedió al principio y al final del experimento.

La concentración de hemoglobina se determinó mediante el método de cianometahemoglobina, utilizando el reactivo de Drabkin, con la absorbancia leída a 540 nm utilizando un espectrofotómetro. El

hematocrito se determinó utilizando la escala Goldenfarb et al. (1971). Los eritrocitos se contaron en una cámara de Neubauer bajo un microscopio óptico (3s científico, YJ-2005B) con un objetivo de 40× (10 µL de sangre, 2.0 mL de citrato formaldehído).

Las constantes corpusculares se determinaron utilizando los métodos descritos por Brown (1976) y los siguientes cálculos: concentración media de hemoglobina corpuscular (%) = [hemoglobina] × 100 / hematocrito; volumen corpuscular medio (fL) = hematocrito × 10 / número de eritrocitos; y hemoglobina corpuscular media (g dL⁻¹) = [hemoglobina] × 10 / número de eritrocitos. Los leucocitos totales se contaron mediante un método indirecto en frotis de sangre y se sometieron a tinción de May-Grunwald-Giemsa. Se contaron aproximadamente 500 eritrocitos de cada frotis, al igual que el número de leucocitos. El número total de leucocitos y trombocitos se estimó utilizando la relación del número de eritrocitos totales (obtenidos en la cámara de Neubauer) de acuerdo con la fórmula: leucocitos totales (µL) = número de leucocitos × número de eritrocitos cámara de Neubauer (µL) / número de eritrocitos portaobjetos. La determinación de glucosa (mg dL⁻¹), triglicéridos (mg dL⁻¹), colesterol (mg dL⁻¹) y proteína total (g dL⁻¹) del plasma sanguíneo se realizó después de la centrifugación de sangre total (4°C, 12,000 rpm por 180 s), utilizando kits comerciales y lecturas espectrofotométricas.

d) Evaluación de la calidad de carcasa de juveniles de paiche:

Se colectaron dos peces por cada unidad experimental y se molieron enteros (BOXA, Mci-32plus). Luego se realizó un único pool por cada unidad experimental y se enviaron las muestras al Laboratorio de Natura Analytica SAC para su análisis. Se realizaron análisis proximales de acuerdo con la (AOAC, 2010) en términos de humedad, proteínas totales, extracto etéreo y cenizas, por triplicado de cada muestra.

Análisis Estadístico.

Para el experimento se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con esquema unifactorial con cinco tratamientos [niveles de inclusión en la dieta de EFP (0%EFP, 4%EFP, 8%EFP, 12%EFP y 16%EFP)] y cuatro repeticiones cada una. Las unidades experimentales estaban constituidas de tanques de fibra de vidrio de 500 L de capacidad que contenía cada uno un total de 15 de juveniles de *A. gigas*.

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Dónde:

"Y_{ij}" : i – valor observado de la variable Y del j-ésimo juvenil de *A. gigas* que recibió en la dieta la inclusión de la i-ésima proporción de ensilado fermentado de pescado.

μ : Media general de la variable Y.

"T_i" : Efecto de la i-ésima proporción de ensilado fermentado de pescado.

"e_{ij}" : Error experimental obtenido en el j-ésimo juvenil de Paiche que recibió en la dieta la inclusión de la i-ésima proporción de ensilado fermentado de pescado.

Dónde:

Y: Son cada una de las variables dependientes.

I: 0%, 4%, 8%, 12% y 16% de ensilado fermentado de pescado.

J: Es la repetición 1, 2, 3, 4.

La homogeneidad de los pesos iniciales de los peces fue evaluada mediante la prueba Q de Cochran ($p < 0.05$). La normalidad se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk ($p < 0.05$) y la homocedasticidad con la prueba de Bartlett ($p < 0.05$). Los datos de desempeño en crecimiento, parámetros hematológicos, composición proximal fueron analizados mediante ANOVA de una vía y la prueba de Tukey ($p < 0.05$). El nivel máximo de EFP en la dieta que no afecta adversamente el desempeño en crecimiento de juveniles de *A. gigas* fue determinado mediante análisis de regresión polinómica. Los datos fueron procesados con el software Statistica 13.0.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desempeño biométrico de los peces.

La Tabla 1 presenta el ANOVA de las variables de desempeño biométrico en función de diferentes niveles de harina de ensilado fermentado de pescado. Los resultados muestran que, con un nivel de significancia de 0.05, la harina de ensilado fermentado de pescado influyó significativamente en el peso final, la ganancia de peso, el consumo de alimento, la tasa de conversión alimenticia, la conversión de proteína, y el índice hepatosomático ($p < 0.05$).

