

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
MENCIÓN PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE



**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE PESCADO POR HARINA DE
VÍSCERAS DE POLLO EN EL CRECIMIENTO, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y
CALIDAD DEL MÚSCULO DE JUVENILES DE PAICHE *Arapaima gigas***

Tesis

Para optar el grado académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS
MENCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE**

ELIDA MILI SAUCEDO ALANYA

Asesores

**MEDARDO ANTONIO DÍAZ CÉSPEDES
CARLOS ANDRE AMARINGO CORTEGANO**

Tingo María, Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS **Nro. 001-2026-UPG-FZ-UNAS**

En la ciudad universitaria, siendo las 06:00 p.m. del viernes 15 de octubre de 2025, reunidos en el auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se instaló el jurado calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE PESCADO POR HARINA DE VÍSCERAS DE POLLO EN EL CRECIMIENTO, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y CALIDAD DEL MÚSCULO DE JUVENILES DE PAICHE *Arapaima gigas*". A cargo de la candidata al grado de Maestra en Ciencias Pecuarias, Mención: Producción Animal Sostenible; SAUCEDO ALANYA, ELIDA MILL. Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el jurado calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **EXCELENTE**.

Acto seguido, a horas 7:45 pm. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Tingo María, 15 de octubre de 2025.

Dr. Jorge Ríos Alvarado
Presidente del Jurado

Ing. M. Sc. Marco A. Rojas Paredes
Miembro del Jurado



Dr. Daniel Marco Paredes López
Miembro del Jurado

Ph. D. Medardo Antonio Díaz Céspedes
Asesor

Blgo. M. Sc. Carlos André Amaringo Cortegano
Asesor



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
 "Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 197 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Maestro en Ciencias Pecuarias, mención: Producción Animal Sostenible
--

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE PESCADO POR HARINA DE VÍSCERAS DE POLLO EN EL CRECIMIENTO, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y CALIDAD DEL MÚSCULO DE JUVENILES DE PAICHE <i>Arapaima gigas</i>	ELIDA MILI SAUCEDO ALANYA	10 % Diez	0 % Cero

Tingo María, 01 de julio de 2026.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

 ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
 JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
MENCIÓN PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE



EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE PESCADO POR HARINA DE VÍSCERAS DE POLLO EN EL CRECIMIENTO, PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y CALIDAD DEL MÚSCULO DE JUVENILES DE PAICHE *Arapaima gigas*

Autor	: Saucedo Alanya, Elida Mili.
Asesor(es)	: Dr. Medardo Antonio Díaz Céspedes. Blgo. Mg. Carlos Andre Amaringo Cortegano.
Programa de investigación	: Producción Animal Sostenible.
Línea de investigación	: Nutrición, alimentación y sanidad de animales domésticos, silvestres y acuáticos en ecosistemas sostenibles.
Eje temático	: Nutrición de alimentos e insumos convencionales y no convencionales en organismos acuáticos.
Lugar de ejecución	: Estación IVITA – Pucallpa de la UNMSM.
Duración del trabajo	: 6 meses.
Financiamiento	Proyecto Contrato : N.º PE501079781-2022 PROCENCIA.

Tingo María – Perú. 2025



VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO
ACADÉMICO DE MAESTRO, INVESTIGACIÓN
DOCENTE Y TESISISTA

I. Datos Generales de Posgrado

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Escuela de posgrado : EPG-UNAS
Posgrado : Maestría en Ciencias Pecuarias
Mención : Producción Animal Sostenible
Título de tesis : Efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de vísceras de pollo en el crecimiento, parámetros fisiológicos y calidad del músculo de juveniles de paiche *Arapaima gigas*
Autor : Ing. Elida Mili Saucedo Alanya
Asesor de tesis : Ph.D. Medardo Antonio Díaz Céspedes
Blgo. Mg. Carlos Andre Amaringo Cortegano
Programa de investigación : Producción animal
Línea(s) de investigación : Nutrición, alimentación y sanidad de animales domésticos, silvestres y acuáticos en ecosistemas sostenibles
Eje Temático : Nutrición de alimentos e insumos convencionales y no convencionales en organismos acuáticos
Lugar de ejecución : Estación IVITA-Pucallpa, Fac. Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Duración : Inicio : 01 de junio 2023
Término : 01 de diciembre 2023
Financiamiento : FEDU : S/. 0.00
Propio : S/. 0.00
Otros : S/. 81,858.70

Ing. Elida Mili Saucedo Alanya Tesisista	Ph.D. Medardo Antonio Díaz Céspedes Asesor
Blgo. Mg. Carlos Andre Amaringo Cortegano Asesor	

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por las bendiciones brindadas a mi vida y porque él es el quien hace todo posible, como hizo posible este trabajo y lograr encaminarme día a día, hasta su realización. Por cuidarme y cuidar de mis seres queridos.

A mis padres, quienes fueron mi motor y motivo. A mi madre la Sra. Reyna Alanya Rosales y mi padre el Sr. Segundo Aladino Saucedo Miche. A mis hermanos por su apoyo incondicional, moral y económico; a ellos, Yuli Saucedo y Edwin Saucedo.

A mis sobrinos, por ser esa luz, que irradia brillo a mi vida.

A doña María Asunción Malca Hernández y doña Soledad Neira Malca Hernández, por el apoyo, cariño, protección y amor desinteresado que me brindaron y brindan. A ellas por brindarme un espacio en su hogar cuando más necesitaba en el proceso de esta investigación.

A todos ellos por estar presentes en las buenas y malas, por las motivaciones brindadas y brindarme esa fuerza necesaria para alcanzar y culminar un peldaño más en mi formación profesional

AGRADECIMIENTOS

- Al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y el Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA), a través del Proyecto N°.PE501079781-2022 “Dietas funcionales de bajo costo y doble propósito para el *Arapaima gigas* (paiche): potenciamiento del crecimiento del pez y producción de pescado de calidad”, por el financiamiento de la investigación y subvención de la tesis.
- A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por ser mediador en este proyecto y a las prestaciones de los servicios de las instalaciones de su Estación IVITA – Pucallpa.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), por ser el Alma Máter de mi formación profesional.
- Al Blgo. Mg. Carlos Andre Amaringo Cortegano, por ser el promotor de este proyecto, asesor y mentor en el camino de la realización de este trabajo de investigación, y al Dr. Medardo Antonio Díaz Céspedes, por su asesoramiento con conocimientos y contribuciones impartidas en el presente trabajo de investigación.
- A mis amigos y colaboradores, MV. Lucero Germany Grández, Ing. Blanca Nieves Silvestre e Ing. Josué Gonzales Malca, por el apoyo desinteresado en la recolección de datos y apoyo moral.
- Y finalmente a los señores Luis Gonzales, y Zoila Lomas Chacupe por el trabajo brindado para la obtención de la base de datos.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis	2
1.2. Objetivo general.....	2
1.3. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Acuicultura en América del Sur y la Amazonía Peruana	3
2.2. <i>Arapaima gigas</i> , paiche	4
2.2.1. Clasificación taxonómica (Ferraris, 2003)	4
2.2.2. Características generales de la especie	4
2.2.3. Desempeño en crecimiento del paiche	5
2.2.4. Parámetros hematológicos y bioquímicos de paiche.....	6
2.2.5. Composición proximal del músculo del paiche.....	8
2.3. Harina de pescado: problemática	8
2.4. Industria avícola: harina de vísceras de aves	9
III. MATERIAL Y MÉTODOS	11
3.1. Lugar de ejecución y consideraciones éticas	11
3.2. Material y métodos	11
3.2.1. Materiales y equipos	11
3.2.2. Metodología.....	12
3.3. Diseño experimental	15
3.4. Variables	16
3.4.1. Variable independiente	16
3.4.2. Variables dependientes	16
3.5. Evaluaciones	17
3.5.1. Análisis de crecimiento de peces.....	17
3.5.2. Análisis de los parámetros hematológicos y bioquímica de plasma sanguíneo de los peces	18
3.5.3. Análisis de la composición proximal del pescado.....	19
3.6. Análisis de datos	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1. Crecimiento de los peces	20
4.2. Análisis de sangre completa y bioquímica del plasma	25

4.3. Composición proximal del filete de paiche	28
V. CONCLUSIONES	31
VI. PROPUESTAS A FUTURO	32
VII. REFERENCIAS	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Parámetros sanguíneos e inmunológicos de <i>A. gigas</i> . Los valores se expresan media \pm desviación estándar. VCM: Volumen corpuscular medio, CHCM: Concentración media de hemoglobina corpuscular.	7
2. Composición proximal (% en peso húmedo) del músculo dorsal y ventral de <i>A. gigas</i> silvestres de la Amazonia brasileña.	8
3. Composición proximal determinada y contenido de aminoácidos esenciales de los ingredientes utilizados para formular las dietas experimentales (base materia seca).....	13
4. Ingredientes (g/kg), composición proximal determinada (g/kg) y contenido estimado de aminoácidos (% de la proteína dietética) de las dietas experimentales con porcentajes crecientes de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM) para juveniles de <i>A. gigas</i>	14
5. Supervivencia, parámetros de crecimiento e índices somáticos de juveniles de <i>A. gigas</i> alimentados con dietas con porcentajes crecientes de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM).....	24
6. Parámetros hematológicos y bioquímicos de juveniles de <i>A. gigas</i> alimentados con dietas con porcentajes crecientes de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM).....	27
7. Composición proximal de filetes (g/kg) de juveniles de <i>A. gigas</i> alimentados con dietas con porcentaje creciente de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM).....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Porcentaje de reemplazo de harina de pescado (HP) por harina de vísceras de pollo (PVM) en dietas para juveniles de <i>A. gigas</i>	20

RESUMEN

Se evaluó el uso de harina de vísceras de pollo (PVM) como sustituto de harina de pescado en dietas para juveniles de paiche, *Arapaima gigas*. Se formularon cinco dietas isonitrogenadas (450.20 g/kg PB) e isocalóricas (4,779.88 kcal/kg EB) con niveles de reemplazo de harina de pescado por PVM del 0% (OPVM), 25% (25PVM), 50% (50PVM), 75% (75PVM) y 100% (100PVM) y se alimentaron a los peces (al inicio: 126.25 ± 3.98 g; 30.74 ± 1.26 cm) por saciedad aparente por 60 días, en un diseño completamente al azar con cinco tratamientos (dietas) y cuatro repeticiones (tanques de fibra de vidrio con 380 L de agua útil, 10 peces/tanque). Se evaluó el crecimiento, hematología y bioquímica sanguínea, y composición proximal del músculo, mediante ANOVA de una vía y teste de Tukey ($p < 0.05$), y se determinó el nivel óptimo de reemplazo dietético que garantice mayor desempeño zootécnico mediante regresión polinomial de segundo orden. Los resultados mostraron que las dietas 25PVM y 50PVM promovieron mejor peso final (405.38 ± 30.94 g), ganancia de peso (279.13 ± 30.94 g), longitud final (39.73 ± 0.87 cm), ganancia de longitud (8.99 ± 0.87 cm), conversión alimenticia (1.59 ± 0.17), tasa crecimiento relativo (1.96 ± 0.13 %/día) y retención de nitrógeno (41.16 ± 4.91 %) ($p < 0.05$). El análisis de regresión ($p < 0.001$) indicó que el nivel óptimo de reemplazo de harina de pescado por PVM para maximizar la ganancia de peso en paiche es del 55%. Dietas del 75PVM-100PVM, 100PVM, 50PVM-100PVM, mostraron mayores valores de hemoglobina, hematocrito, colesterol y proteína plasmáticos, respectivamente, indicando que niveles mayores de PVM en dietas condicionan a un ajuste de estos parámetros en paiche. Peces alimentados con dietas desde 75PVM y 50PVM presentaron mayor contenido de lípidos (36.42 ± 4.02 g/kg) y ceniza (36.78 ± 2.33 g/kg), respectivamente ($p < 0.05$). El reemplazo del 55% de harina de pescado por PVM en dietas extruidas para juveniles de paiche mejora la ganancia de peso, sin afectar negativamente su salud hematológica ni composición proximal muscular.

Palabras clave: economía circular, ganancia de peso, piscicultura amazónica, pirarucu, proteína no convencional.

ABSTRACT

The use of chicken organ flour (PVM – acronym in Spanish) as a substitute for fish flour in the diets of juveniles paiche, *Arapaima gigas*. Five isonitrogenous (450.20 g/kg PB) and isocaloric (4,779.88 kcal/kg EB) diets were formulated, with levels of PVM that replaced the fish flour of PVM at 0% (OPVM), 25% (25PVM), 50% (50PVM), 75% (75PVM), and 100% (100PVM), and the fish were fed (from the start: 126.25 ± 3.98 g; 30.74 ± 1.26 cm) until apparent satiety for sixty days. The design was completely random with five treatments (diets) and four repetitions (fiber glass tanks with 380 L of useable water [and] ten fish/tank). The growth, hematology, blood biochemistry, [and] proximal muscle condition were evaluated using a one way ANOVA and a Tukey test ($p < 0.05$), and the optimal level for the dietary replacement that guaranteed the greatest zootechnical performance was determined using a polynomial regression of the second order. The results revealed that the 25PVM and 50PVM diets promoted the best final weight (405.38 ± 30.94 g), weight gain (279.13 ± 30.94 g), final length (39.73 ± 0.87 cm), length gain (8.99 ± 0.87 cm), feed conversion (1.59 ± 0.17), relative growth rate (1.96 ± 0.13 %/day) and nitrogen retention ($41.16 \pm 4.91\%$) ($p < 0.05$). The regression analysis ($p < 0.001$) indicated that the optimal level for the replacement of the fish flour with the PVM, in order to maximize the weight gain of the paiche, was 55%. The 75PVM-100PVM, 100PVM [and] 50PVM-100PVM diets proved to have the best values for hemoglobin, hematocrit, cholesterol, and plasmatic proteins, respectively, indicating that the greater levels of PVM in the diets caused an adjustment in these parameters for the paiche. The fish [that were] fed with diets of 75PVM and 50PVM presented greater lipid (36.42 ± 4.02 g/kg) and ash (36.78 ± 2.33 g/kg), respectively ($p < 0.05$). The replacement of 55% of the fish flour for PVM in extracted diets for juvenile paiche [showed] improved weight gain, without negatively affecting their hematological health nor proximal muscle composition.

Keywords: circular economy, weight gain, Amazon pisciculture, pirarucu, non-conventional protein.

I. INTRODUCCIÓN

El paiche, *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), es una especie amazónica con alto potencial para la piscicultura debido a su rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y gran demanda comercial. Estudios previos han demostrado que su crianza en cautiverio puede ser una alternativa viable para el desarrollo de la acuicultura en la región. Sin embargo, la alimentación sigue representando el mayor costo operativo en su producción, debido a la alta dependencia de insumos como la harina de pescado.

Por otro lado, en el Perú el consumo per cápita de carne de pollo ha registrado 56 kg/persona/año para el 2024, siendo la línea genética Cobb la más consumida del mercado. El procesamiento del pollo para el consumo humano genera residuos que no son aprovechados y son directamente descartados en los botaderos de mercados o centros de venta. En promedio, los residuos del procesamiento de pollo representan el 40% de la producción avícola, de los cuales el 33% corresponde a vísceras (corazón, estómago, intestino, hígado, riñón y ciego). La harina de vísceras de pollo derivada de esta industria es una alternativa prometedora de proteínas y otros nutrientes para su inclusión en alimentos acuícolas debido a su disponibilidad nacional y relativo bajo costo.

El alto costo de la harina de pescado representa un desafío para la rentabilidad de la acuicultura del paiche. La búsqueda de alternativas sostenibles ha llevado a la exploración de fuentes proteicas de origen animal, como la harina de vísceras de pollo, que podría reducir costos sin afectar el desempeño productivo y la salud del pez. Sin embargo, antes de determinar su viabilidad económica es importante conocer cómo esta sustitución afecta el crecimiento, la fisiología y la calidad del músculo de los juveniles de paiche. Por lo tanto, es necesario evaluar el impacto de esta modificación dietética en parámetros clave como el crecimiento, índices somáticos, retención de nutrientes, hematología, bioquímica sanguínea y composición proximal del músculo.

