

Influencia de derivados del cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el desempeño productivo del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*).**Influence of cocoa by-products (*Theobroma cacao* L.) on the productive performance of bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*).**

Félix Rodolfo Almeida Calderón, Ítalo Fernando Espinoza Guerra, Jorge Geovanny Muñoz Rodríguez,
Diana Carolina Merizalde Veliz & Odalis Celine Vilela Sabando

DIMENSIÓN CIENTÍFICA**Enero - junio, V°7 - N°1; 2026****Recibido:** 20-03-2026**Aceptado:** 23-03-2026**Publicado:** 27-03-2026**PAIS**

- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quevedo
- Ecuador, Quevedo

INSTITUCION

- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Universidad Técnica Estatal de Quevedo

CORREO:

- ✉ falmeidac@uteq.edu.ec
- ✉ iespinoza@uteq.edu.ec
- ✉ jmunoz@uteq.edu.ec
- ✉ dmerizalde@uteq.edu.ec
- ✉ ovilelas@uteq.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0005-7588-5880>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-2975-3087>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-6222-2990>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0005-9588-8210>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0005-9588-8210>

FORMATO DE CITA APA.

Almeida, F., Espinoza, I., Muñoz, J., Merizalde, D. & Vilela, O. (2026). Influencia de derivados del cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el desempeño productivo del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*). *Revista G-ner@ndo*, V°7 (N°1). Pág. 3467 – 3486.

Resumen

La acuicultura del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) es una alternativa importante para la seguridad alimentaria y el desarrollo productivo en Ecuador. Sin embargo, el alto costo de los alimentos balanceados ha impulsado la búsqueda de ingredientes alternativos sostenibles. El presente estudio evaluó la influencia de derivados del cacao (*Theobroma cacao* L.), específicamente la harina de cascarilla, incorporados en dietas acuícolas, sobre el desempeño productivo del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) en etapa de crecimiento. El experimento se desarrolló durante 120 días en Quevedo, Ecuador, bajo un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (0 %, 2 %, 4 % y 6 % de inclusión) y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables como consumo de alimento, factor de conversión alimenticia, incremento de talla, supervivencia y rendimiento de filete. Los resultados mostraron que el consumo de alimento no presentó diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, la conversión alimenticia fue más eficiente en los niveles de inclusión del 2 % y 4 %, mientras que el tratamiento con 6 % presentó el mayor rendimiento de filete y canal. En contraste, el mayor incremento de talla se registró en el tratamiento control y la supervivencia mostró una ligera disminución con mayores niveles de inclusión. En conjunto, los resultados indican que la inclusión moderada de harina de cascarilla de cacao puede mejorar la eficiencia alimenticia y representar una alternativa sostenible para la alimentación de especies nativas en acuicultura.

Palabras clave: Nutrición acuícola, Subproductos vegetales, Rendimiento, Productividad.

Abstract

Bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) aquaculture represents an important alternative for food security and productive development in Ecuador. However, the high cost of commercial feeds has driven the search for sustainable alternative ingredients. This study evaluated the influence of cocoa by-products (*Theobroma cacao* L.), specifically cocoa bean shell meal, incorporated into aquaculture diets on the growth performance of bocachico (*I. humeralis*) during the growth stage. The experiment was conducted over 120 days in Quevedo, Ecuador, under a completely randomized design with four treatments (0%, 2%, 4%, and 6% inclusion) and four replicates. Variables such as feed intake, feed conversion ratio, length gain, survival, and fillet yield were evaluated. The results showed that feed intake did not present significant differences among treatments. However, feed conversion was more efficient at inclusion levels of 2% and 4%, while the 6% treatment showed the highest fillet and carcass yield. In contrast, the greatest length gain was recorded in the control treatment, and survival showed a slight decrease with increasing inclusion levels. Overall, the results indicate that moderate inclusion of cocoa bean shell meal can improve feed efficiency and represents a sustainable alternative for feeding native species in aquaculture.

Keywords: Animal health, Aquaculture nutrition, Plant byproducts, Yield, Productivity.

Introducción

La acuicultura es una fuente estratégica de proteína animal, empleo e ingresos económicos a nivel mundial, especialmente en Ecuador, país con una gran biodiversidad acuática (Dolores-Salinas & Miret-Pastor, 2025). Entre las especies de agua dulce, el bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) destaca por su adaptabilidad a sistemas de cultivo, rápido crecimiento y alta aceptación comercial, considerándose un recurso clave para la industria alimentaria y el desarrollo económico regional. La eficiencia en la producción de especies nativas requiere optimizar insumos críticos como el alimento, que representa la mayor proporción de los costos operativos en piscicultura (Méndez-Martínez et al., 2021).