Los datos no se acoplaron a regresión polinómica de segundo orden, por lo que un nivel óptimo no pudo determinarse por esta vía.

La tasa de supervivencia de juveniles de *A. gigas* fue del 100% en todos los tratamientos dietéticos, lo que indica que no hubo mortalidad durante el estudio. Se observaron diferencias significativas en los parámetros de desempeño biométrico entre los grupos de peces evaluados. Los peces alimentados con la dieta 16EFP mostraron el menor desempeño expresado en peso final (579.89 ± 9.89 g), ganancia de peso (357.35 ± 9.89 g) y tasa de conversión alimenticia (1.34 ± 0.03), en comparación con los peces alimentados con raciones con 0EFP a 12EFP, donde se observaron desempeños similares. En ese sentido, peces alimentados con dietas de hasta 12EFP mostraron similares pesos finales: $655.86 \pm$

25.43 g, y ganancias de peso: 443.32 ± 25.43 g ($p>0.05$). Sin embargo, los peces alimentados con dietas de hasta 4EFP lograron mayor retención de proteína ($22.86 \pm 1.83\%$) ($p<0.05$). El consumo

de alimento y el índice hepatosomático variaron significativamente, con los valores más altos y más bajos, respectivamente, observados en peces alimentados con dietas entre 8EFP-16EFP (Tabla 1).

Tabla 1. Supervivencia y parámetros de desempeño biométrico de juveniles de *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) alimentados con dietas con niveles crecientes de harina de ensilado fermentado de pescado (EFP).

Parámetros	Dietas ¹					ANOVA de una vía	Re-gresión (Regr.)	R ²	Regr.	Max. EFP
	0EFP	4EFP	8EFP	12EFP	16EFP	p-valor	p-valor			
S (%)	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-
PF (g)	687.99±29.78 ^a	673.63±22.23 ^a	647.88±33.78 ^a	653.15.93±15.93 ^a	579.89±9.89 ^b	<0.001	<0.001	0.591	L	-
LF (cm)	42.35±0.29	41.84±1.41	41.31±1.33	41.32±0.43	40.43±0.39	0.095	0.004	0.329	L	-
GP (g)	465.45±29.78 ^a	451.09±22.23 ^a	425.34±33.78 ^a	431.41±15.93 ^a	357.35±9.89 ^b	<0.001	<0.001	0.591	L	-
GL (cm)	11.81±0.29	11.30±1.41	10.77±1.33	10.78±0.43	9.89±0.39	0.095	0.004	0.329	L	-
CA (g per fish)	456.82±20.81 ^a	457.24±8.35 ^a	462.43±15.15 ^{ab}	492.34±10.88 ^b	478.60±14.71 ^{ab}	0.013	0.006	0.314	L	-
ICA	0.98±0.08 ^a	1.02±0.04 ^a	1.09±0.06 ^{ab}	1.14±0.06 ^b	1.34±0.03 ^c	<0.001	<0.001	0.754	L	-
CP (%)	24.68±1.84 ^a	21.03±1.81 ^{ab}	17.07±3.34 ^b	7.63±0.94 ^c	6.34±1.55 ^c	<0.001	<0.001	0.893	L	-
TCR (% day ⁻¹)	2.10±0.08	2.07±0.06	1.99±0.10	2.01±0.05	2.17±0.46	0.761	0.812	-	-	-
FC	0.91±0.03	0.92±0.07	0.92±0.04	0.93±0.03	0.88±0.04	0.525	0.465	-	-	-
IHS	1.63±0.53 ^a	1.23±0.12 ^{ab}	1.18±0.10 ^{ab}	1.08±0.02 ^b	0.98±0.04 ^b	0.022	0.002	0.403	L	-
ILS	0.15±0.04	0.20±0.05	0.16±0.03	0.12±0.01	0.16±0.06	0.160	0.493	-	-	-

¹Las medias se analizaron mediante ANOVA unidireccional y prueba de Tukey, y las diferentes letras en las líneas indican diferencias estadísticas ($p<0.05$). Los resultados se muestran como media $\pm$ desviación estándar ($n = 4$). S = supervivencia. PF = peso final. LF = longitud final. GP = ganancia de peso. GL = ganancia de longitud. CA = consumo de alimento. ICA = tasa de conversión alimenticia. CP = conversión de proteína. RL = retención de grasa. TCR = tasa de crecimiento relativo. FC = factor de condición alométrica de Fulton. IHS = índice hepatosomático. ILS = índice liposomático. L = lineal. Max EFP = nivel máximo de EFP en la dieta que no perjudique ese parámetro.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que la inclusión de harina de EFP en dietas para juveniles de *A. gigas*, coinciden con otras investigaciones realizadas por otros autores. A continuación, se discuten estos resultados, destacando similitudes y diferencias con estudios previos.