En este contexto, la presente investigación busca responder la siguiente interrogante **¿Cuál es el efecto de la sustitución de harina de pescado por harina de vísceras de pollo en la dieta de juveniles de paiche sobre su crecimiento, salud hematológica y composición proximal del músculo?** Permittedose formular la siguiente hipótesis y objetivos de investigación.

1.1. Hipótesis:

- La sustitución total de la harina de pescado por harina de vísceras de pollo en la dieta de juveniles de paiche no afecta negativamente su crecimiento, índices somáticos ni retención de nutrientes, y mantiene estables los parámetros hematológicos, bioquímicos y la calidad del músculo en niveles comparables a los obtenidos con dietas basadas en harina de pescado.

1.2. Objetivo general:

- Evaluar el crecimiento productivo, parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea, y composición proximal del músculo de juveniles de paiche al sustituir harina de pescado por harina de vísceras de pollo en sus dietas.

1.3. Objetivos específicos:

- Evaluar parámetros de crecimiento, índices somáticos y retención corporal de nutrientes en juveniles de paiche al sustituir en niveles crecientes, la harina de pescado por harina de vísceras de pollo en sus dietas.

- Evaluar los parámetros hematológicos y la bioquímica sanguínea de juveniles de paiche al sustituir en niveles crecientes, la harina de pescado por harina de vísceras de pollo en sus dietas.

- Evaluar la composición proximal del músculo de juveniles de paiche al sustituir en niveles crecientes, la harina de pescado por harina de vísceras de pollo en sus dietas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Acuicultura en América del Sur y la Amazonía Peruana:

Para Ramírez et al. (2018), la acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos, lo que significa intervenir en el proceso de crianza para aumentar la producción como fuente de alimento, empleo e ingresos, optimizando el rendimiento económico al mismo tiempo que se protege el medio ambiente y se preserva la biodiversidad.

Según la Food and Agriculture Organization (FAO, 2024), la producción acuícola en el mundo se incrementó hasta los 223.2 millones de ton; de éstas, 185.4 millones de ton correspondieron a animales acuáticos. El 89% de la producción de animales acuáticos se destinó al consumo humano, mientras que el resto se utilizó para la producción de harina y aceite de pescado. Asimismo, la producción global de acuicultura llegó a un récord de producción de 313,000 millones de USD.

La aceptación del pescado se encuentra en su demanda proteica, sus propiedades organolépticas y nutricionales, por el contenido de aminoácidos y la presencia de lípidos omega-3 y ácidos grasos esenciales y estructurales (Gonçalves et al., 2021; FAO, 2022). Por otro lado, dado que se espera que la demanda total de alimentos aumente en un 60% para el 2050, se espera que la proporción de pescado y alimentos acuáticos en la canasta de alimentos sea mayor de lo que es ahora, llenando la brecha alimentaria (FAO, 2022).

El continente americano representó en la producción acuícola 4.97 millones de ton en el año 2022 (FAO 2024). Según Ramos et al. (2016), la acuicultura en América del Sur juega un papel importante en la producción de alimentos y la economía local, siendo los principales productores acuícolas de la región los países de Chile, Ecuador y Brasil.

En Perú, las especies cultivadas más importantes son: *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris), *Oreochromis niloticus* (tilapia del Nilo), *Piaractus brachypomus* (paco) y *Colossoma macropomum* (gamitana), quienes representan la producción acuícola de aguas continentales o aguas de interior del Perú (Avadi et al., 2015). La producción de peces nativos en el país está menos desarrollada en comparación con los demás países sudamericanos, a diferencia de la producción de la trucha arcoíris que continúa creciendo. A pesar de sus impresionantes características de producción y comercialización, el cultivo de paiche presenta grandes problemas en términos de reproducción y nutrición.

La Amazonía peruana está en una posición privilegiada para la expansión de la piscicultura tropical, dado que produce un efecto beneficioso en la seguridad alimentaria de la

zona, crea nuevas posibilidades de comercio y trabajo, disminuye la presión sobre los recursos naturales y produce divisas (Ramírez et al., 2018).

Por ello, las autoridades han tomado medidas para desarrollar la acuicultura en la Amazonía, centrándose en el paiche, el paco, *Prochilodus lineatus* (sábalo), el *Prochilodus nigricans* (boquichico) y algunos siluriformes. Sin embargo, a pesar de los ricos recursos pesqueros y el gran potencial de la cuenca del Amazonas, se decidió importar especies con ventajas de gestión, rendimiento, valor y experiencia como tilapia y *Macrobrachium rosenbergii* (langostino gigante de Malasia) para permitir que la acuicultura se desarrolle más rápido. Aun así, la acuicultura amazónica no ha alcanzado la importancia esperada ni para el consumo interno, ni para la exportación (Ramos et al., 2016). Las especies que son consideradas de alto interés acuícola, tanto en programas gubernamentales de diversificación entre los productores regionales dentro de la cuenca amazónica, son el paiche, boquichico, gamitana, paco, sábalo, y *Pseudoplatystona* spp. (doncella y tigre zúngaro) (FAO, 2010).

El paco, la gamitana y el paiche son las especies autóctonas más destacadas que se cultivan en la Amazonía de Perú y su crianza se desarrolla principalmente en sistemas semiintensivos e intensivos (Bueno et al., 2015).

2.2. *A. gigas*, paiche:

2.2.1. Clasificación taxonómica (Ferraris, 2003):

Nombre común	: Paiche o pirarucu
Clase	: Actinopterygii
Orden	: Osteoglossiformes
Familia	: Arapaimidae
Género	: <i>Arapaima</i>
Especie	: <i>Arapaima gigas</i> (Schinz, 1822)

2.2.2. Características generales de la especie:

Es un recurso pesquero tradicional de la Amazonía, es considerado uno de los peces más importantes por la cantidad y calidad de su carne, un pez estrictamente carnívoro, de hasta tres metros de largo, con pesos mayores a los 200 kg conseguidos en el medio natural; considerado uno de los más grandes peces de agua dulce (Fontenele, 1948; Carvalho et al., 2018; FAO, 2024). Es originario de la cuenca del Amazonas, pero se ha introducido con éxito a otros continentes (Vialle et al., 2018; Gonçalves et al., 2019). La producción de paiche en la acuicultura se divide principalmente en tres segmentos: productores de larvas o ejemplares jóvenes, productores de carne para consumo humano y la industria

procesadora de pescado emergente, que genera subproductos de paiche (Lima et al., 2017; Ferreira et al., 2020).

2.2.3. Desempeño en crecimiento del paiche:

Los paiches juveniles se consideran entre los tres meses y los tres años (1.5 m) y cambian de color a café claro entre los 8 y 9 meses de edad. En su etapa de crecimiento, en el medio natural consume peces en un porcentaje del 3% al 5% de su peso vivo principalmente en varias especies de *Pseudorinelepis genibarbis* (carachama), boquichico, *Diplodus vulgaris* (mojarra), *Mugil cephalus* (lisa), *Sardina pilchardus* (sardina) entre otras (Alcántara et al., 2006). En acuicultura, para obtener ganancias de peso durante la etapa juvenil debe tener una dieta con un contenido de proteínas del 40% al 50% (Chu-Koo et al., 2017). Estudios demostraron que peces con pesos de 120 g criados en jaulas tuvieron mejor ganancia de peso, crecimiento específico y cuerpos diferenciados después de 45 días de alimentación con una dieta proporcionada de 48.6% proteína bruta (Ituassú et al., 2005). El paiche es un pez de fácil adaptabilidad al consumo de alimentos comerciales (Cavero et al., 2003; Castello, 2004; Fogaça et al., 2011). Otros estudios con dietas experimentales con contenido proteico de 50% han mostrado resultados superiores, por lo que los gastos de alimentación podrían ser un factor limitante (Alcántara et al., 2006; FAO, 2010). El cultivo intensivo de especies carnívoras como el paiche promete una mayor producción comercial y para que esto suceda, las materias primas adecuadas deben contribuir a satisfacer las necesidades nutricionales de las especies cultivadas al tiempo que garantizan un desarrollo económicamente sostenible en un mercado intensamente volátil (Rocker, 2021).

El paiche ofrece filetes de pescado con rendimiento de (<35%) deshuesados intramusculares, que tienen un alto valor nutricional y atraen a los piscicultores de cultivos intensivos, es un excelente pez para la acuicultura amazónica debido a sus tasas de crecimiento, que supera a otras especies (Cavero et al., 2003; Oliveira et al., 2012; Valenti et al., 2021). Los rendimientos para el filete, músculo abdominal y lomo se expresan mejor a los 273 días, independientemente del sexo; por lo tanto, la cosecha parcial del paiche durante la fase de engorde puede ser una estrategia de gestión para sacrificar peces con mayor rendimiento de carne (Kuradomi et al., 2024).

Cavero (2002), en condiciones experimentales, evaluó diferentes densidades de siembra con paiche y consiguió una conversión alimenticia de 1.0 utilizando ración comercial extruida con 45% de proteína bruta. Sin embargo, Ituassú et al. (2005), realizó estudios de alimentación con ración peletizada conteniendo 30% y 48% de proteína las cuales

presentaron una conversión alimenticia de 3.2 y 1.6 respectivamente, sugiriendo así que los peces carnívoros, requieren alimentos con mayor contenido proteico; por lo tanto, las conversiones alimenticias encontradas para el paiche en este estudio aún no pueden considerarse eficientes. García (2010) obtuvo el índice de conversión alimenticia de 2.9, en paiches criados durante 146 días bajo la influencia de alimento extruido en la etapa de crecimiento de paiche.

2.2.4. Parámetros hematológicos y bioquímicos de paiche:

El estudio de los parámetros sanguíneos es una herramienta importante que puede utilizarse como un índice eficaz y sensible para monitorear los cambios fisiológicos y patológicos en peces de cultivo (Tewary y Patra 2011; Ranzani-Paiva et al., 2013; Días et al., 2019). Los estudios hematológicos también son útiles para investigar el alcance del daño sanguíneo en los peces como consecuencia a la exposición de diferentes agentes estresores, entre ellos el suministro de nutrientes a peces. Estos parámetros hematológicos y bioquímicos actúan como índice eficiente y revelador para examinar los cambios fisiológicos y metabólicos que ocurren en los peces, actuando como biomarcadores no específicos de estrés (Ranzani-Paiva et al., 2013; Lima et al., 2015; Rebl y Goldammer, 2018).

El estado de salud de los peces de piscifactoría se puede evaluar con la ayuda de algunos parámetros sanguíneos bioquímicos, por ejemplo, los niveles de glucosa y proteínas totales. Los niveles de glucosa se consideran indicadores de activación simpática durante situaciones de estrés, y el nivel de proteína total es un indicador importante del estado nutricional de los peces (Hoseinifar et al., 2011; Lima et al., 2015; Rebl y Goldammer, 2018). Por lo tanto, si hay estrés se producirá una mayor liberación de glucosa al torrente sanguíneo debido a una mayor tasa de absorción de oxígeno por las branquias, el aumento de la tasa de ventilación, la estimulación del flujo branquial y la alta capacidad de difusión de oxígeno (Huyben et al., 2016).

Reis et al. (2018) realizaron estudios utilizando dietas comerciales con 45 % de proteína bruta para peces carnívoros, en el cual se evaluaron los parámetros sanguíneos e inmunológicos del paiche, presentado en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros sanguíneos e inmunológicos de *A. gigas*. Los valores se expresan media \pm desviación estándar. VCM: Volumen corpuscular medio, CHCM: Concentración media de hemoglobina corpuscular.

Parámetros	(n=18)
Glucosa (mg/dL)	36.2 \pm 7.3
Proteínas totales (g/dL)	3.2 \pm 0.9
Colesterol total (mg/dL)	137.2 \pm 26.5
Triglicéridos (mg/dL)	125.6 \pm 36.7
Albúmina (g/dL)	0.8 \pm 0.3
Globulina (g/dL)	2.5 \pm 0.9
Hematocrito (%)	34.1 \pm 3.1
Hemoglobina (g/dL)	8.3 \pm 1.1
Eritrocitos ($\times 10^6$ / μ L)	1.76 \pm 0.26
MCV (fL)	197.6 \pm 32.5
MCHC (g/dL)	24.6 \pm 3.6
Estallido respiratorio (OD)	0.26 \pm 0.06
Trombocitos ($\times 10^3$ / μ L)	37.7 \pm 12.5
Leucocitos ($\times 10^3$ / μ L)	179.6 \pm 27.2
Linfocitos ($\times 10^3$ / μ L)	124.5 \pm 18.1
Monocitos ($\times 10^3$ / μ L)	6.3 \pm 3.2
Neutrófilos ($\times 10^3$ / μ L)	47.8 \pm 14.7
Eosinófilos ($\times 10^3$ / μ L)	0.9 \pm 0.9

Fuente: Reis et al., (2018)

La notable elevación del hematocrito se ha registrado cuando los peces son expuestos a estrés (Biron y Benfey, 1994; Sopinka et al., 2016). Las investigaciones evidencian un aumento del hematocrito en paiche al ser expuesto a estrés intenso por manipulación o traslado (Brandão et al., 2006; Gomes et al., 2006; Gomes, 2007). Este aumento del hematocrito se debe al incremento del volumen o tamaño que señala una inflamación de los eritrocitos como reacción a condiciones estresantes (Saravanan et al., 2011; Sharma y Langer, 2014; Ramesh et al., 2014). El aumento de los leucocitos señala una reacción inmunológica como incentivo frente a la toxicidad de una sustancia presente en la comida o en el agua (Saravanan et al., 2011).

Los niveles bajos del número de linfocitos, perjudica la producción de inmunoglobulinas y el sistema inmunológico del paiche pueden verse comprometidos, perjudicando la defensa contra patógenos después del estrés (Dias et al., 2019; Reis et al., 2018).

2.2.5. Composición proximal del músculo del paiche:

La carne del pescado se compone de agua, minerales, proteína y lípidos. Respecto al contenido de carbohidratos en el músculo del pescado, suele ser inferior al 0.5%, la presencia de agua fluctúa entre el 60 y 80%, es inversamente proporcional al contenido de lípidos y proteínas (Hernández, 2010). El contenido de grasa es bastante variado, dado que, en los pescados azules o grasos la grasa se acumula en los tejidos musculares; en cambio, en los pescados magros, la mayoría de la grasa se acumula en el hígado (Anchía y Hernández, 2003). El principal esteroide del músculo de peces es el colesterol, cuya proporción varía entre especies (Hernández, 2010).

Así, se puede deducir el elevado valor nutricional de los pescados, ya que son una magnífica fuente de proteínas y ácidos grasos de excelente calidad y facilidad de digestión. Las proteínas poseen todos los aminoácidos vitales, destacando por su alta presencia de lisina y metionina (Anchía y Hernández, 2003), y los ácidos grasos que contienen son cruciales, dado que los dobles enlaces situados en la posición 3 y 6 del grupo metilo, no son capaces de ser sintetizados en el organismo humano (Vela, 2013).

Tabla 2. Composición proximal (% en peso húmedo) del músculo dorsal y ventral de *A. gigas* silvestres de la Amazonia brasileña.