A pesar de su importancia, la producción de bocachico enfrenta limitaciones relacionadas con la disponibilidad y el costo de ingredientes alimenticios convencionales, así como la falta de estudios sobre fuentes alternativas sostenibles (Iheanacho et al., 2025). Los métodos de alimentación basados en dietas comerciales generan altos costos y, en muchos casos, impactos ambientales por la sobreexplotación de recursos marinos. Además, la contaminación de ríos y la reducción de cardúmenes silvestres comprometen la reproducción y el suministro de juveniles para la piscicultura (Hameed et al., 2022).

El uso de subproductos agroindustriales como la harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) representa una alternativa sostenible para mejorar la eficiencia alimenticia y reducir costos de producción en la acuicultura (Nascimento et al., 2025). Esta materia prima contiene proteínas, fibra y compuestos bioactivos que podrían influir positivamente en la digestibilidad, palatabilidad y crecimiento del bocachico, al mismo tiempo que contribuye a la valorización de residuos agroindustriales y la reducción del impacto ambiental de la industria cacaotera (De Matos Dantas et al., 2024).

Estudios previos han evaluado la inclusión de harinas vegetales y subproductos agroindustriales en la nutrición de peces, mostrando mejoras en parámetros de crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia (Ramírez-Carmona et al., 2022). La harina de cascarilla de cacao ha sido reportada como fuente de proteína y fibra con efectos funcionales en especies terrestres, pero la información sobre su aplicación en especies ícticas nativas es limitada. Investigaciones sobre el bocachico en Colombia, Perú y Ecuador destacan su rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y adaptación al policultivo, lo que lo convierte en un candidato idóneo para experimentar con dietas alternativas (Soares & Oliveira, 2022).

El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar el efecto de la inclusión de harina de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.) en dietas balanceadas sobre el crecimiento, la conversión alimenticia, la supervivencia y el rendimiento productivo del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) en la etapa de crecimiento, con el fin de proponer alternativas nutricionales sostenibles y viables para la piscicultura de especies nativas.

Métodos y Materiales

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicado en la parroquia Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. El campus se localiza aproximadamente en las coordenadas 1°03' S y 79°29' O, a una altitud promedio de 73 m sobre el nivel del mar.

El estudio tuvo una duración de 120 días y se desarrolló bajo condiciones semi-controladas de cultivo en jaulas experimentales. La zona corresponde a un ecosistema de bosque semi-húmedo tropical.

Elaboración del sistema de cultivo en jaulas flotantes

Se construyeron 16 jaulas con malla galvanizada de 60 cm de diámetro, 50 cm de altura y apertura tipo ojo de pollo de 1/2 cm, reforzadas con soportes superiores e inferiores de manguera de 190 cm. Cada jaula se hizo flotante mediante tres galones vacíos y cubierta con malla tipo toldo (Esperanza et al., 2025).

Se recolectaron un total de 128 ejemplares de bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) con un peso promedio comprendido entre 85 y 90 g, seleccionados con el apoyo de pescadores locales y personal técnico de la piscifactoría. La selección de los individuos se realizó asegurando uniformidad en talla, peso y condición fisiológica. Los peces fueron distribuidos en jaulas experimentales instaladas dentro de una piscina de 24 m² de superficie y 1 m de profundidad. La asignación se efectuó de manera aleatoria, asegurando densidades similares por tratamiento. Previo al inicio del experimento, los organismos fueron sometidos a un periodo de aclimatación, durante el cual se monitorearon las condiciones físico-químicas del agua, tales como temperatura, oxígeno disuelto y pH, con el objetivo de mantener parámetros óptimos para la especie y minimizar el estrés (Jorge et al., 2023).

Preparación de la materia prima y formulación de dietas

La cascarilla de cacao fue previamente secada hasta alcanzar humedad inferior al 8%, posteriormente molida hasta obtener un tamaño de partícula homogéneo (<1 mm). La harina obtenida fue incorporada en la formulación experimental sustituyendo parcialmente el concentrado comercial.