Los resultados obtenidos muestran una tasa de supervivencia del 100% en todos los tratamientos, lo que evidencia que las dietas basadas en niveles crecientes de ensilado fermentado de pescado (EFP) no afectaron la viabilidad de los juveniles de *A. gigas*. Este hallazgo coincide con Sosa et al. (2017), quienes reportaron una alta tolerancia de esta especie a cambios dietéticos. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en el desempeño biométrico entre los tratamientos ($p<0.05$). Los peces alimentados con la dieta 16EFP mostraron menor peso final (579.89 ± 9.89 g) y menor ganancia de peso (357.35 ± 9.89 g), así como una tasa de conversión alimenticia menos favorecida al igual que raciones con 8EFP y 12EFP (1.34 ± 0.03), lo que sugiere que niveles excesivos de EFP puede limitar el crecimiento de *A. gigas*.

Así mismo la tasa de supervivencia del 100%

observada en todos los tratamientos concuerda con estudios realizados en Brasil, donde se evaluó el uso de ensilados fermentados en la alimentación de *C. macropomum* y no se reportaron diferencias significativas en la supervivencia entre los grupos experimentales (Oliveira et al., 2018). De manera similar, en Tailandia, investigaciones con *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) alimentados con dietas que incluían ensilados fermentados también mostraron tasas de supervivencia cercanas al 100%, lo que sugiere que este ingrediente no representa un riesgo para la salud de los peces cuando se utiliza en condiciones controladas (Sangpong et al., 2020). Estos resultados contrastan con estudios en México, donde se observó una ligera disminución en la supervivencia de *O. niloticus* al utilizar niveles superiores al 15% de ensilados fermentados, posiblemente debido a diferencias en la calidad del ensilado o en las condiciones de cultivo (Hernández et al., 2019).

En cuanto al desempeño biométrico, el menor desempeño observado en los peces alimentados con la dieta 16EFP (peso final: 579.89 ± 9.89 g; ganancia de peso: 357.35 ± 9.89 g) es consistente con estudios realizados en China, donde se evaluó el efecto de ensilados fermentados en *Ctenopharyngodon idella*

(Valenciennes, 1844). Los investigadores encontraron que niveles superiores al 12% de inclusión redujeron significativamente el crecimiento y aumentaron la tasa de conversión alimenticia, atribuyendo este efecto a una menor palatabilidad y digestibilidad de la dieta (Li et al., 2018). En contraste, en India, estudios con *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) mostraron que niveles de hasta 20% de ensilados fermentados no afectaron negativamente el crecimiento, lo que podría deberse a diferencias en la composición del ensilado o en la adaptación de la especie a dietas no convencionales (Kumar et al., 2021).

En contraste, las dietas de hasta 12EFP promovieron un peso final promedio de 655.86 ± 15.93 g y una ganancia de peso de 443.32 ± 25.43 g, lo cual es comparable con estudios internacionales como el de Vidotti et al. (2003), que reportaron mejoras en parámetros de crecimiento al utilizar ensilados fermentados en dietas para especies acuáticas. Asimismo, los peces alimentados con dietas de hasta 4EFP obtuvieron una mayor retención de proteína ($22.86 \pm 1.83\%$) y de grasa ($24.26 \pm 2.03\%$), lo que concuerda con Chen et al. (2020), quienes identifican que niveles moderados de aditivos proteicos mejoran la eficiencia en la utilización de nutrientes.

En cuanto a la retención de proteína y grasa, los resultados de este estudio (retención de proteína: $22.86 \pm 1.83\%$; retención de grasa: $24.26 \pm 2.03\%$ en dietas con hasta 4% de EFP) son similares a los reportados en Noruega, donde se evaluó el uso de ensilados fermentados en *S. salar*. Donde encontraron que niveles bajos de inclusión mejoraron la retención de nutrientes, posiblemente debido a la presencia de péptidos bioactivos que estimulan la absorción intestinal (Hevroy et al., 2018). Sin embargo, en Vietnam, estudios con *Trachinotus ovatus* no mostraron diferencias significativas en la retención de proteína al incluir ensilados fermentados en la dieta, lo que sugiere que la respuesta puede variar según la especie y las condiciones de cultivo (Nguyen et al., 2020).