Composición	Musculo dorsal	Músculo ventral
Humedad	79.52 ± 0.64	76.07 ± 1.57
Ceniza	0.59 ± 0.04	0.74 ± 0.08
Proteínas totales	13.09 ± 0.56	14.50 ± 1.33
Lípidos totales	6.38 ± 0.45	8.26 ± 0.49

Cortegano *et al.*, 2017

2.3. Harina de pescado: problemática:

La harina y el aceite de pescado, derivados principalmente de peces pelágicos silvestres (Nasopoulou y Zabetakis, 2012; Lazard, 2017), se incluyen en los alimentos acuícolas como fuentes importantes de proteínas y lípidos, respectivamente, al tiempo que garantizan estándares nutricionales y de calidad como productos pesqueros (Karapanagiotidis *et al.*, 2022), creando así una dependencia de las poblaciones de peces silvestres, lo que ha sido ampliamente criticado (Byelashov y Griffin, 2014). Algunas formulaciones de raciones acuícolas contienen más del 50% de harina de pescado (Glencross *et al.*, 2007), que contienen entre un 60% y un 72% de proteína bruta, son una buena fuente de minerales, vitaminas y otros nutrientes, son fácilmente digeribles y apetecibles para los peces. Sin embargo, los precios y la disponibilidad de proteína de harina de pescado fluctúan periódicamente (Riche, 2014).

Además, se sabe que las poblaciones silvestres convertidas en harina y aceite de pescado no se mantienen estables o disminuyen (FAO, 2012). El uso de harina de pescado al ritmo actual es insostenible si la creciente industria acuícola mundial se pretende satisfacer con los productos del mar (Riche, 2014).

El rápido crecimiento de la industria de la acuicultura en las últimas décadas ha aumentado la demanda de ingredientes marinos en la industria mundial de raciones acuícolas, lo que ha hecho subir los precios de la harina de pescado (Froehlich et al., 2018). Además, que el proceso de producción de harina y aceite de pescado consume mucha energía (Smárason et al., 2017), provocando un impacto ambiental, también puede incluir otras especies pelágicas pequeñas y la captura incidental (FAO, 2020), lo que provoca grandes variaciones y heterogeneidad en el producto final. El uso excesivo de este recurso por parte de la acuicultura atrajo la atención del público, el cual, califica sus prácticas como insostenibles, esto cuando algunos medios de comunicación informaron que la piscicultura está convirtiendo peces silvestres de bajo valor en peces carnívoros de cultivo de alto precio (Yan y Chen, 2015; Mo et al., 2018). Todo esto ha impulsado la búsqueda de alternativas adecuadas para reemplazar total o parcialmente este insumo en los alimentos formulados para peces (Riche, 2014).

2.4. Industria avícola: harina de vísceras de aves:

La producción de pollos de engorde ha progresado significativamente en las últimas décadas. De 1985 a 2010, el peso corporal y la tasa de conversión del alimento de los pollos de engorde de 35 días de edad aumentaron de 1.40 a 2.40 kg y de 2.30 a 1.50, respectivamente (Siegel, 2014). La producción avícola ha seguido creciendo a una tasa lineal de aproximadamente un 2.8% anual desde el 2000 (FAO, 2018). De 2001 a 2020, la producción mundial de carne de aves de corral aumentó de 14.00 ton a 20,000 millones de ton (FAOSTAT, 2022). En el Perú, el consumo per cápita de carne de pollo fue de 50.96 kg/persona/año, registrada para el año 2021 (MIDAGRI, 2022), y los residuos de estas industrias representan aproximadamente el 40% de la producción, donde el 33% está representado por vísceras producto del procesamiento de pollo para consumo (Paredes y Vásquez, 2020).

Los criaderos registrados en el Sistema Avícola Peruano ofrecen coloridas aves de diferentes genotipos; según los informes, alrededor de 15,000 millones de pollos híbridos BB se alojan en todo el país (MINAGRI, 2020), por lo que el crecimiento de este sector productivo no tradicional se ve facilitado, debido al uso de sistemas intensivos de alimentación en pequeñas granjas, lo que indica la disponibilidad de subproductos de la industria avícola.

Una de las principales prioridades para el desarrollo sostenible de la acuicultura sigue siendo la búsqueda de sustitutos adecuados y rentables para la harina y el aceite de pescado en los alimentos acuícolas (Karapanagiotidis et al., 2022). Hoy en día, las proteínas derivadas de animales monogástricos de origen terrestre están recibiendo cada vez más atención como una alternativa más sostenible a los alimentos ricos en harina de pescado (Gasco et al., 2018). Los subproductos de aves de corral también tienen un alto contenido de proteína cruda (PC) y tienen un perfil de aminoácidos adecuado para los sustitutos de la harina de pescado. También se han probado en diferentes especies, con diversos grados de éxito. Sin embargo, su uso es limitado debido a preocupaciones sobre aminoácidos, digestibilidad y limitaciones de calidad del producto (Riche, 2014). La idoneidad de la inclusión la harina de vísceras de aves ha sido evaluada para muchas especies acuícolas comercialmente importantes, incluyendo trucha arcoíris (Badillo et al., 2014), *Lates calcarifer* (barramundi) (Lewis et al., 2019) y *Salmo salar* (salmón del Atlántico) (Hatlen et al., 2015).

Se han hecho investigaciones en trucha arcoíris alimentada con una dieta incluyendo harina de vísceras de pollo sustituyendo el 100.00% de proteína de la harina de pescado. En esta investigación, se obtuvo un mejor rendimiento en aquellos animales que recibieron la dieta con inclusión de harina de subproductos de aves que quienes recibieron la dieta control (Sealey et al., 2011). La supervivencia de los peces no se vio afectada por el aumento del porcentaje de reemplazo de harina de pescado por PVM en las dietas ($p>0.05$), igual resultado se obtuvo con los mismos niveles de reemplazo con harina de subproductos de aves (PBM) en dietas para trucha arco iris (Baboli, 2013); debido a su similar contenido de proteína del PBM; que oscila desde 450 a 650 g/kg (Karapanagiotidis et al., 2018), lo cual podría favorecer en el mantenimiento y desarrollo del animal.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución y consideraciones éticas:

El experimento 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-Pucallpa; departamento de Ucayali, Perú. Con altitud a 193 msnm, temperatura media anual de 32°C, precipitación pluvial de 946 mm³, latitud sur: 8°38'21" y longitud oeste: 74°57'52".

El experimento tuvo 21 días de aclimatación y 2 meses de alimentación (evaluación), desarrollándose desde el 01 de junio al 30 de agosto del 2023. Las fórmulas dietéticas se desarrollaron por el grupo de investigación de acuerdo con los intereses del estudio y la preparación de las dietas se realizó usando la infraestructura de la empresa PIAL Nutrition SAC – Pucallpa. Los análisis de composición proximal de ingredientes, dietas, pescado entero y músculo de pescado, y análisis de hematología y bioquímica sanguínea de los peces se realizaron en colaboración con el Laboratorio Natura Analytica SAC, ubicado en la ciudad de Pucallpa.

El proyecto de tesis hace parte del Proyecto N°.PE501079781-2022 denominado “Dietas funcionales de bajo costo y doble propósito para el *Arapaima gigas* (paiche): potenciamiento del crecimiento del pez y producción de pescado de calidad”, que cuenta con protocolo de investigación aprobado (Constancia de Autorización Ética N°.2023-04) por el Comité de Ética y Bienestar Animal (CEBA) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM.

3.2. Material y métodos:

3.2.1. Materiales y equipos:

- Tanques de fibra de vidrio de 500 L de capacidad máxima.
- Motores generadores de energía de 6,500w, marca: JAFID; modelo: 5500
- Equipo de colorimetría marca La Motte, modelo 3633-05
- Balanza romana digital, marca ADAM y modelo ABW 48.
- Equipo multiparámetro de análisis de agua, marca HANNA, modelo

HI98194

3.2.2. Metodología:

3.2.2.1. Animales experimentales:

Los peces se obtuvieron de un productor local formal. En el experimento, los 250 peces adquiridos tuvieron peso inicial de 57.2 ± 3.98 g y longitud inicial de 18.5 ± 1.26 cm, estos se distribuyeron en dos tanques con una capacidad de 2,000 litros de volumen de agua situados en el Laboratorio Húmedo de la Estación IVITA Pucallpa.

3.2.2.2. Preparación sanitaria y aclimatación de los peces:

Para el control sanitario se realizó la verificación de la ausencia de endoparásitos y ectoparásitos mediante la eutanasia de 10 peces mediante punción cerebral (Rondón et al., 2021). Luego, los peces se colocaron en dos tanques de 2,000 L alojados en un sistema con renovación constante de agua (caudal: 2.50 L/min), aireación controlada (5.48 ± 0.22 mg/L de oxígeno disuelto), temperatura (28.48 ± 0.37 °C), pH (7.30 ± 0.65) y fotoperiodo de 12 h. Posteriormente, los peces fueron puestos en cuarentena durante 21 días para garantizar su bienestar antes del inicio de la prueba de alimentación. Durante este período, los peces recibieron baños de sal una vez al día (5 g/L durante los primeros tres días y luego a una dosis de 2 g/L) (Cerdeira et al., 2018), baños de complejo B a razón de tres veces por semana (0.4 g/L) y fueron alimentados con cuatro comidas diarias (8, 12, 16, 20 h) con dieta comercial con 450.00 g/kg de proteína cruda (Nicovita®) hasta saciedad aparente. Una vez concluido el periodo de aclimatación los peces se distribuyeron en 20 tanques de fibra de vidrio con 380 L de volumen de agua útil (10 peces/tanque) para el inicio de la investigación con las dietas experimentales.

3.2.2.3. Elaboración de las dietas experimentales:

Se formularon cinco dietas (Cyrino et al., 2013), isonitrogénicas (450.20 g/kg de proteína bruta-PB) e isocalóricas (4,473.61 kcal/kg de energía bruta-EB), con una relación similar de EB: PB (9.94). Estas dietas se formularon con un porcentaje creciente de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM-poultry viscera meal) a los niveles de 0% (0PVM), 25% (25PVM), 50% (50PVM), 75% (75PVM), y 100% (100PVM). Los demás ingredientes se mantuvieron fijos a excepción de la torta de soya y el aceite de pescado, que se modificaron levemente con el fin de conseguir dietas con similares contenidos proteicos y energéticos (Tabla 4).

Se analizaron la composición proximal y el contenido de aminoácidos esenciales de la harina de pescado, harina de vísceras de aves (PVM), harina de soya, grano de maíz y harina de trigo utilizadas en las dietas experimentales (Tabla 3). La harina de vísceras de pollo para este ensayo fue preparada por Ocean Nutrition Perú S.A.C. Para ello, las vísceras fueron recolectadas en un centro de producción avícola en Lima, Perú, para ser llevadas a un proceso en Batch-digeridos, por la cual, fueron lavadas y llenadas en válvulas de cocción a vapor a 135 °C – 140 °C durante 40 min, prensadas para eliminar la grasa residual, secadas a 105 °C, y finalmente molida (C-Suárez et al., 2007) y tamizada; todo el proceso duró cinco horas en promedio.

Tabla 3. Composición proximal determinada y contenido de aminoácidos esenciales de los ingredientes utilizados para formular las dietas experimentales (base materia seca).

	Ingredientes ¹				
	Harina de pescado ²	Harina de vísceras de ave	harina de soja	Grano de maíz	harina de trigo
Composición proximal determinada (g kg ⁻¹)					
Materia seca	912.50	906.00	867.40	894.20	904.20
Proteína cruda	630.00	600.00	451.00	66.0	101.00
Energía bruta (kcal kg ⁻¹) ³	4.767,45	5.305,50	4.666,94	4.403,80	4.349,40
Ceniza	194.00	88.10	46.00	6.00	1.40
Lípidos totales	92.10	120.00	10.50	40.80	17.00
Carbohidratos ⁴	83,90	191.90	492.50	887.20	880.60
Contenido determinado de aminoácidos esenciales (% de proteína dietética)					
Arginina	4.20	6.40	3.26	2.93	0,59
Histidina	0.30	0.40	0.93	n.d	0.36
Isoleucina	2.60	4.20	2.05	0,27	0.48
Leucina	5.10	6.40	5.03	0.67	1.43
Lisina	1.70	4.80	1.96	0,27	1.07
Metionina	2.30	2.20	0.84	0,27	0,71
fenilalanina	2.80	6.00	3.07	0.40	0,71
Treonina	2.00	3.00	2.24	0,27	0,59
Triptófano	0,50	1.40	1.77	0.67	0,59
Valina	2.80	3.80	1.96	0,27	0.48

¹Se muestran las medias de análisis triplicados (n = 3) por ingrediente para la composición proximal y el contenido de aminoácidos esenciales. ²Harina de pescado premium (COSTAMAR®) derivada de anchoas. ³Energía bruta basada en valores calculados para proteínas, 5,64 kcal g⁻¹; lípidos, 9,44 kcal g⁻¹; carbohidratos, 4,11 kcal g⁻¹ (NRC, 2011). ⁴Carbohidratos (g kg⁻¹) = 1000 - (proteína cruda + ceniza + lípidos totales). nd = no detectado.

Los ingredientes que se utilizaron para elaborar las dietas fueron: harina de pescado premium, harina de vísceras de pollo, maíz molido, harina de trigo, torta de soya selecta, premezcla para acuicultura, antioxidante BHT, antifúngico fungiban y aceite de pescado. Antes de la elaboración de las dietas, todos los ingredientes fueron analizados en términos de composición proximal para una adecuada formulación. Para preparar los pellets,

todos los ingredientes secos se molieron finamente (1,000 μm marca TYPE-Y112M-4, Perú), se homogeneizaron en un mezclador horizontal de 500 kg de capacidad (Pial MPI-100, Perú), se extruyeron como pellets de 4 mm de diámetro (EPI-250, PIAL, Perú) y se secaron a 90 °C durante 2 h utilizando un secador de plataforma de 500 kg de capacidad (SMPI-250, PIAL, Perú) con movimientos constantes cada 15 minutos. Después de secar y antes de enfriar las dietas experimentales, se añadió aceite de pescado rociándolo con una bomba presurizada sobre los alimentos aplicando la técnica de aspersión. Las dietas se empacaron y almacenaron en bolsas negras dentro de un congelador a -15 °C. Se separaron fracciones de dietas para uso semanal durante la experimentación en baldes de plástico opacos y selladas al aire con el fin de evitar fotooxidación de nutrientes en las dietas preparadas.

Finalmente, para verificar el contenido nutricional de las dietas, se envió una muestra de 250 g de cada tipo de dieta preparada al Laboratorio de Natura Analytica S.A.C. Asimismo, se envió una muestra de 250 g de cada insumo (harina de pescado premium, harina de vísceras de pollo, maíz molido, harina de trigo, torta de soya selecta) para análisis del contenido de aminoácidos al Laboratorio La Molina Calidad Total de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima.

Tabla 4. Ingredientes (g/kg), composición proximal determinada (g/kg) y contenido estimado de aminoácidos (% de la proteína dietética) de las dietas experimentales con porcentajes crecientes de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM) para juveniles de *A. gigas*.