Tabla 1. *Formulación porcentual de las dietas experimentales con inclusión de harina de cascarilla de cacao Theobroma cacao L*

INGREDIENTES	T0	T1	T2	T3
Maíz	33,30	33,30	33,30	33,30
Polvillo	12,00	10,00	8,00	6,00
T. soya	50,00	50,00	50,00	50,00
Aceite vegetal	2,70	2,70	2,70	2,70
Cascarilla cacao	0,00	3,00	6,00	9,00
P vitaminas y minerales	0,50	0,50	0,50	0,50
Carbonato ca	1,50	1,50	1,50	1,50
TOTAL	100	100	100	100
Proteína Cruda	34%	34%	34%	34%
E.D.C. Kg/cal	3000	3000	3000	3000
Proteína/Energía (mg . /Kcal)	113	113	113	113

Fuente. Elaboración propia del Autor

Muestreo biológico

Manejo de alimentación

Los peces recibieron diariamente los niveles de inclusión de harina de cascarilla de cacao junto con balanceado comercial piscis, administrado cuatro veces al día (08:00, 12:00, 16:00 y 20:00 Hs). Cada ración fue pesada individualmente para garantizar precisión y uniformidad en la ingesta.

Evaluación biométrica

Durante el experimento se registraron diariamente los consumos de alimento y semanalmente los parámetros biológicos. Al finalizar el período experimental, los peces

fueron faenados separando aletas, vísceras, cabeza y esqueleto, obteniendo el filete con piel y el rendimiento de canal. Los datos obtenidos sirvieron como base para el análisis estadístico y la interpretación de resultados, permitiendo evaluar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento y rendimiento de *Ichthyoelephas humeralis* (Esperanza et al., 2025).

Tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos experimentales en función del nivel de inclusión de harina de cascarilla de cacao en la dieta. El tratamiento T0 correspondió al grupo control (0 % de inclusión), mientras que T1, T2 y T3 incluyeron 2 %, 4 % y 6 %, respectivamente. La formulación de las dietas se realizó manteniendo como base el balanceado comercial, modificando únicamente el porcentaje de sustitución por harina de cascarilla de cacao según cada tratamiento.

Diseño experimental

El estudio empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) para evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de harina de cascarilla de cacao sobre *Ichthyoelephas humeralis* (bocachico), se incluyeron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, distribuidos aleatoriamente para minimizar el efecto de variables externas, cada réplica consistió en un grupo de ocho unidades experimentales.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% para determinar cuáles tratamientos presentaron efectos significativamente distintos.

Tabla 2. *Esquema del análisis de varianza (ANOVA)*

Fuente de variación	Grados de libertad	Total
Tratamientos	$t - 1$	3
Repeticiones	$t (r - 1)$	12
Error experimental	$tr - 1$	15

Fuente. Elaboración propia del Autor

Cálculo de índices productivos

La evaluación del desempeño productivo de *Ichthyoelephas humeralis* se realizó mediante indicadores zootécnicos estandarizados en estudios de nutrición acuícola. Todos los cálculos se efectuaron por unidad experimental, considerando los valores promedio por repetición como unidad estadística para el análisis posterior. Las mediciones biométricas se realizaron cada 15 días, utilizando una balanza digital con precisión de $\pm 0,1$ g, previa anestesia ligera para minimizar el estrés y asegurar la precisión en el pesaje (Adeshina et al., 2022).

Incremento de peso corporal (IPC)

El incremento de peso se determinó como la diferencia entre el peso final promedio y el peso inicial promedio de los peces en cada unidad experimental. Previamente al inicio del ensayo, se registró el peso inicial individual de los organismos para garantizar homogeneidad entre tratamientos. Al finalizar el período experimental (120 días), se realizó un pesaje final bajo el mismo protocolo metodológico (Neto et al., 2023). El aumento de peso permitió cuantificar el crecimiento neto atribuido al efecto de los tratamientos dietarios. Este indicador es ampliamente utilizado en estudios de inclusión de ingredientes alternativos, ya que refleja de manera directa la respuesta productiva al alimento suministrado.

$$GP (g) = PF - PI$$

Donde:

PF = Peso promedio final (g)

PI = Peso promedio inicial (g)

Consumo alimenticio acumulado (CAA)

El consumo de alimento se estimó a partir de la cantidad total de alimento suministrado por unidad experimental durante el período de estudio. La ración diaria se calculó como porcentaje de la biomasa total (10% en la fase inicial), ajustándose semanalmente según el peso promedio actualizado de los peces. El registro sistemático del alimento ofrecido permitió calcular el consumo acumulado por tratamiento, lo cual fue fundamental para determinar la eficiencia alimenticia y establecer relaciones entre ingesta y crecimiento (Shi & Umair, 2024).