El consumo de alimento fue mayor en dietas con 8EFP a 16EFP, mientras que el índice hepatosomático disminuyó en estas mismas dietas. Esto sugiere una posible sobrecarga metabólica asociada con niveles altos de EFP, un efecto también señalado por García et al. (2021). Además, la tasa de crecimiento relativo y el índice de condición no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), lo que refuerza la hipótesis de que *A. gigas* puede mantener un crecimiento adecuado bajo condiciones dietéticas variadas.

Así mismo las variaciones en el consumo de alimento y el índice hepatosomático observadas en este estudio son consistentes con investigaciones realizadas en España, donde se evaluó el efecto de ensilados fermentados en *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). Donde reportaron que niveles elevados de inclusión redujeron el consumo de

alimento y aumentaron el estrés hepático, lo que se atribuyó a cambios en la composición química de las dietas (García et al., 2019). Además, en Japón, estudios con *Seriola quinqueradiata* (Temminck y Schlegel, 1845) no mostraron diferencias significativas en el índice hepatosomático al utilizar ensilados fermentados, lo que podría deberse a diferencias en la formulación de las dietas o en la tolerancia de la especie (Takahashi et al., 2021).

Los resultados de este estudio son relevantes para la acuicultura de *A. gigas* en la Amazonía peruana, donde la disponibilidad de ingredientes convencionales para la formulación de dietas es limitada. El uso de ensilados fermentados en niveles moderados (hasta 12%) podría representar una alternativa viable para reducir los costos de producción sin comprometer el crecimiento y la salud de los peces. Lo cual son consistentes con estudios realizados en Colombia, donde se evaluó el uso de ensilados fermentados en *Brycon moorei* y se encontró que niveles de hasta 10% de inclusión no afectaron negativamente el desempeño productivo (Gómez et al., 2022).

Lo que indica que los resultados de este estudio demuestran que la inclusión de EFP en dietas para *A. gigas* puede ser beneficiosa siempre y cuando se mantenga en niveles moderados. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones realizadas en diversos países, lo que refuerza la importancia de optimizar la formulación de dietas para maximizar el desempeño productivo en la acuicultura. Sin embargo, es necesario considerar las diferencias entre especies y condiciones de cultivo al extrapolar estos resultados a otros contextos.

Parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea de los peces.

La Tabla 2 muestra el ANOVA de las variables correspondientes a los parámetros hematológicos y bioquímicos en función de distintos niveles de harina de ensilado fermentado de pescado. Los resultados indican que, con un nivel de significancia de 0.05, este insumo tuvo un efecto significativo sobre los glóbulos rojos, la glucosa plasmática y los triglicéridos plasmáticos.

Los datos no se acoplaron a regresión polinómica de segundo orden, por lo que un nivel óptimo no pudo determinarse por esta vía.

En cuanto a los parámetros hematológicos, el recuento de glóbulos rojos fue significativamente mayor en los peces alimentados con dietas 4EFP ($3.54 \pm 0.39 \times 10^6 \text{ dL}^{-1}$) y 8EFP ($3.49 \pm 0.37 \times 10^6 \text{ dL}^{-1}$) en comparación con los peces alimentados con 0EFP ($2.85 \pm 0.16 \times 10^6 \text{ dL}^{-1}$) ($p < 0.05$). Otros parámetros hematológicos [concentración de hemoglobina ($12.97 \pm 1.20 \text{ g dL}^{-1}$), hematocrito ($41.68 \pm 4.05\%$), CHCM ($31.11 \pm 0.67\%$), VCM ($130.63 \pm 10.76 \text{ fL}$), MCM ($40.56 \pm 3.20 \text{ g dL}^{-1}$), neutrófilos ($40.80 \pm 5.81\%$), y linfocitos ($54.25 \pm 5.77\%$)], no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$).

Los peces alimentados con dieta 4EFP exhibieron los

niveles más altos de glucosa ($52.50 \pm 4.30 \text{ mg dL}^{-1}$) en comparación con los peces alimentados con 0EFP ($36.63 \pm 7.42 \text{ mg dL}^{-1}$) ($p < 0.05$). Los niveles de triglicéridos aumentaron progresivamente con la inclusión de EFP, por lo que los peces alimentados con dietas 12EFP a 16EFP ($114.63 \pm 17.84 \text{ mg dL}^{-1}$)

mostraron valores más altos que los peces alimentados con 0EFP ($101.88 \pm 9.57 \text{ mg dL}^{-1}$) ($p < 0.05$). Los niveles de proteína total y colesterol no variaron significativamente entre los tratamientos ($p > 0.05$) (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros hematológicos y bioquímicos de juveniles de *Arapaima gigas* Schinz (1822) alimentados con dietas con niveles crecientes de harina de ensilado fermentado de pescado (EFP).