	Dietas ¹				
	0PVM	25PVM	50PVM	75 PMV	100PVM
Ingredientes (gkg-1)					
Harina de pescado	580.00	435.00	290.00	145.00	0.00
Harina de vísceras de pollo ³	0.00	145.00	290.00	435.00	580.00
Torta de soja	150.00	160.00	178.00	190.00	200.00
Maíz molido	156.00	156.00	156.00	156.00	156.00
Harina de trigo	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Aceite de pescado	50.00	40.00	22.00	10.00	0.00
Premezcla ²	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Antimicótico ³	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Antioxidante ⁴	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Composición proximal (g kg⁻¹)					
Materia seca	915.50	918.97	918.80	904.50	913.47
Proteína cruda-PC	448.10	448.00	451.20	451.90	451.70
Energía bruta-EB (kcal/kg ⁻¹) ⁵	4,766.19	4,809.10	4,675.02	4,796.23	4,852.15

	Dietas ¹				
	0PVM	25PVM	50PVM	75 PMV	100PVM
Ceniza	152.40	134.17	124.10	111.10	89.90
Lípidos totales	112.00	106.20	92.50	84.70	78.90
Carbohidratos ⁶	287.50	311.63	332.20	352.30	379.50
EB-PC	10.64	10.73	10.36	10.61	10.74
Contenido estimado de aminoácidos esenciales⁷					
Arginina	7.61	8.40	9.18	9.96	10.74
Histidina	0.74	0.79	0.86	0.91	0.97
Isoleucina	4.20	4.76	5.32	5.88	6.44
Leucina	8.68	9.21	9.76	10.30	10.83
Lisina	3.07	4.11	5.16	6.20	7.24
Metionina	3.43	3.42	3.39	3.38	3.37
Fenilalanina	4.87	5.98	7.09	8.18	9.28
Treonina	3,50	3.87	4.25	4.63	5.00
Triptófano	1.54	1.87	2.22	2.55	2.88
Valina	4.42	4.79	5.16	5.52	5.89
USD por kg de alimento ⁸	1.60	1.45	1.28	1.13	0.98

¹Niveles de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de ave (0 %, 25 %, 50 %, 75 % y 100 %). Se muestran los promedios de análisis en triplicado (n=3) por dieta para la composición proximal. ²Premix de vitaminas y minerales (DSM AQUACULTURE) – DSM es un premix de ROVIMIX® vitaminas, MICROGRAN® minerales, BHT y BHA (antioxidantes) para uso animal, producido por DSM Nutritional Products Perú, que contiene (por kg de producto): vitamina A 9,334,000 IU; vitamina D3 1,866,800 IU; vitamina E 93,333 IU; vitamina K3 5.33 g; tiamina (B1) 12.00 g; riboflavina (B2) 13.32 g; piridoxina (B6) 10.00 g; vitamina B12 0.02 g; ácido ascórbico 210.00 g; niacina 100.00 g; ácido pantoténico 33.32 g; ácido fólico 2.67 g; biotina 0.53 g; cobre 1.00 g; hierro 13.33 g; manganeso 26.66 g; cobalto 0.10 g; yodo 1.00 g; zinc 13.33 g; selenio 0.20 g; antioxidantes 26.60 g; excipientes q.s.p. 2,000.00 g. ³Fungibam. ⁴Butil-hidroxitolueno. ⁵Energía bruta basada en valores calculados para proteína, 5.64 kcal g⁻¹; lípidos, 9.44 kcal g⁻¹; carbohidratos, 4.11 kcal g⁻¹ (NRC, 2011). ⁶Carbohidratos (g kg⁻¹) = 1000 - (proteína cruda + cenizas + lípidos totales). ⁷Estimación basada en el análisis en triplicado (n=3) del contenido de aminoácidos esenciales totales de cada ingrediente (%). ⁸USD por kg de dietas usando la tasa de conversión de 3.71 Soles peruanos a USD al 06/02/2025.

3.3. Diseño experimental:

El experimento se llevó a cabo siguiendo un diseño completamente al azar con esquema unifactorial en el que se evaluaron cinco tratamientos (dietas) con cuatro repeticiones (tanques de cultivo). Las unidades experimentales consistieron en 20 tanques con volumen útil de 380 L de agua, numerados al azar, donde se alojaron juveniles de paiche con una densidad de 10 peces por tanque (Ribeiro et al., 2017). Los peces iniciaron el experimento con un peso promedio de 126.25 ± 3.98 g y una longitud promedio de 30.74 ± 1.26 cm. El sistema de crianza fue de flujo abierto con renovación continua de agua a un caudal de 1.50 L/min⁻¹, con un fotoperiodo de 12 h.

- Para garantizar condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los peces, se monitorearon diariamente los siguientes parámetros del agua a las 10:00 horas (temperatura: 27.89 ± 0.63 °C, oxígeno disuelto: 5.32 ± 0.15 mg/L y pH: 7.42 ± 0.17) usando un equipo multiparámetro de análisis de agua (marca HANNA modelo HI98194).

- Además, dos veces por semana se controlaron los niveles de amoníaco total (1.50 ± 0.29 mg/L) y nitrito (0.50 ± 0.18 mg/L) utilizando métodos colorimétricos descritos por Verdouw et al. (1978) y Boyd y Tucker (1992), respectivamente. Los parámetros de calidad del agua se mantuvieron dentro del rango de confort reportado para el paiche (Cavero et al., 2004; Souza-Bastos et al., 2017).

Así mismo durante el ensayo de alimentación, los peces recibieron baños de sal una vez al día (2 g/L) (Cerqueira et al., 2018), y baños de complejo B tres veces por semana (0.40 g/L). Los peces fueron alimentados con las dietas experimentales cuatro veces al día (8, 12, 16 y 20 h) hasta saciedad aparente, durante un período de 60 días.

3.4. Variables:

3.4.1. Variable independiente:

- Niveles crecientes de sustitución de harina de pescado por harina de vísceras de pollo en la dieta de juveniles de paiche (0%, 25%, 50%, 75% y 100%).

3.4.2. Variables dependientes:

- Parámetros de crecimiento y composición corporal:
 - Peso final (g)
 - Longitud final (cm)
 - Índice de conversión alimenticia (FCR)
 - Tasa de crecimiento relativo (RGR, %/día)
 - Supervivencia
 - Retención corporal de nutrientes (% nitrógeno)
 - Índices somáticos (hepatosomático, viscerosomático y liposomático)
- Parámetros fisiológicos (hematología y bioquímica sanguínea):
 - Hemoglobina (g/dL)
 - Hematocrito (%)
 - Conteo de eritrocitos (millones de células/mm³)
 - Conteo de leucocitos (células/mm³)
 - Índices hematimétricos
 - Glucosa plasmática (mg/dL)
 - Colesterol plasmático (mg/dL)

- Triglicéridos plasmáticos (mg/dL)
- Proteína total en plasma (g/dL)
- Composición proximal del músculo:
 - Contenido de humedad (%)
 - Cenizas (%)
 - Proteína bruta (%)
 - Lípidos totales (%)

3.5. Evaluaciones:

3.5.1. Análisis de crecimiento de peces:

Al final del período de alimentación, el desempeño en crecimiento de los animales fue evaluado en términos de:

- Peso final (g)
- Longitud final (cm)
- Ganancia de peso [peso final - peso inicial].
- Ganancia de longitud [longitud final - longitud inicial].
- Tasa de crecimiento relativo $[(e^g - 1) \times 100]$; donde "e" es el número "nepper" y $g = (\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})) / (\text{tiempo})$.
- Consumo de alimento por pez.
- Conversión alimenticia [ingesta de alimento/ganancia de peso].
- Para las tasas de retención corporal de nutrientes, se analizaron en el laboratorio muestras de peces enteros al inicio del experimento y al final.
 - Tasa de retención de nitrógeno $[(\text{peso final} \times \text{contenido final de proteína de pescado}) - (\text{peso inicial} \times \text{contenido inicial de proteína de pescado}) \times 100] / \text{ingesta de proteína}$.
 - Supervivencia $[(\text{número final de peces} \times 100) / \text{número inicial de peces}]$.
 - Factor de condición alométrico de Fulton $[\text{peso}/\text{longitud}^3]$.

Para ello, al finalizar el experimento, los peces fueron sometidos a restricción alimenticia por un período de 12 horas. Todos los peces fueron medidos y pesados. Luego, se muestrearon 16 peces por cada tratamiento (4 peces por unidad experimental), se sacrificaron por shock térmico en agua fría (Fletcher et al., 1988) y se extrajeron los hígados, vísceras y grasa visceral para análisis de índices hepatosomático, viscerosomático y

liposomático. Estos peces se utilizaron para obtener muestras para analizar la composición proximal del pescado entero (2 peces por unidad experimental) y músculo (2 peces por unidad experimental).

3.5.2. Análisis de los parámetros hematológicos y bioquímica de plasma sanguíneo de los peces:

La recolección de sangre fue de 8 peces por tratamiento (2 peces por unidad experimental, n=4), recolectando un total de 1.5 mL de sangre por pez. Para ello, los peces fueron previamente anestesiados (1mL/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). Las muestras de sangre se analizaron conforme los siguientes parámetros:

- Hemoglobina ([HB] – g/dL) por el método de cianometahemoglobina usando el reactivo Drabkin, con una absorbancia de lectura de 540 nm en espectrofotometría (Kampen y Zijlstra, 1961).
- Hematocrito (HT - %), determinado por la escala de Goldenfarb et al. (1971).
- Número de eritrocitos en cámara de Neubauer, después de la dilución en 2.0 mL de citrato de formalina modificado por (Oliveira-Junior et al. 2008).
- Con los resultados de estos parámetros, se calcularon los índices hematimétricos de Wintrobe: Volumen Corpuscular Medio (VCM) = $HT \times 10 / ER$; Hemoglobina corpuscular media (HCM) = $[HBb] \times 10 / ERI$ y Concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) = $[HB] \times 100 / Ht$
- Recuento de leucocitos en 1 mm^3 (linfocitos - %, neutrófilos - %, eosinófilos - %, basófilos - %, linfocitos - % y monocitos - %) mediante el método indirecto usando la tinción May-Grunwald-Giemsa.
- En el plasma sanguíneo se realizarán los siguientes análisis:
 - Glucosa (mg/dL) por el método colorimétrico enzimático (glucosa oxidasa).
 - Colesterol (mg dL^{-1}) por el método espectrofotométrico.
 - Triglicéridos (mg/dL) por medio del sistema colorimétrico.
 - Proteínas totales (g/L) tras modificación del método diurético.

3.5.3. Análisis de la composición proximal del pescado:

Los peces sacrificados en el procedimiento anterior se utilizaron conforme el procedimiento detallado a continuación:

- Se trituraron y homogeneizaron dos peces enteros por cada unidad experimental en un solo pool por cada unidad experimental para los análisis de composición de pescado entero proximal.
- El filete izquierdo y derecho se extrajeron de dos peces por unidad experimental. Los filetes fueron molidos y mezclados en un solo pool por unidad experimental para ser enviados al Laboratorio de Natura Analytica S.A.C. para evaluaciones de composición proximal del músculo, en términos de humedad, proteínas totales, lípidos totales, fibra bruta, cenizas, según los procedimientos descritos por la AOAC (2010). Las valoraciones de cada muestra se hicieron en el laboratorio por triplicado.

3.6. Análisis de datos:

La homogeneidad inicial del peso de los peces se confirmó mediante la prueba Q de Cochran ($p < 0.05$) y la normalidad se confirmó mediante la prueba de Shapiro-Wilk ($p < 0.05$). El análisis de los datos de crecimiento, los parámetros hematológicos y bioquímica sanguínea y la composición proximal de la carne de paiche se realizó mediante ANOVA de una vía y la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se utilizó un análisis de regresión polinomial de segundo grado para estimar el porcentaje de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo en la dieta que generó una mayor ganancia de peso. Los datos se analizaron utilizando el Software Statistica 13.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Crecimiento de los peces:

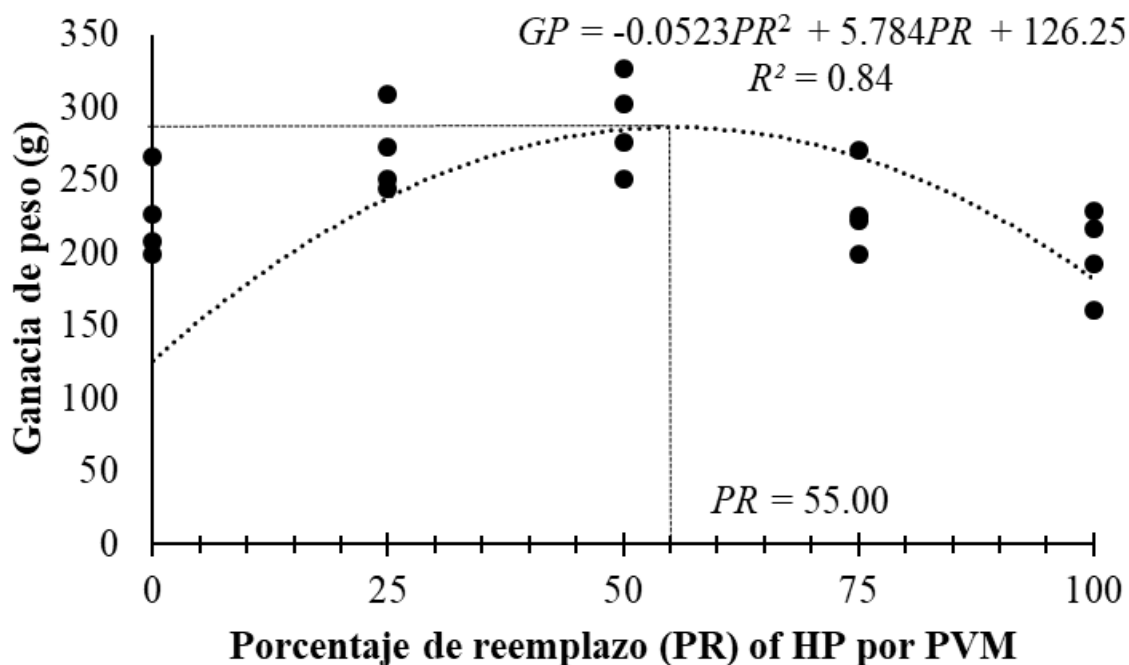


Figura 1. Porcentaje de reemplazo de harina de pescado (HP) por harina de vísceras de pollo (PVM) en dietas para juveniles de *A. gigas*.

Los peces alimentados con dietas de 0PVM a 75PVM exhibieron resultados estadísticamente similares en términos de peso final, longitud final, ganancia de peso, ganancia de longitud, tasa de conversión alimenticia, tasa de crecimiento relativo y retención de proteínas ($p > 0.05$). Sin embargo, esos parámetros fueron notablemente mejores en los peces alimentados con 25PVM y 50PVM en comparación con los peces alimentados con 100PVM ($p < 0.05$). Estos resultados indican la posibilidad de reemplazo parcial de harina de pescado por PVM en dietas para juveniles de paiche con respuestas favorables de desempeño zootécnico. Asimismo, estos datos se asemejan a experiencias obtenidas por (Baboli 2013; Karapanagiotidis, et al. 2018); en trucha arcoíris y en *Sparus aurata* (dorada) alimentada con hasta 50% de reemplazo de harina de pescado por harina de subproductos de aves, y en *Oncorhynchus kisutch* (salmón coho)

Los datos de peso final, longitud final, ganancia de peso, ganancia de longitud, tasa de crecimiento relativo y retención corporal de nitrógeno se ajustaron utilizando una regresión polinomial de segundo orden ($p < 0.05$), lo que indica que las dietas con un reemplazo del 50% - 55% de harina de pescado por PVM respaldan el mejor desempeño de crecimiento (Tabla 5) y el 55% es el porcentaje óptimo de reemplazo de harina de pescado por PMV para maximizar la ganancia de peso (Figura 1). El nivel óptimo de reemplazo de PVM en las dietas

de paiche coincide con estudios similares de sustitución de harina de pescado por ingredientes no convencionales en otras especies carnívoras de peces de agua dulce. Por ejemplo, en la *Oncorhynchus mykiss*, los niveles de reemplazo superiores al 50% de harina de pescado por harina de aves de corral resultaron en un rendimiento de crecimiento reducido debido a desequilibrios en los perfiles de aminoácidos, digestibilidad o competencia de nutrientes (Baboli, 2013). De manera similar, en *Toteaba macdonaldit* (totoaba), se encontró que una sustitución del 67 % de harina de pescado por harina de subproductos avícolas resultó en el mejor rendimiento de crecimiento (Zapata et al., 2014). En juveniles de dorada *Sparus aurata* (dorada), se sugirió una sustitución del 50 % de harina de pescado por harina de subproductos avícolas como el nivel óptimo para maximizar el crecimiento (Karapanagiotidis et al., 2018). Estos peces carnívoros requieren de una alimentación que sea alto en proteína que oscile entre 40% y 55% de la dieta (NRC, 2011; Oliva-Teles et al., 2015). En este sentido, la proteína proveniente de los subproductos del procesamiento de aves ofrece un perfil adecuado de nutrientes, es digerible y puede sustituir parcial o completamente la harina de pescado (Zhou et al., 2004), dependiendo de la especie en cuestión. El perfil de aminoácidos del PVM, indica presencia de todos los aminoácidos esenciales y perfil importante de lisina y metionina, las cuales desempeñan un papel crucial en la síntesis de proteínas musculares, particularmente en especies carnívoras. Esto es coherente con los hallazgos de (Hepher, 1988), quien enfatizó la importancia de los perfiles de aminoácidos equilibrados para apoyar el crecimiento y la salud óptima en los peces carnívoros. Es probable que la mayor ganancia de peso obtenida con un nivel de reemplazo del 55% de harina de pescado por PVM se deba al suministro equilibrado de nutrientes esenciales y aminoácidos con niveles óptimos para los paiches según lo reportado por (Rodrigues et al., 2021), quienes utilizaron la lisina como aminoácido de referencia para la estimación de los requerimientos de otros aminoácidos esenciales. (Dairiki, Dias y Cyrino 2007; Rodrigues et al., 2021). Y las dietas con mayor porcentaje de sustitución de harina de pescado por PVM, no obtuvieron mejores resultados y es debido a un exceso de aminoácidos que presentaban estas con respecto a las demás, provocando una falta de asimilación y desecho de las mismas.