Factor de conversión alimenticia (FCA)

El factor de conversión alimenticia se calculó como la relación entre el consumo total de alimento y la ganancia total de biomasa obtenida por unidad experimental. Este indicador representa la eficiencia con la que el alimento ingerido fue transformado en tejido corporal. Valores más bajos de FCA indican mayor eficiencia nutricional y mejor aprovechamiento del ingrediente evaluado. Este parámetro es considerado uno de los principales criterios de evaluación en estudios de sustitución parcial de ingredientes convencionales.

$$FCA = \text{Consumo total de alimento (g)} / \text{Ganancia total de peso (g)}$$

Tasa de crecimiento absoluto (TCA)

La tasa de crecimiento absoluto se calculó dividiendo la ganancia de peso entre el número de días del ensayo. Este índice permitió expresar el crecimiento en términos de incremento diario de biomasa, facilitando comparaciones con estudios de duración experimental similar. La TCA es particularmente útil para evaluar la respuesta fisiológica al alimento en función del tiempo y para identificar posibles efectos de inclusión excesiva del ingrediente alternativo (Munser et al., 2025).

$$\text{TCA (g día)} = (\text{PF} - \text{PI}) / \text{días}$$

Tasa de crecimiento específico (TCE)

La tasa de crecimiento específico se estimó utilizando logaritmos naturales del peso promedio inicial y final, expresando el crecimiento como porcentaje diario. Este índice es ampliamente utilizado en nutrición acuícola debido a que corrige la variabilidad asociada al tamaño inicial de los organismos. El empleo del logaritmo natural permite obtener una medida más precisa del crecimiento relativo, especialmente en fases juveniles donde la tasa metabólica es elevada (Aththar et al., 2026).

$$\text{TCE (\% día)} = [(\ln \text{PF} - \ln \text{PI}) / \text{días}] \times 100$$

Tasa de supervivencia

El porcentaje de supervivencia se determinó al finalizar el ensayo contabilizando el número total de peces vivos por unidad experimental. Este parámetro permitió evaluar la resistencia de los organismos frente al manejo, confinamiento y tratamiento dietario. La supervivencia es un indicador complementario clave en estudios de inclusión de subproductos agroindustriales, ya que concentraciones elevadas de compuestos antinutricionales podrían afectar la viabilidad de los peces (Kole et al., 2022).

$$\text{SUP (\%)} = (\text{Nt} / \text{Ni}) \times 100$$

Donde:

Nt = Número final de peces vivos

Ni = Número inicial de peces

Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el experimento fueron procesados utilizando el paquete estadístico Infostat, versión libre. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño completamente al azar para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Para comparar las medias de manera múltiple se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% ($P < 0.05$), permitiendo identificar cuáles tratamientos presentaron efectos significativamente distintos sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento de *Ichthyoelephas humeralis*.

Análisis de resultados

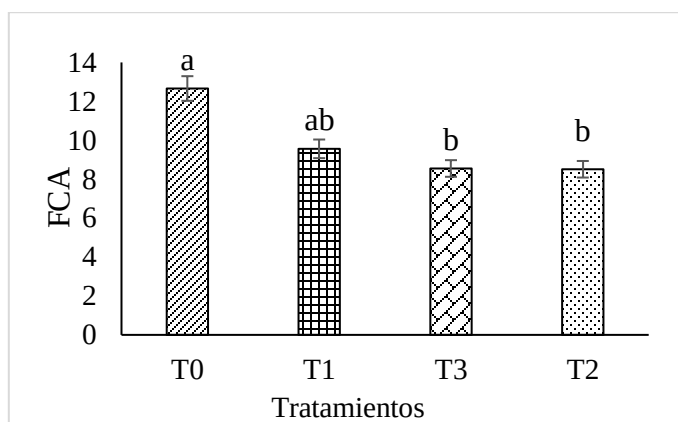
Efecto sobre el consumo de alimento

El consumo de alimento no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,0812$), registrándose valores promedio de 2,42 kg para el tratamiento control (0 %), 2,41 kg para los tratamientos con 2 % y 4 % de inclusión, y 2,40 kg para el tratamiento con 6 %. La homogeneidad observada indica que la incorporación de harina de cascarilla de cacao hasta un nivel del 6 % no alteró la palatabilidad ni la aceptación del alimento por parte de los peces durante la etapa de crecimiento. Este comportamiento sugiere que el subproducto puede ser incorporado sin afectar el consumo voluntario, manteniendo una estabilidad en la ingesta alimenticia.