	Dietas ¹					ANO- VA de una vía p-valor	Regresión (Regr.)			
	0EFP	4EFP	8EFP	12EFP	16EFP		p-valor	R ²	Regr.	Max. EFP
HEM (g dL ⁻¹)	12.31±0.56	13.60±0.91	13.54±1.84	13.05±1.84	12.34±1.52	0.391	0.800	-	-	-
HT (%)	38.88±1.25	44.13±4.01	43.75±1.50	42.13±5.09	39.50±5.21	0.230	0.910	-	-	-
GR (×10 ⁶ dL ⁻¹)	2.85±0.16 ^a	3.54±0.39 ^b	3.49±0.37 ^b	3.15±0.31 ^{ab}	3.17±0.08 ^{ab}	0.026	0.691	-	-	-
CHCM (%)	31.61±0.49	30.94±0.58	31.08±0.30	30.70±1.08	31.23±0.63	0.418	0.354	-	-	-
VCM (fL)	138.96±9.08	126.95±4.36	126.95±12.99	135.51±4.85	124.76±15.28	0.231	0.254	-	-	-
HCM (g dL ⁻¹)	43.19±2.08	39.23±1.58	39.53±3.98	41.50±2.18	39.36±4.63	0.337	0.300	-	-	-
CB (×10 ⁵ μL ⁻¹) ⁶	0.14±0.02	0.13±0.01	0.14±0.02	0.15±0.01	0.15±0.01	0.439	0.187	-	-	-
NEU (%)	78.75±10.66	84.00±5.72	71.75±3.77	84.50±7.51	82.75±7.97	0.957	0.619	-	-	-
LIN (%)	21.25±10.66	16.00±5.72	25.75±8.62	15.50±7.51	17.25±7.97	0.961	0.616	-	-	-
GLU (mg dL ⁻¹)	36.63±7.42 ^a	52.50±4.30 ^b	47.75±4.63 ^{ab}	44.00±7.26 ^{ab}	44.88±2.95 ^{ab}	0.016	0.502	-	-	-
TRI (mg dL ⁻¹)	101.88±9.57 ^a	106.38±14.01 ^{ab}	114.38±7.88 ^{ab}	120.13±20.51 ^b	109.13±15.17 ^b	0.010	<0.001	0.497	L	-
COL (mg dL ⁻¹)	139.25±38.35	184.88±32.60	177.75±23.65	217.75±31.74	227.63±29.76	0.436	0.215	-	-	-
PRO (g dL ⁻¹)	2.93±0.21	3.15 ± 0.20	2.84±0.09	2.90±0.34	3.03±0.39	0.520	0.908	-	-	-

¹Las medias se analizaron mediante ANOVA de una vía y prueba de Tukey, y las letras diferentes en las líneas indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$). Los resultados se muestran como media ± desviación estándar ($n = 4$). HEM = hemoglobina. HT = hematocrito. GR = glóbulos rojos. CHCM = concentración media de hemoglobina corpuscular. VCM = volumen corpuscular medio. HCM = hemoglobina corpuscular media. GB = glóbulos blancos. NEU = neutrófilos. LIN = linfocitos. GLU = glucosa. TRI = triglicéridos. COL = colesterol. PRO = proteína total.

Los parámetros hematológicos evaluados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para la mayoría de las variables ($p > 0.05$), salvo en el conteo de glóbulos rojos, que presentó valores más altos en la dieta 4EFP ($3.54 \pm 0.39 \times 10^6 \text{ dL}^{-1}$) y 8EFP ($3.49 \pm 0.37 \times 10^6 \text{ dL}^{-1}$), siendo significativamente superior a los observados en 0EFP, 12EFP y 16EFP. Esto sugiere que un nivel intermedio de EFP en la dieta puede estimular la producción de eritrocitos, favoreciendo una mejor oxigenación y transporte de nutrientes, como también reportan García *et al.* (2020) en ensayos con otras especies de peces.

La concentración de hemoglobina ($12.34\text{--}13.05 \text{ g dL}^{-1}$) y el hematocrito ($38.88\text{--}43.75\%$) permanecieron dentro de los rangos normales para la especie, indicando que la inclusión de EFP no afectó significativamente la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. Estos resultados coinciden con estudios previos en los que dietas suplementadas

con proteínas alternativas no alteraron estos parámetros esenciales (Vidotti *et al.*, 2003). Sin embargo, se observará una tendencia hacia valores más bajos de hemoglobina corpuscular media (MCH) en dietas con altos niveles de EFP (4EFP), lo que podría ser indicativo de una ligera anemia microcítica asociada con dietas menos balanceadas.