Así mismo, se menciona que el éxito del reemplazo dietético de la harina de pescado por harina de vísceras de pollo es dependiente de la calidad del insumo; la misma que está basada en la composición y calidad de la materia prima (vísceras), del proceso de manufactura de la harina, y del almacenamiento del insumo (Yang et al., 2004).

Adicionalmente, el reemplazo de la harina de pescado garantiza una reducción del costo del alimento al usar subproductos avícolas, en 20%, pasando de USD 1.32 a USD

1.27. Por otro lado, es posible que los bajos desempeños zootécnicos expresados en ganancia de peso, longitud y tasa de conversión alimenticia en peces alimentados con 100PMV se deba al leve incremento del contenido de soya y/o a la disminución del contenido de aceite de pescado en las dietas, conforme se incrementaba el nivel de reemplazo de harina de pescado por PVM. La torta de soya es un ingrediente de origen vegetal que, en altas proporciones, puede afectar negativamente el crecimiento de los peces y provocarles anemia (Gonçalves et al., (2025). Aunque la torta de soya es una excelente fuente de proteína que se utiliza comúnmente en la alimentación de peces de agua dulce, presenta algunas limitaciones. Entre ellas se encuentran la falta de metionina y la presencia de factores antinutricionales, como inhibidores de proteasas, lectinas y taninos, que pueden afectar la digestibilidad y la absorción de nutrientes. (NRC, 2011), pueden impactar de manera adversa en el crecimiento y bienestar de los peces al disminuir la digestibilidad de las proteínas e inducir enteritis (Urán et al., 2008; Gonçalves et al., 2025).

El aceite de pescado es suministro de ácidos grasos insaturados o poliinsaturados en la alimentación para peces (Oliva-Teles et al., 2015). Si bien es cierto que la reducción completa o parcial del aceite de pescado, no suele poner en riesgo el crecimiento ni la eficacia alimentaria de los peces, sí conduce a una reducción de los niveles de Ácidos grasos poliinsaturados n-3 y a un incremento de los ácidos grasos poliinsaturados n-6 en la composición corporal total y proximal del filete (Ruiz, et al. 2024). Estas anomalías en el perfil de los ácidos grasos pueden derivar en desórdenes fisiológicos, tales como alteraciones en el metabolismo energético y lipídico, fomentando la lipogénesis (Panserat et al., 2009), la acumulación de grasa en los órganos digestivos y la inflamación de estos (Ballester-Lozano et al., 2015; Ruiz, et al. 2024).

Las tasas de sobrevivencia de los peces no se vieron significativamente influenciadas por el aumento del porcentaje de reemplazo de harina de pescado por PVM en las dietas ($p>0.05$). Igual resultado se obtuvo con similares niveles de reemplazo con harina de subproductos de aves en dietas para trucha arco iris, *Totoaba macdonaldi* (totoaba), juveniles de dorada (Baboli et al., 2013, Zapata et al., 2014; Karapanagiotidis I., et al. 2018) respectivamente, llegando a deducir que los paiches son capaces de consumir diferentes fuentes de proteína animal con niveles de reemplazo a la harina de pescado y adaptarse a estos cambios. El consumo de alimento, el factor de condición alométrica de Fulton, el índice hepatosomático, el índice viscerosomático y el índice liposomático no se vieron afectados por el aumento de los niveles de reemplazo de harina de pescado con PVM en las dietas ($p>0.05$) (Tabla 5).

En este estudio, las tasas de conversión alimenticia obtenidas han sido superiores al valor de 0,74 reportado por Gonçalves et al. (2025) para juveniles de pirarucú alimentados con dietas que contenían harina desgrasada de mosca soldado negra, coincidieron con los valores reportados en estudios previos que utilizaron alimentos acuícolas con un contenido proteico adecuado o aditivos alimentarios (Ribeiro et al., 2017; Nobre et al., 2025). Por ejemplo, utilizamos agua de pozo, que también se utilizó en el experimento de Ribeiro et al. (2017). El agua de pozo a menudo contiene minerales y otros componentes que pueden degradar la calidad del agua, lo que podría resultar en tasas de conversión alimenticia más altas.

Además, estos resultados sugieren que las dietas no causaron alteraciones en la estructura hepática ni en el crecimiento interno excesivo de las vísceras, como lo demuestran los valores similares de los índices hepatosomático y viscerosomático observados en todos los grupos de peces. A pesar de las diferencias nutricionales que pudieran haberse detectado, las dietas no provocaron una mayor acumulación de grasa visceral, a diferencia de lo reportado en otros estudios (Nobre et al., 2025), lo que sugiere que la inclusión de PVM no resultó en una acumulación excesiva de grasa, lo cual es positivo para el crecimiento y la salud general de los peces.

Tabla 5. Supervivencia, parámetros de crecimiento e índices somáticos de juveniles de *A. gigas* alimentados con dietas con porcentajes crecientes de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM).

Parámetros	Dietas					Valor p del ANOVA de una vía
	0PVM	25PVM	50PVM	75PVM	100PVM	
S (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-
PF (g)	351.25 ± 29.43 ^{ab}	395.50 ± 28.95 ^a	415.25 ± 32.93 ^a	355.75 ± 30.04 ^{ab}	326.00 ± 30.00 ^b	*
LF (cm)	38.06 ± 1.14 ^{ab}	39.47 ± 0.76 ^a	39.98 ± 0.98 ^a	38.00 ± 0.96 ^{ab}	36.71 ± 0.97 ^b	*
GP (g)	225.00 ± 29.43 ^{ab}	269.25 ± 28.95 ^a	289.00 ± 32.93 ^a	229.50 ± 30.04 ^{ab}	199.75 ± 30.00 ^b	*
GL (cm)	7.32 ± 1.14 ^{ab}	8.73 ± 0.76 ^a	9.24 ± 0.98 ^a	7.26 ± 0.96 ^{ab}	5.97 ± 0.97 ^b	*
CA (g/fish)	409.46 ± 14.26	427.01 ± 22.42	452.71 ± 32.54	437.34 ± 13.16	439.45 ± 24.32	n.s.
ICA	1.85 ± 0.26 ^{ab}	1.59 ± 0.10 ^a	1.58 ± 0.23 ^a	1.93 ± 0.22 ^{ab}	2.24 ± 0.36 ^b	*
TCR (%/día ⁻¹)	1.72 ± 0.14 ^{ab}	1.92 ± 0.12 ^a	2.00 ± 0.14 ^a	1.74 ± 0.14 ^{ab}	1.59 ± 0.16 ^b	*
FC	0.64 ± 0.01	0.64 ± 0.02	0.65 ± 0.01	0.65 ± 0.02	0.66 ± 0.02	n.s.
RP (%)	30.20 ± 8.70 ^{ab}	41.10 ± 2.84 ^a	42.22 ± 6.98 ^a	32.99 ± 3.90 ^{ab}	27.19 ± 4.53 ^b	*
IHS	1.48 ± 0.35	1.77 ± 0.11	1.59 ± 0.06	1.56 ± 0.24	1.66 ± 0.09	n.s.
IVS	7.43 ± 1.45	7.80 ± 1.25	7.02 ± 0.90	7.12 ± 1.19	7.26 ± 1.03	n.s.
ILS	0.08 ± 0.04	0.10 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.10 ± 0.03	0.10 ± 0.06	n.s.

Los resultados se muestran como media ± desviación estándar (n = 4), los datos se analizaron mediante ANOVA de una vía y prueba de Tukey (p < 0,05), por lo que letras diferentes en la línea indican diferencias estadísticas. S = supervivencia. PF = peso final. LF = longitud final. GP = ganancia de peso. GL = ganancia de longitud. CA = consumo de alimento. ICA = índice de conversión alimenticia. TCR = tasa de crecimiento relativo. FC = factor de condición alométrico de Fulton, RP = retención de proteína. IHS = índice hepatosomático. IVS = índice viscerasomático. ILS = índice liposomático. n.s. = sin diferencias estadísticas

4.2. Análisis de sangre completa y bioquímica del plasma:

Los peces alimentados con 25PVM a 100PVM mostraron valores estadísticamente similares ($p > 0.05$) en términos de contenidos de hemoglobina y hematocrito; mientras que peces alimentados con 0PMV presentaron valores de hemoglobina más bajos que los peces alimentados con 75PVM y 100PVM, y valores de hematocrito más bajos que los peces alimentados con 100PVM ($p < 0.05$), como se muestran en la (Tabla 6). Otros estudios realizados por Metochis et al., (2017), obtuvieron valores de hematocrito más bajos con dieta comercial de origen marino (MB) que los peces alimentados con 100 PBM ($p < 0,05$), en Salmón del atlántico *Salmon salar L.*

En términos generales, los bajos valores de hemoglobina y hematocrito observados en peces alimentados con 0PMV en relación a aquellos que recibieron dietas con altos contenidos de reemplazo dietético de harina de pescado por PMV, indican una cuestión de leve estrés nutricional. El estrés requiere de energía, por ende, se exige del transporte de más hemoglobina con concentraciones de oxígeno para la producción de energía y así lograr mantener la homeostasis del animal; es decir se produjo un ajuste metabólico para mantener estables a los peces.

No obstante, estos ajustes metabólicos no significan arbitrariamente daño a la salud del animal, toda vez que no se observaron adelgazamientos, cuestiones crónicas como desnutrición, mortalidades etc. Así como no se observaron diferencias en los parámetros hematológicos de peces alimentados con la dieta 100 PVM, los cuales mostraron los siguientes valores; los glóbulos rojos (RBC) ($2.34 \pm 0.28 \times 10^6 / \text{dL}$), la MCHC ($32.00 \pm 1.99 \%$), el MCV ($125.10 \pm 12.69 \text{ fL}$), el MCH ($42.07 \pm 6.43 \text{ g/Dl}^{-1}$), los glóbulos blancos (WBC) ($0.11 \pm 0.02 \times 10^5 / \mu\text{L}^{-1}$), los neutrófilos ($63.50 \pm 6.76\%$), los linfocitos ($36.50 \pm 6.76\%$). Estos valores se ubican en el rango considerado apropiado para cualquier especie de pez (Fazio, 2019; Gonçalves et al., (2025).

El colesterol y las proteínas plasmáticas mostraron contenidos similares en los peces alimentados con 25PVM a 100PVM ($p > 0.05$); sin embargo, los peces alimentados con 0PMV presentaron colesterol plasmático y proteínas plasmáticas más bajas que los peces alimentados con 50PVM a 100PVM ($p < 0.05$) (Tabla 6). Es probable que los altos contenidos de proteína y colesterol plasmáticos en peces alimentados con mayor contenido de las dietas 50%, 75%, 100% de PVM se deba a un leve estrés nutricional, causado por la alteración o modificación del reemplazo de harina de pescado por otras fuentes proteicas, por el leve incremento de la torta de soya y la disminución de una fuente rica de ácidos grasos (aceite de

pescado). (Prathomya et al., 2018; Cerdeira et al., 2019; Araújo et al., 2022; Kianrad et al., 2022). Debido a esta alteración el organismo de los peces carnívoros busca mantener su homeostasis, utilizando las proteínas y los lípidos como componentes primarios para la producción de energía; es decir, puede haber inducido a los peces a aumentar su fracción de glóbulos rojos y elevar el contenido de hemoglobina para facilitar el transporte de oxígeno, así como movilizar el colesterol y las proteínas plasmáticas para la síntesis de energía (NRC, 2011) Sin embargo, a pesar de estos cambios metabólicos en el plasma Gonçalves et al., (2025) no motivo una alteración en los parámetros plasmáticos (colesterol, glucosa, triglicéridos y proteínas) (Ribeiro et al., 2017; Rodrigues et al., 2020).

Si bien es cierto que los peces carnívoros no utilizan los carbohidratos como fuente primaria para producción de energía (Oliva-Teles et al., 2015), pero si hay una situación de estrés, el pez incrementa su nivel cortisol (hormona del estrés) y este eleva la glucosa en la sangre, esto proporciona energía para el organismo del animal para reducir el estrés. A pesar que estos componentes se han incrementado, tanto la glucosa plasmática (67.00 ± 10.76 mg dL⁻¹) como los triglicéridos plasmáticos (76.00 ± 11.05 mg dL⁻¹) que son componentes secundarios y usuales indicadores de estrés no se vieron afectados. Interpretándose que la homeostasis de los animales se mantuvo estable.

Tabla 6. Parámetros hematológicos y bioquímicos de juveniles de *A. gigas* alimentados con dietas con porcentajes crecientes de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM).

Parámetros	Dietas					Valor p del ANOVA de una vía
	0PVM	25PVM	50PVM	75PVM	100PVM	
Hemoglobina (g dL ⁻¹)	8.60 ± 0.58 ^b	8.83 ± 0.33 ^{ab}	8.73 ± 0.22 ^{ab}	9.58 ± 0.69 ^a	9.53 ± 0.54 ^a	*
Hematocrito (%)	25.25 ± 1.71 ^b	26.75 ± 1.50 ^{ab}	27.75 ± 1.71 ^{ab}	28.25 ± 1.26 ^{ab}	29.00 ± 1.41 ^a	*
RBC (×10 ⁶ /dL ⁻¹)	2.13 ± 0.29	2.34 ± 0.25	1.86 ± 0.30	2.41 ± 0.60	2.34 ± 0.28	n.s.
MCHC (%)	34.10 ± 2.64	32.98 ± 0.78	31.48 ± 1.74	33.83 ± 1.06	32.00 ± 1.99	n.s.
MCV (fL)	120.10 ± 17.36	114.88 ± 8.79	151.15 ± 18.02	122.20 ± 26.88	125.10 ± 12.69	n.s.
MCH (g dL ⁻¹)	42.23 ± 7.05	37.90 ± 3.43	47.63 ± 6.36	41.30 ± 8.58	41.30 ± 6.74	n.s.
WBC (×10 ⁵ μL ⁻¹)	0.12 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.12 ± 0.03	0.11 ± 0.03	0.11 ± 0.02	n.s.
Neutrófilos (%)	63.50 ± 6.76	64.00 ± 5.89	61.25 ± 7.68	65.75 ± 5.44	65.50 ± 9.33	n.s.
Linfocitos (%)	36.50 ± 6.76	36.00 ± 5.89	38.75 ± 7.68	34.25 ± 5.44	34.50 ± 9.33	n.s.
<i>Parámetros bioquímicos</i>						
Glucosa (mg dL ⁻¹)	77.50 ± 21.02	62.25 ± 4.57	61.50 ± 16.90	68.50 ± 5.07	65.25 ± 6.24	n.s.
Triglicéridos (mg dL ⁻¹)	65.00 ± 12.96	79.25 ± 16.09	81.50 ± 7.19	70.25 ± 6.18	84.00 ± 12.83	n.s.
Colesterol (mg dL ⁻¹)	80.75 ± 12.12 ^b	102.75 ± 11.62 ^{ab}	123.00 ± 13.98 ^a	114.50 ± 5.45 ^a	119.75 ± 16.26 ^a	*
Proteína (g dL ⁻¹)	2.25 ± 0.13 ^c	2.28 ± 0.10 ^{bc}	2.50 ± 0.08 ^{ab}	2.40 ± 0.08 ^{ab}	2.58 ± 0.17 ^a	*

Los resultados se muestran como media ± desviación estándar (n = 4), los datos se analizaron mediante ANOVA de una vía y prueba de Tukey (p < 0.05), por lo que letras diferentes en la línea indican diferencias estadísticas. RBC = glóbulos rojos. MCHC = concentración media de hemoglobina corpuscular. MVC = volumen corpuscular medio. MCH = hemoglobina corpuscular media. WBC = glóbulos blancos. PVM = porcentaje dietético óptimo de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de ave para maximizar el parámetro. n.s. = sin diferencias estadísticas.