Efecto sobre el factor de conversión alimenticia (FCA)

El factor de conversión alimenticia (FCA) presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,0187$). El tratamiento T1 registró un valor de 9,56, mientras que T2 y T3 presentaron los valores más bajos, con 8,51 y 8,55, respectivamente. Por su parte, el tratamiento T0 mostró el valor más elevado (12,66). Desde el punto de vista productivo, los tratamientos T2 y T3 conformaron el grupo estadísticamente superior al presentar los menores valores de FCA.

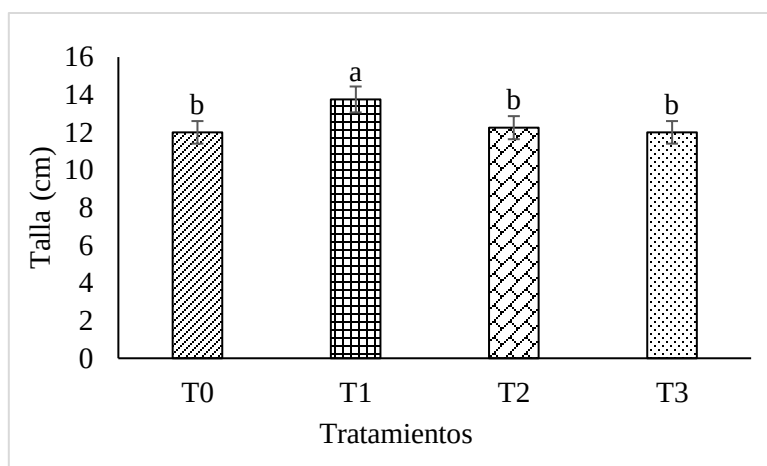
Figura 1. Efecto de la inclusión de harina de cascarilla de cacao sobre el factor de conversión alimenticia (FCA) en bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*).



Efecto sobre el incremento de talla

El incremento de talla mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0,0088$). El tratamiento control alcanzó la mayor longitud promedio (13,75 cm), diferenciándose estadísticamente de los tratamientos con inclusión, los cuales registraron valores de 12,25 cm para el 2 % y 12,00 cm para el 4 % y 6 %. Esto indica que, aunque la eficiencia alimenticia mejoró en niveles intermedios, el crecimiento en longitud fue superior con la dieta comercial sin inclusión de harina de cascarilla de cacao. La reducción en talla en los tratamientos con inclusión podría estar relacionada con la menor concentración proteica de la materia prima evaluada en comparación con el balanceado comercial.

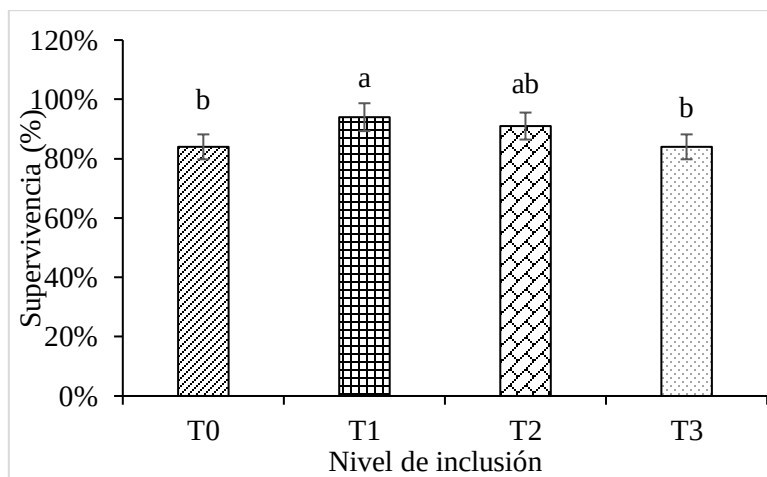
Figura 2. Efecto de la inclusión de harina de cascarilla de cacao sobre el incremento de talla en bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*).



Efecto sobre la supervivencia

La tasa de supervivencia presentó valores de 94 % para el tratamiento control, 91 % para el T1 de inclusión y 84 % para los tratamientos con T2 y T3. Se observó una tendencia decreciente conforme aumentó el nivel de inclusión, lo que sugiere que porcentajes elevados podrían estar asociados a una ligera disminución en la viabilidad de los organismos durante el periodo experimental.

Figura 3. Efecto del nivel de inclusión de harina de cascarilla de cacao sobre la tasa de supervivencia del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*).