En cuanto a los parámetros bioquímicos, la glucosa plasmática fue significativamente mayor en peces alimentados con 4EFP ($52.50 \pm 4.30 \text{ mg dL}^{-1}$), mientras que los niveles más bajos se encontraron en 0EFP ($36.63 \pm 7.42 \text{ mg dL}^{-1}$). Esto puede indicar un mejor metabolismo energético en dietas con niveles moderados de EFP, lo que resulta favorable para el crecimiento y desempeño biométrico. Por otro lado, los triglicéridos y el colesterol no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), sugiriendo que la adición de EFP no altera significativamente el metabolismo lipídico.

La proteína total ($2.93\text{--}3.15\text{ g dl}^{-1}$) permaneció constante en todos los tratamientos, lo que sugiere una eficiente utilización de la proteína dietética independientemente del nivel de EFP. Esto refuerza el potencial del ensilado fermentado como fuente proteica sostenible en dietas para peces tropicales.

Los resultados indican que niveles moderados de EFP (4-8%) son óptimos para mantener la homeostasis hematológica y mejorar el metabolismo energético en *A. gigas*. Aunque las dietas con 16EFP no afectarán críticamente la salud de los peces, su desempeño podría verse limitado por alteraciones en el equilibrio nutricional. Es necesario realizar investigaciones adicionales para evaluar los efectos a largo plazo y optimizar el nivel de inclusión de EFP en dietas comerciales.

Composición proximal del cuerpo entero

La Tabla 3 presenta el ANOVA de las variables

relacionadas con la composición nutricional del cuerpo de *A. gigas* en función de diferentes niveles de harina de ensilado fermentado de pescado. Los resultados muestran que, con un nivel de significancia de 0.05, este insumo tuvo un efecto significativo sobre los lípidos y la humedad. Los datos no se acoplaron a regresión polinómica de segundo orden, por lo que un nivel óptimo no pudo determinarse por esta vía.

Los resultados indican que el contenido de lípidos fue significativamente mayor en los peces alimentados con 16EFP en comparación con los otros grupos de peces ($p<0.05$). Por el contrario, el contenido de humedad fue significativamente menor en los peces alimentados con la dieta 16EFP en comparación con los otros peces ($p<0.05$). Los contenidos de cenizas y proteínas no difirieron entre los tratamientos ($p>0.05$).

Tabla 3. Composición proximal determinada (g kg^{-1}) del cuerpo entero de juveniles de *Arapaima gigas* Schinz (1822) alimentados con dietas con niveles crecientes de harina de ensilado fermentado de pescado (EFP).

Parámetros	Dietas ¹					ANOVA de una vía p-valor	Regresión (Regr.)			
	0EFP	4EFP	p-valor	12EFP	p-valor		p-valor	R ²	Regr.	Max. EFP
Cenizas	61.3 $\pm$ 7.08	54.67 $\pm$ 8.21	59.87 $\pm$ 6.15	63.00 $\pm$ 8.22	64.73 $\pm$ 9.22	0.214	0.631	-	-	-
Proteínas	167.47 $\pm$ 20.23	153.73 $\pm$ 16.15	158.87 $\pm$ 14.16	148.57 $\pm$ 17.28	161.17 $\pm$ 13.90	0.333	0.322	-	-	-
Lípidos	42.97 $\pm$ 3.22 ^b	43.33 $\pm$ 2.22 ^b	39.57 $\pm$ 4.11 ^b	43.77 $\pm$ 3.43 ^b	53.03 $\pm$ 2.15 ^a	0.023	0.097	-	-	-
Humedad	699.10 $\pm$ 4.36 ^a	708.03 $\pm$ 5.26 ^a	708.70 $\pm$ 6.66 ^a	705.17 $\pm$ 4.61 ^a	690.77 $\pm$ 4.13 ^b	0.013	0.781	-	-	-

¹Las medias se analizaron mediante ANOVA unidireccional y prueba de Tukey, y las letras diferentes en las líneas indican diferencias estadísticas ($p<0.05$). Los resultados se muestran como media $\pm$ desviación estándar ($n = 4$). L = lineal.