4.3. Composición proximal del filete de *A. gigas*:

El contenido de materia húmeda (769.21 ± 9.58 g/kg) y proteína cruda (150.17 ± 4.16 g/kg) en filetes de juveniles de paiche no fueron afectados por el aumento porcentual de reemplazo de harina de pescado por PVM en la dieta ($p > 0.05$). El contenido de lípidos y cenizas en los filetes mostró valores similares en los peces alimentados con 25PVM a 100PVM ($p > 0.05$); sin embargo, los peces alimentados con 0PVM presentaron menor contenido de lípidos que los peces alimentados con 75PVM y 100PVM, y menor contenido de cenizas que los peces alimentados con 50PVM a 100PVM ($p < 0.05$) (Tabla 7). Datos similares fueron encontrados por (Baboli, 2013; González-Rodríguez et al., 2016), con altos niveles de reemplazo de harina de pescado por harina de subproductos de aves, quienes hallaron un mayor contenido de lípidos en trucha arcoíris y *Tinca tinca* (tenca), respectivamente. No se puede descartar que los menores pesos de los peces no solo se debieran a los niveles de reemplazo de harina de pescado por del 75PVM y 100PVM sino también a los niveles altos carbohidratos en la composición proximal de la dieta, la cual generó acumulación de altos niveles de lípidos como resultado (Epifânio et al., 2023), a diferencia de la dieta 0PVM. Los peces carnívoros utilizan la proteína y grasas como fuente primaria para la obtención de energía, lo que significa que gran parte ello no se acumula si no que lo utiliza para sus funciones metabólicas (Oliveira-Teles et al., 2015). Y las fuentes de carbohidratos en el organismo del paiche no lo utiliza inmediatamente como fuente energética, ya que los peces carnívoros tienen una capacidad limitada para utilizar los carbohidratos de la dieta (NRC, 2011); es decir, que el carbohidrato dietético es metabolizado a glucosa y parte de ellos puede ser almacenado como grasa visceral o grasa corporal.

Según los resultados hay mayor contenido de cenizas en los filetes de paiches alimentados con dietas de 50PVM a 100PVM con menor contenido de cenizas a diferencia de los filetes con dieta de 0PVM que contiene mayor contenido de cenizas en la composición proximal, resultados similares se hallaron en experimentos con sustitución de harina de subproductos de aves, con niveles bajos de ceniza en la dieta control formulada con harina de pescado con respecto al nivel de sustitución con 50% de harina de subproductos de aves (Yu et al., 2023). Es muy probable que las cenizas de la harina de pescado de la dieta 0PVM, se hayan utilizado de manera adecuada para las funciones metabólicas. Es sabido que los microminerales esenciales funcionan como catalizadores en múltiples reacciones enzimáticas esenciales para procesos fisiológicos, tales como la respiración celular, la defensa antioxidante, el metabolismo hepático y óseo, y la función del sistema inmunológico (Damasceno et al., 2016; Dawood et al.,

2021). Por lo tanto, hay un bajo contenido de minerales almacenados en los filetes del 0PVM a diferencia de las dietas de 50PVM a 100PVM con menor fuente de minerales y con baja digestibilidad, no fue tan aprovechado por el organismo del pez, ocasionando una deposición de los minerales como cenizas en la composición corporal. Si bien es cierto metabólicamente le favorece al pez consumir una dieta más rica en harina de pescado por las cenizas que utiliza, por otro lado, tenemos un filete de pescado más rico en minerales debido a las deposiciones de esta, lo cual favorece para el consumo humano.

Tabla 7. Composición proximal de filetes (g/kg) de juveniles de *A. gigas* alimentados con dietas con porcentaje creciente de reemplazo de harina de pescado por harina de vísceras de pollo (PVM).

Parámetros	Dietas					Valor p del ANOVA de una vía
	0PVM	25PVM	50PVM	75PVM	100PVM	
Materia húmeda	778.73 ± 10.31	765.13 ± 9.71	772.37 ± 7.57	763.53 ± 8.70	766.27 ± 11.60	n.s.
Proteínas	149.00 ± 8.53	157.90 ± 9.56	146.43 ± 7.57	148.10 ± 8.26	149.40 ± 8.70	n.s.
Lípidos	26.13 ± 3.38 ^b	28.77 ± 2.51 ^{ab}	31.93 ± 3.45 ^{ab}	37.53 ± 4.35 ^a	35.30 ± 3.80 ^a	*
Cenizas	31.03 ± 1.55 ^b	35.20 ± 2.53 ^{ab}	36.50 ± 2.56 ^a	38.40 ± 2.92 ^a	35.43 ± 1.50 ^{ab}	*

Los resultados se muestran como media ± desviación estándar (n = 4), los datos se analizaron mediante ANOVA de una vía y prueba de Tukey (p<0.05), por lo que letras diferentes en la línea indican diferencias estadísticas. n.s. = sin diferencias estadísticas

V. CONCLUSIONES

- Se rechaza la hipótesis planteada, dado que la sustitución total de la harina de pescado por PVM no mantuvo un desempeño comparable en crecimiento, índices somáticos, retención de nutrientes ni calidad del músculo. Sin embargo, un nivel de reemplazo del 55% de PVM, optimizó el crecimiento y mantuvo parámetros hematológicos y bioquímicos adecuados, indicando que el PVM es una alternativa viable de sustitución parcial, pero no total, en dietas para juveniles de *A. gigas*.

- Al sustituir la harina de pescado con niveles crecientes de harina de PVM en la dieta del paiche, favoreció el mantenimiento de parámetros hematológicos dentro de rangos óptimos y mejoró los niveles plasmáticos de colesterol y proteínas, evidenciando un efecto positivo sobre la salud sanguínea y el metabolismo lipídico-proteico.

- La sustitución de harina de pescado por PVM en niveles crecientes resultó en un mayor contenido de lípidos y cenizas en la carne del paiche, lo que podría influir en la calidad nutricional del producto final y debe considerarse en la formulación de dietas balanceadas.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Utilizar un insumo no tradicional, como la harina de vísceras de pollo en la alimentación de juveniles de paiche, promoviendo peces saludables y de alto contenido nutricional, debido a demostración de su eficiencia.
- Seguir promoviendo el uso de la harina de víscera de pollo en la alimentación de paiche, como una actividad con enfoque de economía circular.
- Ampliar el conocimiento en cuanto a exigencias nutricionales de juveniles de paiche e ir hacia el camino de la formulación de una dieta más específica y adecuada.

VII. REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists. (2010). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*.
- Araújo, B. C., Skrzynska, A. K., Marques, V. H., Tinajero, A., Del Rio-Zaragoza, O. B., Viana, M. T., & Mata-Sotres, J. A. (2022). Dietary arachidonic acid (20:4n-6) levels and its effect on growth performance, fatty acid profile, gene expression for lipid metabolism, and health status of juvenile California yellowtail (*Seriola dorsalis*). *Fishes*, 7(4), 185. <https://doi.org/10.3390/fishes7040185>
- Avadi, A., Pelletier, N., Aubin, J., Ralite, S., Nuñez, J., & Freon, P. (2015). Comparative environmental performance of artisanal and commercial feed use in Peruvian freshwater aquaculture. *Aquaculture*, 435, 52–66.
- Baboli, M., Dawodi, M., & Gorjipor, A. (2013). Effect of replacement fish meal by poultry meal on growth, survival and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 5, 296–300.
- Badillo, D., Herzka, S. Z., & Viana, M. T. (2014). Protein retention assessment of four levels of poultry by-product substitution of fishmeal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets using stable isotopes of nitrogen (¹⁵N) as natural tracers. *PLoS ONE*, 9(9), Article e107523. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107523>
- Ballester-Lozano, G. F., Benedito-Palos, L., Estensoro, I., Sitjà-Bobadilla, A., Kaushik, S., & Pérez-Sánchez, J. (2016). Comprehensive biometric, biochemical and histopathological assessment of nutrient deficiencies in gilthead sea bream fed semi-purified diets – Corrigendum. *British Journal of Nutrition*, 116(11), 1996. <https://doi.org/10.1017/S0007114516003901>
- Biron, M., & Benfey, T. J. (1994). Cortisol, glucose and hematocrit changes during acute stress, cohort sampling, and the diel cycle in diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill). *Fish Physiology and Biochemistry*, 13, 153–160.
- Brandão, F., Gomes, L. C., & Chagas, E. C. (2006). Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. *Acta Amazonica*, 36, 349–356.

- Bueno, G. W., Ostrensky, A., Canzi, C., Matos, F. T., & Roubach, R. (2015). Implementation of aquaculture parks in Federal Government waters in Brazil. *Reviews in Aquaculture*, 7, 1–12. <https://doi.org/10.1111/raq.12045>
- Byelashov, O., & Griffin, M. (2014). Fish in, fish out: Perception of sustainability and contribution to public health. *Fisheries*, 39(11), 531–535. <https://doi.org/10.1080/03632415.2014.967765>
- Castello, L. (2004). A method to count pirarucu *Arapaima gigas*: Fishers, assessment and management. *North American Journal of Fisheries Management*, 24(2), 379–389. <https://doi.org/10.1577/M02-024.1>
- Cavero, B. A. (2002). *Densidade de estocagem de juvenis de pirarucu, Arapaima gigas (Cuvier, 1829) em tanques-rede de pequeno volume* [Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas].
- Cavero, B. A., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Ituassu, D. R., Gandra, A. L., & Crescencio, R. (2003). Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade de crescimento de juvenis de pirarucu, em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38, 103–107.
- Cavero, B. A., Pereira-Filho, M., Bordinhon, A. M., Fonseca, F. A., Ituassú, D. R., Roubach, R., & Ono, E. A. (2004). Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39, 513–516.
- Cerdeira, K. A., Souza, K. J. N. S., Ferreira, J. B., Zampar, A., Ono, E. A., & Affonso, E. G. (2018). Harina de soja en dietas para juveniles de pirarucu. *Boletim do Instituto de Pesca*, 44(3), Article e318.
- Chu-Koo, F., Fernández, C., Rebaza, C., Darias, M. J., García, C., García, A., Tello, S., Campos, L., Alvan, M., Ayarza, J., Arévalo, L., François, J., & Arbildo, H. (2017). *El cultivo del paiche: Biología, procesos productivos, tecnologías y estadísticas*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Cortegano, C. A., De Godoy, L., Petenuci, M. M., Visentainer, J. Y., Affonso, E. G., & Gonçalves, L. U. (2017). Perfis nutricionais e lipídicos de los músculos dorsal y ventral de pirarucu salvaje. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52, 271–276.
- Cruz-Suárez, L. E., Nieto-López, M., Guajardo-Barbosa, C., Tapia-Salazar, M., Scholz, U., & Ricque-Marie, D. (2007). Replacement of fish meal with poultry by-product meal in

- practical diets for *Litopenaeus vannamei*, and digestibility of the tested ingredients and diets. *Aquaculture*, 272, 466–476.
- Cyrino, J. E. P., Roubach, R., & Fracalossi, D. M. (2013). Avances en la alimentación y nutrición de peces carnívoros de agua dulce. In D. M. Fracalossi & J. E. P. Cyrino (Eds.), *Nutriaqua: Nutrición y alimentación de especies de interés para la acuicultura brasileña* (pp. 283–294). Aquabio.
- Dairiki, J. K., Dias, C. T. S., & Cyrino, J. E. P. (2007). Lysine requirements of largemouth bass, *Micropterus salmoides*: A comparison of methods of analysis of dose-response trials data. *Journal of Applied Aquaculture*, 19(4), 1–27. https://doi.org/10.1300/J028v19n04_01
- Damasceno, F. M., Fleuri, L. F., Sartori, M. M. P., Amorim, R. L., Pezzato, L. E., Da Silva, R. L., Carvalho, P. L., & Barros, M. M. (2016). Effect of dietary inorganic copper on growth performance and hematological profile of Nile tilapia subjected to heat-induced stress. *Aquaculture*, 454, 257–264.
- Dawood, M. A., Alagawany, M., & Sewilam, H. (2021). The role of zinc microelement in aquaculture: A review. *Biological Trace Element Research*, 1–13.
- Dos Santos, R. B., Izel-Silva, J., Fugimura, M. M., Suita, S. M., Ono, E. A., & Affonso, E. G. (2021). Growth performance and health of juvenile tambaqui, *Collossoma macropomum*, in a biofloc system at different stocking densities. *Aquaculture Research*, 52, 3549–3559.
- Epifânio, C. M., Da Silva, T. B., Dantas, F. de M., Da Fonseca, F. A., Belem-Costa, A., Da Conceição, L. E., & Gonçalves, L. U. (2023). Growth performance, hematology parameters and *Aeromonas hydrophila* challenge of pirarucu (*Arapaima gigas*) in response to dietary protein levels. *Tropical Animal Health and Production*, 55(5), Article 289.
- Fazio, F. (2019). Análisis hematológico de peces como herramienta importante en la acuicultura: Una revisión. *Aquaculture*, 500, 237–242.
- Ferraris, C. F., Jr. (2003). Family Arapaimatidae. In R. E. Reis, S. O. Kullander, & C. F. Ferraris Jr. (Eds.), *Check list of the freshwater fishes of South and Central America* (pp. 31–32). EDIPUCRS.