Características bromatológicas de la harina de cascarilla de cacao

El análisis proximal de la harina de cascarilla de cacao reveló un contenido de proteína de 14,67 %, grasa de 15,44 %, humedad de 10,32 %, cenizas de 4,77 % y fibra de 14,60 %. En comparación con el balanceado comercial (32 % proteína y 5 % de fibra), la materia prima presentó menor concentración proteica y mayor fracción fibrosa. Esta diferencia en la composición nutricional permite explicar parcialmente las variaciones observadas en los parámetros de crecimiento, especialmente en el incremento de talla y en la eficiencia alimenticia cuando se utilizaron niveles elevados de inclusión.

Rendimiento de canal y proporción aprovechable

Los resultados demostraron que el peso final del bocachico se mantuvo en un rango estrecho entre tratamientos, de 161,82 a 170,80 g. El mayor valor se registró con el 2 % de inclusión de harina de cascarilla de cacao. Esto indica que la incorporación moderada del subproducto no afectó negativamente el crecimiento final. En relación a la composición corporal, los porcentajes de vísceras, cabeza, esqueleto, aletas y escamas mostraron variaciones mínimas. Esto sugiere que la inclusión de harina no alteró la distribución anatómica del pez. La cabeza y el esqueleto representaron las fracciones de mayor proporción, manteniendo estabilidad entre tratamientos.

El rendimiento de filete varió entre 37,80 % y 39,29 %, siendo el tratamiento con 2 % el que presentó el valor más alto. De forma consistente, este mismo tratamiento mostró el mayor rendimiento en canal, con un 93,60 %, y el menor porcentaje de subproductos, que fue de 60,69 %. Estos resultados indican que un nivel moderado de inclusión mejoró la fracción comestible y redujo la proporción no comercial. En los niveles superiores, del 4 % y 6 %, el rendimiento de filete disminuyó ligeramente y el porcentaje de subproductos tendió a aumentar.

Tabla 3. Composición corporal y rendimiento comercial en función de los niveles de inclusión de harina de cascarilla de cacao en la dieta de *Ichthyoelephas humeralis*

	T0		T1		T2		T3	
Variables	Peso	(%)	Peso	(%)	Peso	(%)	Peso	(%)
	(g)		(g)		(g)		(g)	
Pescado entero	161,82		170,8		169,56		162,95	
Vísceras	11,18	6,9	10,92	6,39	10,94	6,45	10,61	6,51
Aletas	10,02	6,19	10,82	6,33	10,89	6,45	3,85	6,04
Escamas	4,34	2,68	4,39	2,57	4,19	2,47	4,0	2,45
Cabeza	39,85	24,62	41,82	24,48	43,7	25,77	41,59	25,52
Esqueleto	33,55	20,73	33,74	20,92	35,7	21,05	34,51	21,17
Rendimiento	62,81	38,81	67,11	39,29	64,09	37,8	62,47	38,33
Rendimiento en canal %		93,2		93,6		93,54		93,48
Rendimiento de subproductos %		61,13		60,69		62,2		61,71
Total		99,93	99,98		99,99		100	

Nota: Se presentan los valores de peso (g) y porcentaje (%) correspondientes a las fracciones anatómicas del pez, incluyendo vísceras, aletas, escamas, cabeza y esqueleto, así como el rendimiento de filete, rendimiento en canal y rendimiento de subproductos en los diferentes tratamientos evaluados (0 %, 2 %, 4 % y 6 % de inclusión).

Discusión

La utilización de subproductos agroindustriales en dietas acuícolas ha adquirido creciente interés como estrategia para reducir costos de producción y promover sistemas de cultivo más sostenibles. En este contexto, la inclusión de harina de cascarilla de cacao en la dieta del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) permitió evaluar el potencial de este residuo vegetal como ingrediente alternativo en la alimentación de peces. Los resultados

obtenidos evidenciaron que el consumo de alimento no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere que la incorporación del subproducto hasta niveles moderados no afecta la palatabilidad ni la aceptación del alimento. De forma similar, Marlene et al. (2022) reportaron que la inclusión de harina de cascarilla de cacao en dietas de tilapia no altera significativamente la ingesta voluntaria cuando se utiliza en proporciones controladas. Asimismo, Yossa et al. (2021) demostraron que diversos subproductos agrícolas, entre ellos la cascarilla de cacao, pueden incorporarse en dietas acuícolas sin afectar el consumo siempre que su inclusión no modifique de forma drástica las propiedades organolépticas del alimento balanceado.