Los resultados muestran que:

Contenido de lípidos: Los peces alimentados con 16EFP presentaron un contenido de lípidos significativamente mayor ($53.03 \pm 2.15\text{ g/kg}$) en comparación con los otros tratamientos ($p<0.05$). Este aumento puede atribuirse a un posible efecto lipogénico de las dietas con niveles más altos de EFP, que podrían haber proporcionado un mayor aporte energético o contenido de ácidos grasos esenciales, como también se observa en investigaciones sobre dietas suplementadas con subproductos pesqueros (Ospina et al., 2021). Sin embargo, un exceso de lípidos podría afectar la calidad de la carne y la salud de los peces si se prolonga en el tiempo.

Contenido de humedad: Los peces del tratamiento 16EFP mostraron el menor contenido de humedad

($690.77 \pm 4.13\text{ g/kg}$), significativamente inferior al de los demás grupos ($p<0.05$). Este resultado es consistente con el mayor almacenamiento de lípidos en el tejido, ya que se ha reportado que un mayor contenido graso tiende a reducir la proporción de agua en el cuerpo (NRC, 2011).

Proteína y cenizas: No se encontraron diferencias significativas en los contenidos de proteína ($148.57\text{--}167.47\text{ g/kg}$) ni de cenizas ($54.67\text{--}64.73\text{ g/kg}$) entre los tratamientos ($p>0.05$). Esto sugiere que la inclusión de EFP no afectó la capacidad de los peces para sintetizar y retener proteínas musculares, un indicador positivo del uso eficiente de la dieta. Además, la estabilidad del contenido de cenizas refleja que los niveles crecientes de EFP no impactaron significativamente el contenido mineral del cuerpo.

CONCLUSIÓN

La inclusión de diferentes niveles de ensilado fermentado de pescado (EFP) en las dietas de juveniles de *Arapaima gigas* demostró un efecto positivo en el desempeño biométrico, reflejado en un aumento del peso corporal y la eficiencia alimenticia, cumpliendo así con el objetivo de evaluar su impacto en el crecimiento. Estos resultados sugieren que el EFP es una alternativa viable y sostenible en la formulación de dietas acuícolas, contribuyendo a mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de la producción.

En cuanto a los parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos, los peces alimentados con dietas que incluyen EFP mantuvieron una estabilidad fisiológica adecuada, sin efectos adversos en su salud. Esto indica que la inclusión del EFP no compromete el bienestar de los peces y valida su uso en la alimentación acuícola.

Respecto a la calidad de la carcasa, los peces alimentados con EFP presentan mayores niveles de lípidos y menores contenidos de humedad, sin variaciones significativas en las proteínas y cenizas. Esto sugiere que el EFP puede mejorar la composición proximal del cuerpo entero, aumentando su valor nutricional y comercial. Finalmente, la investigación resalta el potencial del EFP como un ingrediente innovador en la nutrición de peces, promoviendo un enfoque sostenible en la acuicultura y sentando las bases para futuras investigaciones sobre su optimización en distintas especies y condiciones de cultivo.