- Ferreira, G., Marcovitch, J., & Val, A. L. (2020). Una revisión sistemática de la cadena productiva de la *Arapaima gigas*, el pez gigante del Amazonas. *Management of Environmental Quality*, 31(2), 349–363.
- Fletcher, G. L., Kao, M. H., & Dempson, J. B. (1988). Lethal freezing temperatures of Arctic char and other salmonids in the presence of ice. *Aquaculture*, 71(4), 369–378. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90206-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90206-2)
- Fogaça, F. H. S., Oliveira, E. G., Carvalho, S. E. Q., & Seixas-Santos, F. J. (2011). Yield and composition of pirarucu fillet in different weight classes. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33(1), 95–99. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i1.10843>
- Fontenele, O. (1948). Contribución al conocimiento de la biología del pirarucú *Arapaima gigas* (Cuvier) en cautiverio (Actinopterygii, Osteoglossidae). *Revista Brasileña de Biología*, 8, 445–449.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). *The state of world fisheries and aquaculture*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). *The state of world fisheries and aquaculture 2012*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. <https://doi.org/10.4060/ca9229>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022a). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022*. División de Pesca y Acuicultura de la FAO. <https://doi.org/10.4060/cb8609es>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022b). *FAOSTAT* [Conjunto de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Arapaima gigas: Programa de información sobre especies acuáticas cultivadas* (J. Nuñez, texto). https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/arapaima_gigas/en
- Froehlich, H. E., Jacobsen, N. S., Essington, T. E., Clavelle, T., & Halpern, B. S. (2018). Avoiding the ecological limits of forage fish for fed aquaculture. *Nature Sustainability*, 1, 298–303. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0077-1>

- García Córdova, C. F. (2010). *Influencia del alimento extruido en el crecimiento de alevinos de paiche (Arapaima gigas) utilizando diferentes tasas de alimentación, bajo sistema de cultivo en jaulas flotantes* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11458/1203>
- Gasco, L., Gai, F., Maricchiolo, G., Genovese, L., Ragonese, S., Bottari, T., & Caruso, G. (2018). Fishmeal alternative protein sources for aquaculture feeds. In *Feeds for the aquaculture sector: Current situation and alternative sources* (pp. 1–28). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77941-6_1
- Glencross, B. D., Booth, M., & Allan, G. L. (2007). A feed is only as good as its ingredients – A review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*, 13, 17–34.
- Goldenfarb, P. B., Bowyer, F. P., Hall, E., & Brosious, E. (1971). Reproducibility in the hematology laboratory: The microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*, 56, 35–39. <https://doi.org/10.1093/ajcp/56.1.35>
- Gomes, L. C., Chagas, E. C., Brinn, R. P., Roubach, R., Coppati, C. E., & Baldisserotto, B. (2006). Use of salt during transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags. *Aquaculture*, 256(1–4), 521–528. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.02.005>
- Gomes, L. D. (2007). Physiological responses of pirarucu (*Arapaima gigas*) to acute handling stress. *Acta Amazonica*, 37, 629–633.
- Gonçalves, L. U., França, L. A., Epifanio, C. M., Da Fonseca, F. A. L., De Alcantara, A. M., Do Nascimento, R. G., Silva, E. N. S., & Da Conceição, L. E. C. (2019). Ostracoda afecta el crecimiento y la supervivencia de las larvas de *Arapaima gigas*. *Aquaculture*, 505, 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.02.069>
- Gonçalves, L. U., Cortégano, C. A. A., Barone, R. S. C., Lorenz, E. K., & Cyrino, J. E. P. (2021). Efectos de la relación entre el ácido linolénico y el ácido linoleico de la dieta sobre el rendimiento del crecimiento, la composición proximal y el contenido de ácidos grasos del pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Aquaculture Research*, 1–11.

- Gonçalves, L. U., de Oliveira, J. B., Dantas, F. de M., Yamamoto, F. Y., & dos Santos, D. K. M. (2025). Defatted black soldier fly meal in diets for juvenile pirarucu, *Arapaima gigas*: Digestibility, growth performance and health parameters. *Aquaculture*, 598, Article 742071. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.742071>
- González-Rodríguez, Á., Celada, J. D., Carral, J. M., Sáez-Royuela, M., García, V., & Fuertes, J. B. (2016). Evaluation of poultry by-product meal as partial replacement of fish meal in practical diets for juvenile tench (*Tinca tinca* L.). *Aquaculture Research*, 47(5), 1612–1621.
- Hatlen, B., Jakobsen, J. V., Crampton, V., Alm, M., Langmyhr, E., Espe, M., Hevrøy, E. M., Torstensen, B. E., Liland, N., & Waagbo, R. (2015). Growth, feed utilization and endocrine responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets added poultry by-product meal and blood meal in combination with poultry oil. *Aquaculture Nutrition*, 21, 714–725. <https://doi.org/10.1111/anu.12194>
- Hepher, B. (1988). *Nutrition of pond fishes*. Cambridge University Press.
- Hernández, A. (2010). *Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos* (Vol. 2). Editorial Médica Panamericana.
- Hoseinifar, S. H., Mirvaghefi, A., & Merrifield, D. L. (2011). The effects of dietary inactive brewer's yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* on the growth, physiological responses and gut microbiota of juvenile beluga (*Huso huso*). *Aquaculture*, 318(1–2), 90–94.
- Huyben, D., Vidakovic, A., Nyman, A., Langeland, M., Lundh, T., & Kiessling, A. (2016). Effects of dietary yeast inclusion and acute stress on post-prandial whole blood profiles of dorsal aorta-cannulated rainbow trout. *Fish Physiology and Biochemistry*, 43(2), 421–434. <https://doi.org/10.1007/s10695-016-0297-0>
- Ituassú, D. R., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Crescencio, R., Cavero, B. A. S., & Gandra, A. L. (2005). Niveles de proteína cruda para juveniles de pirarucu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40, 255–259.
- Kampen, E. J., & Zijlstra, W. G. (1961). Standardization of hemoglobinometry: II. The hemiglobincyanide method. *Clinica Chimica Acta*, 6, 538–544.
- Karapanagiotidis, I. T., Psafakis, P., Mente, E., Malandrakis, E., & Golomazou, E. (2018). Effect of fishmeal replacement by poultry by-product meal on growth performance,

- proximate composition, digestive enzyme activity, haematological parameters and gene expression of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture Nutrition*, 25, 3–14.
- Karapanagiotidis, I. T., Metsoviti, M. N., Gkalogianni, E. Z., Psoufakis, P., Asimaki, A., Katsoulas, N., & Zarkadas, I. (2022). The effects of replacing fishmeal by *Chlorella vulgaris* and fish oil by *Schizochytrium* sp. and *Microchloropsis gaditana* blend on growth performance, feed efficiency, muscle fatty acid composition and liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 561, Article 738709.
- Kianrad, F., Oujifard, A., Sotoudeh, E., Nafisi Bahabadi, M., Morshedi, V., & Torfi Mozanzadeh, M. (2022). Effects of dietary protein, lipid and carbohydrate levels on hematological parameters, intestinal histoarchitecture and digestive enzymes activities in orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) juveniles. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 21(5), 1222–1240.
- Kuradomi, R. Y., Motta, N. C., Da Costa Lima, T., Santana, T. M., Vieira, E. D., Hata, M. E., & Gonçalves, L. U. (2024). Evaluation of growth performance, carcass yield, and proximate composition of fillets of male and female pirarucu (*Arapaima gigas*) during the fattening phase. *Aquaculture*, 586, Article 740822. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740822>
- Lazard, J. (2017). Aquaculture systems facing climate change. *Cahiers Agricultures*, 26, Article 34001. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017018>
- Lewis, M. J., Francis, D. S., Blyth, D., Moyano, F. J., Smullen, R. P., Turchini, G. M., & Booth, M. A. (2019). A comparison of in-vivo and in-vitro methods for assessing the digestibility of poultry by-product meals using barramundi (*Lates calcarifer*): Impacts of cooking temperature and raw material freshness. *Aquaculture*, 498, 187–200. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.032>
- Lima, A. F., Rodrigues, A. P., Varela, E. S., Torati, L. S., & Maciel, P. O. (2015). Pirarucu culture in the Brazilian Amazon: Fledgling industry faces technological issues. *Global Aquaculture Advocate*, 18, 56–58.
- Lima, A. F., Rodrigues, A. P. O., De Lima, L., Maciel, P. O., Rezende, F. P., De Freitas, L. E. L., Dias, M. T., & Bezerra, T. A. (2017). *Cría y engorde de pirarucu*. Embrapa.
- Metochis, C. P., Crampton, V. O., Ruohonen, K., El Mowafi, A., Bell, J. G., Adams, A., & Thompson, K. D. (2017). Effects of marine protein-, marine oil- and marine-free diets

- on the growth performance and innate immune responses of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) post-smolts. *Aquaculture Research*, 48(5), 2495–2515. <https://doi.org/10.1111/are.13087>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Boletín estadístico mensual de producción y comercialización avícola*. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/produccioncomercializacionavicolaen2020-100320.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). *Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas* (N.º 6). https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/mensual/Avicola/2022/avicola_06_2022.pdf
- Mo, W. Y., Man, Y. B., & Wong, M. H. (2018). Use of food waste, fish waste and food processing waste for China's aquaculture industry: Needs and challenge. *Science of the Total Environment*, 613–614, 635–643. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08>.
- Nasopoulou, C., & Zabetakis, I. (2012). Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds: A review. *LWT - Food Science and Technology*, 47, 217–224.
- National Research Council. (2011). *Nutrient requirements of fish and shrimp*. The National Academies Press.
- Nobre, A. D., Mendonça, R. V., Farias, A. S., Yamamoto, F. Y., & Gonçalves, L. U. (2025). Dietary *Schizochytrium* sp. meal enhances the fatty acid profile in pirarucu (*Arapaima gigas*) fillets with no effect on growth performance and health status. *Animals*, 15(5), Article 712. <https://doi.org/10.3390/ani15050712>
- Oliva-Teles, A., Enes, P., & Peres, H. (2015). Replacing fishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish. In *Feed and feeding practices in aquaculture* (pp. 203–233). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100506-4.00008-8>
- Oliveira, E. G., Pinheiro, A. B., Oliveira, V. Q., Silva Junior, B. R. A., Moraes, M. G., Rocha, Í. R., Sousa, R. R., & Costa, F. (2012). Efectos de la densidad de población en el rendimiento de juveniles de arapaima (*Arapaima gigas*) en jaulas. *Aquaculture*, 370–371, 96–101.

- Panserat, S., Hortopan, G. A., Plagnes-Juan, E., Kolditz, C., Lansard, M., Skiba-Cassy, S., Esquerré, D., Geurden, I., Médale, F., Kaushik, S., & Corraze, G. (2009). Differential gene expression after total replacement of dietary fish meal and fish oil by plant products in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver. *Aquaculture*, 294(1–2), 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.05.013>
- Paredes, M., & Vásquez, B. (2020). Crecimiento, características de la canal, peso interno de los órganos y composición proximal de la carne de seis genotipos de pollo criados en la región andina del norte del Perú. *Ciencia Agropecuaria*, 11(3), 365–374.
- Prathomya, P., Prisingkorn, W., Jakovlić, I., Deng, F. Y., Zhao, Y. H., & Wang, W. M. (2019). Effects of the total fish meal replacement by soybean meal on growth parameters, serum biochemistry, and hepatic and intestinal histology of juvenile blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*). *Journal of Applied Aquaculture*, 31(3), 254–270. <https://doi.org/10.1080/10454438.2018.1539692>
- Ramesh, M., Sankaran, M., Veera-Gowtham, V., & Poopal, R. K. (2014). Hematological, biochemical and enzymological responses in an Indian major carp *Labeo rohita* induced by sublethal concentration of waterborne selenite exposure. *Chemico-Biological Interactions*, 207, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2013.10.018>
- Ramirez, J., Sandoval, N., & Vicente, K. (2018). *Sistema nacional de innovación en pesca y acuicultura, fundamentos y propuesta 2017-2022*. Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura. https://repositorio.pnipa.gob.pe/bitstream/20.500.12864/211/1/PescaAcuicultura_Preinvencion.pdf
- Ramos, G., Umeda, S., & Pilarski, F. (2016). South American fish for continental aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 1–19. <https://doi.org/10.1111/raq.12164>
- Ranzani-Paiva, M. J., Pádua, S. B., Tavares-Dias, M., & Egami, M. I. (2013). *Métodos para análises hematológicas em peixes*. Eduem.
- Rebl, A., & Goldammer, T. (2018). Under control: The innate immunity of fish from the inhibitors' perspective. *Fish & Shellfish Immunology*, 77, 328–349.
- Reis, D. M., Oba-Yoshioka, E. T., Ruiz-Rodríguez, A. F., Ribeiro, R. A., Escócio-Drummond, [iniciales], Viana-Faria, F. S., Almeida-Ozório, R. O., & Tavares-Dias, M. (2018). Growth, physiological and immune responses of *Arapaima gigas* (Arapaimidae) to

- Aeromonas hydrophila* challenge and handling stress following feeding with immunostimulant supplemented diets. *Fish & Shellfish Immunology*, 84, 1121–1129. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.10.045>
- Ribeiro, M. D. S., Fonseca, F. A. L. D., Queiroz, M. N. D., Affonso, E. G., Conceição, L. E. C. D., & Gonçalves, L. U. (2017). Fish protein hydrolysate as an ingredient in diets for *Arapaima gigas* juveniles. *[Nombre de la revista]*, 43, 1–10.
- Riche, M. (2014). Desarrollo de una dieta de prueba semipurificada para determinar los requisitos de aminoácidos de Florida pompano *Trachinotus carolinus* criado en condiciones de baja salinidad. *Aquaculture*, 420–421, 49–56.
- Rocker, M. M., Mock, J., Thomas, S., Smullen, R., Bansemer, M. S., Vittorio, M., Partridge, G., Richard, P., & Giovanni, M. (2021). Poultry offal meal production conditions impact meal quality and digestibility in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 542, Article 736909. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736909>
- Rodrigues, A. P. O., Silva, M. C. N., Beretta, E. S., Fonseca, F. A. L. D., Parisi, G., Conceição, L. E. C. D., & Gonçalves, L. U. (2020). Effect of dietary taurine supplementation on the growth and blood physiological parameters of juvenile pirarucu. *Acta Amazonica*, 50, 289–294.
- Rodrigues, A. P. O., Bicudo, Á. J. A., Moro, G. V., Gominho-Rosa, M. D. C., & Gubiani, É. A. (2021). Muscle amino acid profile of wild and farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in two size classes and an estimation of their dietary essential amino acid requirements. *Journal of Applied Aquaculture*, 34(2), 441–455.
- Rondón, J., Villanueva, C., Del Águila, R., & Sandoval, N. (2021). Frecuencia y carga parasitaria en branquias de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) mediante exámenes directos en tres establecimientos piscícolas de Ucayali, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(2).
- Ruiz, A., Gisbert, E., Estévez, A., Reyes-López, F. E., Vallejos-Vidal, E., Tort, L., & Morais, S. (2024). Strategy combining mammalian fats with supplementation of pungent spices in aquafeeds, to mitigate negative impacts of fish oil replacement in fish performance, fillet quality and hepatic condition of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 593, Article 741284.