En relación con la eficiencia alimenticia, el factor de conversión alimenticia presentó diferencias significativas entre tratamientos, observándose mejores resultados en los niveles de inclusión intermedia. Este comportamiento sugiere que la incorporación moderada de la harina de cascarilla de cacao puede favorecer el aprovechamiento del alimento consumido, posiblemente debido a la presencia de compuestos bioactivos o a la contribución energética de ciertos componentes del subproducto. La inclusión de cascarilla de cacao en dietas de tilapia puede mejorar ciertos parámetros productivos cuando se mantiene dentro de rangos moderados. No obstante, cuando el nivel de inclusión aumenta considerablemente, la eficiencia alimenticia tiende a disminuir, lo cual puede estar asociado al elevado contenido de fibra presente en este tipo de materias primas. En este sentido, Yossa et al. (2021) indicaron que dietas con altos niveles de fibra pueden reducir la digestibilidad de los nutrientes en peces, limitando la eficiencia con la que el alimento es convertido en biomasa.

Por otra parte, el incremento de talla mostró una tendencia diferente a la observada en la conversión alimenticia, ya que el tratamiento control presentó la mayor longitud promedio en comparación con los tratamientos con inclusión del subproducto. Este

resultado podría explicarse por la menor concentración proteica de la harina de cascarilla de cacao en relación con el balanceado comercial utilizado como referencia. Aragão et al. (2022) destacan que la calidad nutricional de los ingredientes utilizados en dietas acuícolas influye directamente en el crecimiento somático de los peces, especialmente en etapas tempranas de desarrollo. De igual manera evidenciaron que la inclusión de subproductos vegetales en dietas para peces puede modificar algunos parámetros de crecimiento cuando estos presentan menor densidad proteica o mayores niveles de compuestos estructurales (Ameen et al., 2025).

En cuanto a la supervivencia, se observó una ligera tendencia decreciente a medida que aumentó el nivel de inclusión de la harina de cascarilla de cacao. Aunque los valores registrados se mantuvieron dentro de rangos aceptables para sistemas experimentales de cultivo, este comportamiento podría estar relacionado con la presencia de metabolitos secundarios presentes en algunos subproductos vegetales. Rahman et al. (2023) señalan que la utilización de ingredientes alternativos de origen vegetal en dietas acuícolas debe evaluarse cuidadosamente, ya que ciertos compuestos presentes en estas materias primas pueden influir en la respuesta fisiológica de los organismos cuando se utilizan en niveles elevados (Marlene et al., 2022).

Finalmente, el análisis bromatológico de la harina de cascarilla de cacao permitió comprender parte de las respuestas productivas observadas en el ensayo. En comparación con el balanceado comercial, el subproducto presentó menor contenido de proteína y mayor proporción de fibra, características que influyen directamente en la digestibilidad y el valor nutritivo del alimento. De acuerdo con Mebratu et al. (2023), la inclusión de ingredientes fibrosos en dietas para peces puede afectar el aprovechamiento de nutrientes y modificar algunos indicadores productivos dependiendo del nivel de incorporación. No obstante, los resultados obtenidos evidenciaron que niveles moderados de inclusión no alteraron

significativamente la composición corporal ni la distribución anatómica de los organismos evaluados. Por el contrario, el tratamiento con inclusión intermedia mostró el mayor rendimiento de filete y de canal, lo que sugiere que proporciones moderadas del subproducto pueden optimizar la fracción comestible sin comprometer el desempeño productivo del bocachico (*Ichthyoelephas humeralis*) (Ameen et al., 2025).

Conclusiones

La inclusión de harina de cascarilla de cacao en la dieta de *Ichthyoelephas humeralis* no afectó significativamente el consumo de alimento ni la ganancia de peso durante la etapa de crecimiento, lo que indica que el subproducto puede incorporarse hasta niveles del 6 % sin alterar la aceptación del alimento ni la estabilidad del consumo voluntario.

Los niveles intermedios de inclusión (2 % y 4 %) mostraron una mejora en la eficiencia alimenticia, reflejada en menores valores de factor de conversión alimenticia, lo que evidencia una mayor capacidad de los peces para transformar el alimento consumido en biomasa; sin embargo, el incremento de talla fue superior en el tratamiento control, probablemente debido al mayor contenido proteico del balanceado comercial.