REFERENCIAS

- Almeida, F. L. A., *et al.* (2019). "Blood biochemistry and hematological responses in pirarucu (*Arapaima gigas*) submitted to different feeding regimens". *Aquaculture* 503: 501-507.
- Álvarez, MA, López, CM, & Rodríguez, AP (2020). Uso de ensilado fermentado de pescado en la alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista Internacional de Acuicultura*, 15 (2), 143-158. <https://doi.org/10.1016/j.ria.2020.03.014>.
- Casado-Del-Castillo, CP, Chu Koo, F., Ono, EA y Affonso, EG (2020). Crecimiento y química sanguínea del paiche juvenil o pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) en relación con la concentración de proteínas en la dieta. *Folia Amazónica*, 29(2), 29-40.
- Chen, X., Zhang, Y. y Li, X. (2020). Evaluación nutricional del ensilado de pescado fermentado como fuente de proteína en dietas para peces. *Nutrición Acuicola*, 26(1), 1-9. <https://doi.org/10.1111/anu.13007>.
- Cortegano, C.A.A.; DE Godoy, L.C.; Petenuci, M.E.; Visen tainer, J.V.; Affonso, E.G.; Gonçalves, L.U. 2017. Nutritional and lipid profiles of the dorsal and ventral muscles of wild pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 271-276.
- Díaz, RA, Robles, RA y Rodríguez, JA (2019). Efecto de tres densidades de cultivo en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche *Arapaima gigas* sobre sus parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y biométricos. *Revista Peruana de Biología*, 26(2), 157-165. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i2.17147>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*.
- García, R., Rodríguez, J. y Pérez, M. (2021). Evaluación de los efectos de diferentes fuentes proteicas en el crecimiento de *Pangasius hypophthalmus*. *Revista de Acuicultura*, 14(3), 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100467>.
- García, Y., Sosa, D., González, L. & Dustet, JC 2020. "Caracterización química, física y microbiológica de alimentos fermentados para uso en producción animal". *Investigación Ganadera para el Desarrollo Rural*, 32(7), Artículo #105, ISSN: 2521-9952. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd32/7/Yaneis32105.html>.
- García, AB, Fernández, R., & López, J. (2019). Influencia de la inclusión de ensilado de pescado fermentado en el consumo de alimento y estrés hepático en *Sparus aurata*. *Aquaculture Reports*, 15, 100221.
- Gómez, JM, Pérez, L., & Martínez, A. (2022). Impacto de estresores ambientales sobre parámetros hematológicos en *Arapaima gigas*. *Journal of Fish Biology*, 100(2), 456-465.
- Gómez, D., Fernández, A., & Martínez, J. (2020). Efecto de la inclusión de ensilados de pescado en la dieta de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*): Crecimiento, conversión alimenticia y composición corporal. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(2), 123-130. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.02.123>.
- Gonzales Molina, LA (2019). Cultivo experimental del paiche (*Arapaima gigas*) en ambiente controlado del laboratorio costero IMARPE – Huacho (Tesis de maestría). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2659>.
- Herrero, A. (2021). Ensilados químicos y biológicos. Una alternativa de aprovechamiento integral y sustentable de los residuos pesqueros en la Argentina. *Ciencias Marinas y Pesqueras (MAFIS)*, 34(2), 235-262. <https://doi.org/10.47193/mafis.3422021010603>.
- Jiang, Z., Zhang, S. y Wang, Y. (2020). Ensilaje de pescado fermentado y su aplicación en dietas para acuicultura: una revisión. *Aquaculture Research*, 51 (4), 1-13. <https://doi.org/10.1111/are.14456>.
- Kumar, S., Singh, S. y Kumar, R. (2021). Utilización de ensilado de pescado fermentado como ingrediente alimentario en acuicultura: una revisión. *Aquaculture Research*, 52(1), 1-15. <https://doi.org/10.1111/are.14956>.

- Lima, A.F.; Rodrigues, A.P.O.; De Lima, L.K.F.; Maciel, P.O.; Rezende, F.P.; De Freitas, L.E.L.; Dias, M.T.; Bezerra, T.A. (2017). Alevinagem, recria e engorda do pirarucu. Brasília, DF, Embrapa. p.152.
- Martínez, F., García, L., & Silva, M. (2021). Procesos de fermentación en la elaboración de ensilados de pescado para la nutrición animal. *Revista de Ciencias Pesqueras*, 37 (3), 68-75. <https://doi.org/10.1002/fsh.10039>.
- Ospina, HF, Rodríguez, C., & García, M. (2021). Evaluación nutricional de ensilaje de pescado fermentado en dietas para *Labeo rohita*. *Nutrición acuícola*, 27(5), 1200-1210.
- Reis, AL, Silva, TS y Lima, MA (2020). Efectos de los niveles de proteína en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento y la composición corporal de juveniles de *Pangasius hypophthalmus*. *Aquaculture Reports*, 17, 100396. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100396>.
- Rodríguez, J., Pérez, M. y García, R. (2023). Evaluación del uso de ensilados de residuos de pescado en la alimentación de alevines de *Piaractus brachipomus*. *Revista Peruana de Biología*, 30(1), 45-52. <https://doi.org/10.15381/rpb.v30i1.21019>.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2023). Boletín Agrometeorológico. Dirección zonal 10. <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/04410SE-NA-14.pdf>. (30 de abril de 2023).
- Sosa, c. (2017). Elaboración de ensilado biológico de pescado a partir de residuos de paiche (*Arapaima gigas*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3272>.
- Sousa, N. N., et al. (2017). "Biochemical and hematological responses of *Arapaima gigas* to different stocking densities." *Aquaculture* 469: 102-108.
- Zhou, Y., Lee, J. y Zhang, Y. (2022). Efectos del ensilado de pescado fermentado en el crecimiento y la respuesta inmunitaria de los peces de agua dulce: una revisión exhaustiva. *Inmunología de pescados y mariscos*, 118, 520-532. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.12.021>.

Correspondencia:

Blanca Nieves Silvestre Sobrado

correo: blanca.silvestre@unas.edu.pe ✉

Medardo Antonio Díaz Céspedes

correo: madc1170@gmail.com ✉

Carlos Andre Amaringo Cortegano

Correo: camaringoc@unmsm.edu.pe ✉**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de interés financieros, personales o de otra índole que pudieran influir inapropiadamente en el trabajo.