- Saravanan, M., Prabhu Kumar, K., & Ramesh, M. (2011). Respuestas hematológicas y bioquímicas de los peces teleósteos de agua dulce *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes) durante la exposición subletal aguda y crónica al lindano. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, *100*(3), 206–211. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.04.002>
- Sealey, W. M., Hardy, R. W., Barrows, F. T., Pan, Q., & Stone, D. A. (2011). Evaluation of 100% fish meal substitution with chicken concentrate, protein poultry by-product blend, and chicken and egg concentrate on growth and disease resistance of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of the World Aquaculture Society*, *42*, 46–55.
- Sharma, J., & Langer, S. (2014). Efecto del manganeso en los parámetros hematológicos del pez *Garra gotyla gotyla*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *2*(3), 77–81.
- Siegel, P. (2014). Evolución del pollo de engorde moderno y eficiencia alimenticia. *Annual Review of Animal Biosciences*, *2*, 375–385.
- Smáráson, B. O., Ögmundarson, Ó., Árnason, J., Björnsdóttir, R., & Davíðsdóttir, B. (2017). Evaluación del ciclo de vida de la trucha alpina islandesa alimentada con tres tipos de alimentos diferentes. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *17*, 1387–1395. <https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17>
- Sopinka, N. M., Donaldson, M. R., O'Connor, C. M., Suski, C. D., & Cooke, S. J. (2016). Stress indicators in fish. In *Biology of stress in fish – Fish physiology* (pp. 405–462). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802728-8.00011-4>
- Souza-Bastos, L. R., Val, A. L., & Wood, C. M. (2017). Are Amazonian fish more sensitive to ammonia? Toxicity of ammonia to eleven native species. *Hydrobiologia*, *789*, 143–155.
- Tewary, A., & Patra, B. C. (2011). La administración oral de levadura de panadería (*Saccharomyces cerevisiae*) actúa como promotor de crecimiento e inmunomodulador en *Labeo rohita* (Ham.). *Journal of Aquaculture Research & Development*, *2*(1), Article 109. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000109>
- Urán, P. A., Gonçalves, A. A., Taverne-Thiele, J. J., Schrama, J. W., Verreth, J. A. J., & Rombout, J. H. W. M. (2008). Soybean meal induces intestinal inflammation in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fish & Shellfish Immunology*, *25*, 751–760. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.02.013>

- Valenti, W. C., Barros, H. P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G. W., & Cavalli, R. O. (2021). Aquaculture in Brazil: Past, present and future. *Aquaculture Reports*, *19*, Article 100611. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>
- Vela, E. (2013). *Química de alimentos de pescado* [Memoria descriptiva para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
- Verdouw, H., Van Echteld, C. J., & Dekkers, E. M. J. (1978). Ammonia determination based on indophenol formation with sodium salicylate. *Water Research*, *12*(6), 399–402.
- Vialle, R. A., Souza, J. E., Lopes, K. P., Teixeira, D. G., Sobrinho, P. A., Santos, A. M., Furtado, C., Sakamoto, T., Silva, F. A. O., Oliveira, E. H., Hamoy, I. G., Assumpção, P. A., Santos, A. R., Lima, J. P., Seuánez, H. N., Souza, S. J., & Santos, S. (2018). Whole genome sequencing of the pirarucu (*Arapaima gigas*) supports independent emergence of major teleost clades. *Genome Biology and Evolution*, *10*, 2366–2379. <https://doi.org/10.1093/gbe/evy130>
- Yan, N., & Chen, X. (2015). Sustainability: Don't waste seafood waste. *Nature*, *524*, 155–157. <https://doi.org/10.1038/524155a>
- Yang, Y., Xie, S. Q., Cui, Y. B., Lei, W., Zhu, X. M., & Yu, Y. (2004). Effect of replacement of dietary fish meal by meat and bone meal and poultry by-product meal on growth and feed utilization of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. *Aquaculture Nutrition*, *10*, 289–294.
- Yu, H., Li, M., Yu, L., Ma, X., Wang, S., Yuan, Z., & Li, L. (2023). Partial replacement of fishmeal with poultry by-product meal in diets for coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) post-smolts. *Animals*, *13*(17), Article 2789. <https://doi.org/10.3390/ani13172789>
- Zapata, D. B., Lazo, J. P., Herzka, S. Z., & Viana, M. T. (2014). The effect of substituting fishmeal with poultry by-product meal in diets for *Totoaba macdonaldi* juveniles. *Aquaculture Research*, *47*(6), 1778–1789. <https://doi.org/10.1111/are.12636>
- Zhou, Q. C., Tan, B. P., Mai, K. S., & Liu, Y. H. (2004). Apparent digestibility of selected feed ingredients for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, *241*, 441–451.

ANEXOS

ANEXO 1. Base de datos de parámetros biométricos de juveniles de *A. gigas* obtenidos en la experimentación

Dieta	PF	GP	LF	GL	CA	ICA	TCR	FC	IVS	IHS	ILS	RP	RL
0	334.00	207.75	37.20	6.46	418.27	2.01	1.63	0.65	9.44	1.98	0.05	29.60	20.74
0	392.00	265.75	39.70	8.96	390.16	1.47	1.91	0.63	7.53	1.46	0.04	40.87	26.72
0	353.00	226.75	37.98	7.24	421.94	1.86	1.73	0.64	6.52	1.25	0.11	31.48	21.74
0	326.00	199.75	37.36	6.62	407.45	2.04	1.59	0.63	6.24	1.23	0.11	28.71	20.09
25	399.00	272.75	39.40	8.66	414.51	1.52	1.94	0.65	9.15	1.89	0.05	42.93	28.70
25	371.00	244.75	38.66	7.92	417.56	1.71	1.81	0.64	8.51	1.69	0.07	38.01	25.00
25	377.00	250.75	39.32	8.58	415.39	1.66	1.84	0.62	7.09	1.67	0.12	39.44	25.11
25	435.00	308.75	40.50	9.76	460.59	1.49	2.08	0.65	6.45	1.83	0.14	44.01	28.21
50	429.00	302.75	40.14	9.40	491.92	1.62	2.06	0.66	8.11	1.57	0.10	40.70	23.86
50	402.00	275.75	39.66	8.92	449.72	1.63	1.95	0.64	7.33	1.67	0.03	40.12	23.94
50	453.00	326.75	41.23	10.49	412.52	1.26	2.15	0.65	6.64	1.58	0.13	52.18	31.96
50	377.00	250.75	38.90	8.16	456.68	1.82	1.84	0.64	6.01	1.53	0.12	35.88	21.68
75	349.00	222.75	37.88	7.14	433.87	1.95	1.71	0.64	8.01	1.62	0.08	32.64	26.24
75	352.00	225.75	37.33	6.59	422.23	1.87	1.72	0.68	8.26	1.87	0.07	33.40	26.55
75	397.00	270.75	39.39	8.65	453.92	1.68	1.93	0.65	6.30	1.41	0.11	37.71	28.97
75	325.00	198.75	37.38	6.64	439.33	2.21	1.59	0.62	5.89	1.35	0.14	28.20	22.77
100	355.00	228.75	37.92	7.18	470.32	2.06	1.74	0.65	8.17	1.74	0.07	29.37	26.91
100	319.00	192.75	36.19	5.45	438.06	2.27	1.56	0.67	8.12	1.71	0.05	26.06	23.54
100	343.00	216.75	37.01	6.27	410.84	1.90	1.68	0.68	6.56	1.55	0.11	31.91	27.29
100	287.00	160.75	35.70	4.96	438.58	2.73	1.38	0.63	6.19	1.65	0.17	21.41	20.04

Fuente: Propia

ANEXO 2. Base de datos sobre parámetros hematológicos y bioquímicos de juveniles de *A. gigas* obtenidos en la experimentación.

Dieta	ERI	LEU	HT	HB	VCM	HCM	CHCM	NEU	LIN	GLU	COL	TRI	PRO
0	1800000	13200	26.00	9.10	144.00	50.50	35.00	62.00	38.00	100.00	93.00	79.00	2.30
0	2440000	11500	25.00	9.10	102.40	37.20	36.40	71.00	29.00	65.00	73.00	61.00	2.20
0	2300000	13000	27.00	8.20	117.30	35.60	30.30	66.00	34.00	90.00	89.00	71.00	2.40
0	1970000	9650	23.00	8.00	116.70	45.60	34.70	55.00	45.00	55.00	68.00	49.00	2.10
25	2300000	11100	26.00	8.60	113.00	37.30	33.00	58.00	42.00	67.00	117.00	103.00	2.40
25	2700000	9800	28.00	9.00	103.70	33.30	32.10	68.00	32.00	60.00	96.00	71.00	2.30
25	2250000	12700	28.00	9.20	124.40	40.80	32.80	70.00	30.00	65.00	91.00	68.00	2.20
25	2110000	9500	25.00	8.50	118.40	40.20	34.00	60.00	40.00	57.00	107.00	75.00	2.20
50	1650000	13650	27.00	8.40	163.60	50.90	31.10	53.00	47.00	59.00	118.00	78.00	2.50
50	1830000	8450	26.00	8.80	142.00	48.00	33.80	71.00	29.00	39.00	127.00	80.00	2.60
50	1660000	10750	28.00	8.80	168.60	53.00	31.40	58.00	42.00	70.00	107.00	76.00	2.40
50	2300000	13600	30.00	8.90	130.40	38.60	29.60	63.00	37.00	78.00	140.00	92.00	2.50
75	2610000	10300	30.00	10.60	114.90	40.60	35.30	58.00	42.00	45.00	113.00	71.00	2.30
75	3160000	13600	28.00	9.40	88.60	29.70	33.50	69.00	31.00	56.00	122.00	62.00	2.40
75	2010000	12900	27.00	9.10	134.00	45.20	33.70	70.00	30.00	46.00	114.00	77.00	2.50
75	1850000	8050	28.00	9.20	151.30	49.70	32.80	66.00	34.00	47.00	109.00	71.00	2.40
100	2360000	9000	31.00	9.50	131.30	40.20	30.60	74.00	26.00	62.00	128.00	99.00	2.80
100	2160000	9900	28.00	10.10	129.60	46.70	32.50	59.00	41.00	59.00	132.00	87.00	2.60
100	2100000	14200	28.00	9.70	133.30	46.10	34.60	73.00	27.00	51.00	96.00	68.00	2.40
100	2730000	12450	29.00	8.80	106.20	32.20	30.30	56.00	44.00	49.00	123.00	82.00	2.50

Fuente: Propia

ANEXO 3. Base de datos sobre composición proximal de la carne de *A. gigas* obtenidos en la experimentación.

Dieta	Ceniza	Humedad	Materia Seca	Proteína	Lípidos
0	31.60	778.40	221.60	149.40	25.70
0	30.50	779.00	221.00	148.40	26.30
0	31.00	778.80	221.20	149.20	26.40
25	34.60	765.90	234.10	158.50	29.20
25	35.40	764.50	235.50	157.80	28.90
25	35.60	765.00	235.00	157.40	28.20
50	37.10	771.90	228.10	145.80	32.40
50	36.40	772.20	227.80	146.60	31.90
50	36.00	773.00	227.00	146.90	31.50
75	37.40	762.80	237.20	148.40	37.90
75	38.60	763.60	236.40	148.00	37.50
75	39.20	764.20	235.80	147.90	37.20
100	34.90	766.90	233.10	148.70	36.10
100	35.50	766.20	233.80	149.40	35.30
100	35.90	765.70	234.30	150.10	34.50

Fuente: Propia

ANEXO 4. Fotografías de preparación de dietas extruidas con la harina de vísceras de pollo (PVM)

PREPARACIÓN DE LAS DIETAS 0%, 25%, 50%, 75% Y 100%



SECADO DE LAS DIETAS



OBTENCIÓN DE LAS DIETAS



ANEXO 5. Fotografías del manejo de los animales en experimentación.

PREPARACIÓN DE LOS TANQUES PARA EL RECIBIMIENTO DE LOS PAICHES (limpieza y desinfección)

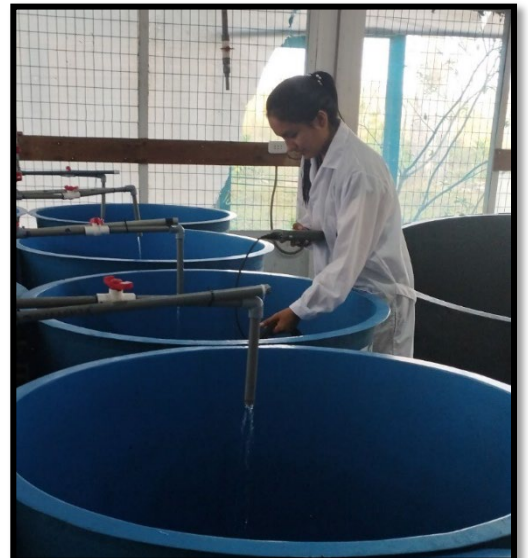


RECIBIMIENTO Y BAÑOS PARA LOS PAICHES (SAL, OXITETRACICLINA Y COMPLEJO B)



BIOMETRÍA 1: MEDIDAS DE PESO Y LONGITUD DE LOS PAICHES

EVALUCIÓN PARAMÉTRICA DEL AGUA



BAÑOS EN COMPLEJO B



BAÑOS DE SAL

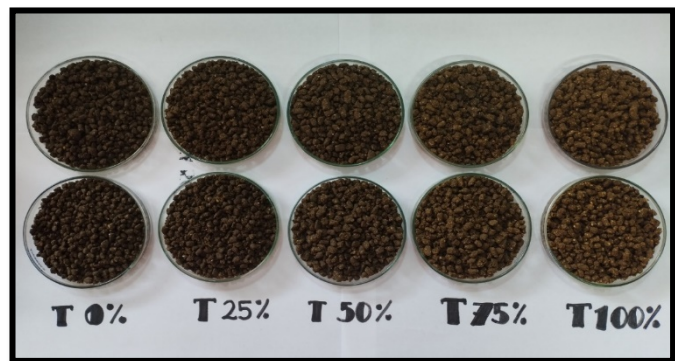


ALIMENTACIÓN DE LOS PECES



ANEXO 6. Fotografía de colecta de muestras y toma de datos.

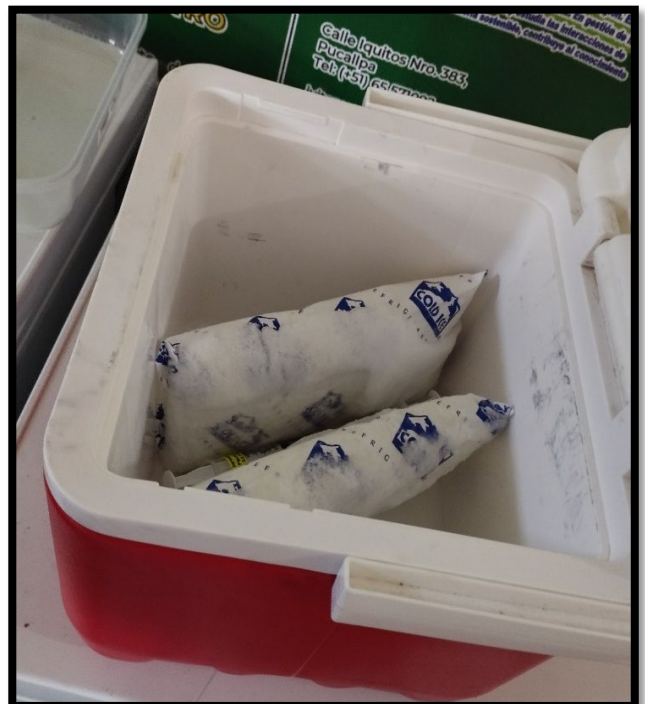
EVALUACIÓN DE LAS DIETAS, PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS FÍSICOS DE LAS DIETAS BALANCEADAS



EVALUACIÓN COLORIMÉTRICA DEL AGUA DE LOS TANQUES



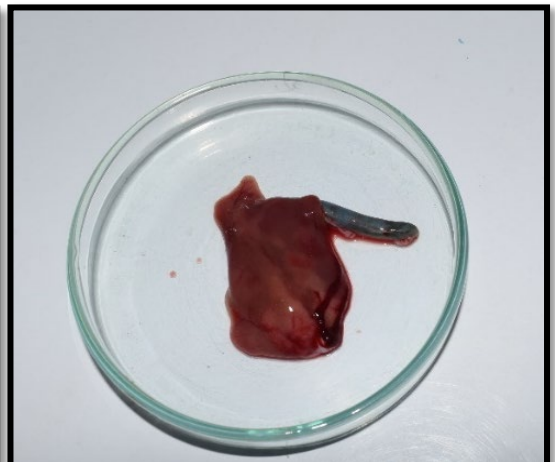
TOMA DE MUESTRAS DE SANGRE PARA LOS ANÁLISIS HEMATOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS



PESO Y LONGITUD DE LOS PAICHES



**EVICERACIÓN DE LOS
PAICHES PARA LAS TOMAS DE
MUESTRAS; HÍGADO,
VÍSCERAS Y GRASA**



**MUESTRAS DE PESCADO ENTERO
Y FILETES MOLIDOS PARA
ANÁLISIS PROXIMAL**



ANEXO 7. Constancia de autorización ética



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Comité de Ética y Bienestar Animal (CEBA)



Constancia de Autorización Ética N.º 2023-04

El Comité de Ética y de Bienestar Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, expide la presente **Constancia de Autorización Ética** con código CEBA 2023-04 al proyecto: “Dietas funcionales de bajo costo y doble propósito para el paiche (*Arapaima gigas*): potenciamiento del crecimiento del pez y producción de pescado de calidad” presentado por el investigador Carlos Andre Amaringo Cortegano

Atentamente



Firmado digitalmente por
MATURRANO HERNANDEZ
Abelardo Lenin FAU 20148092282
sof
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24.04.2023 13:57:07 -05:00

Presidente del Comité de Etica y de Bienestar Animal