Desde el punto de vista productivo y comercial, la inclusión moderada de harina de cascarilla de cacao (2 %) presentó los mejores resultados en rendimiento de filete y rendimiento en canal, manteniendo además valores adecuados de peso final y supervivencia.

Referencias bibliográficas

- Adeshina, I., Akpoilih, B. U., Udom, B. F., Adeniyi, O. V., & Abdel-Tawwab, M. (2022). Interactive effects of dietary phosphorus and microbial phytase on growth performance, intestinal morphometry, and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on low-fishmeal diets. *Aquaculture*, 563, 738995. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738995>
- Ameen, A., Ahmad, M., & Parveen, S. (2025a). Impact of banana peel and cocoa husk on growth performance, microbial communities, and skin pigmentation in goldfish (*Carassius auratus*) and Thaila (*Catla catla*). *International Journal Of Applied And Experimental Biology*. <https://doi.org/10.56612/ijaaeb.v5i1.198>
- Aragão, C., Cabano, M., Colen, R., Fuentes, J., & Dias, J. (2022). Alternative formulations for gilthead seabream diets: towards a more sustainable production. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2211.02430>
- Aththar, M. H. F., Mengistu, S. B., Benzie, J. A., Komen, H., & Bastiaansen, J. W. (2026). Log-transformed variance from individual growth curves as a potential indicator of resilience in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91353-w>
- De Matos Dantas, F., De Souza, Y. M., Santana, T. M., Santos, D. K. M. D., Da Fonseca, F. A. L., & Gonçalves, L. U. (2024). A Sustainable Diet for Tambaqui Farming in the Amazon: Growth Performance, Hematological Parameters, Whole-Body Composition and Fillet Color. *Animals*, 14(8), 1165. <https://doi.org/10.3390/ani14081165>
- Dolores-Salinas, E., & Miret-Pastor, L. (2025). Aquaculture in Peru: Situation, Challenges and Prospects. *Aquaculture Fish And Fisheries*, 5(3). <https://doi.org/10.1002/aff2.70082>
- Esperanza, L. F. C., Abasolo-Pacheco, F., Milena, G. S. A., & Belén, C. Q. D. (2025). Evaluación del efecto de bacterias probióticas comerciales en cultivos larvarios de *Penaeus vannamei*. *Zenodo (CERN European Organization For Nuclear Research)*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17856391>
- Hameed, A., Majeed, W., Naveed, M., Ramzan, U., Bordiga, M., Hameed, M., Rehman, S. U., & Rana, N. (2022). Success of Aquaculture Industry with New Insights of Using Insects as Feed: A Review. *Fishes*, 7(6), 395. <https://doi.org/10.3390/fishes7060395>
- Iheanacho, S., Hornburg, S. C., Schulz, C., & Kaiser, F. (2025). Toward Resilient Aquaculture in Africa: Innovative and Sustainable Aquafeeds Through Alternative Protein Sources. *Reviews In Aquaculture*, 17(2). <https://doi.org/10.1111/raq.13009>
- Jorge, S., Félix, L., Costas, B., & Valentim, A. M. (2023). Housing Conditions Affect Adult Zebrafish (*Danio rerio*) Behavior but Not Their Physiological Status. *Animals*, 13(6), 1120. <https://doi.org/10.3390/ani13061120>
- Kole, K., Islam, M. R., Mrong, C. E., Neepa, N. N., Sultana, N., Haque, M. R., Salam, S., & Mostakim, G. M. (2022). Toxicological effect of sumithion pesticide on the
-

- hematological parameters and its recovery pattern using probiotic in *Barbonymus gonionotus*. *Toxicology Reports*, 9, 230-237. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.02.004>
- Marlene, M., Rosa, M. G., & Denisse, P. (2022c). Inclusion of cocoa shell flour (*Theobroma cacao* L) in the diet of (*Oreochromis* spp). *International Journal Of Health Sciences*, 13859-13868. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns2.8633>
- Mebratu, A. T., Vanhandsaeme, L., Asfaw, Y. T., Merckx, W., & Janssens, G. P. J. (2023). Exploring fibrous ingredients for fish: The case of feeding sugar beet pulp to tambaquí (*Colossoma macropomum*). *Heliyon*, 9(12), e22682. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22682>
- Méndez-Martínez, Y., Cevallos-Chevez, M. F., Álvarez-Sánchez, A. R., Botello-Leon, A., & Acosta, D. M. V. (2021). Bioquímica sanguínea y morfometría en *Ichthyoelephas humeralis* de ecosistemas lóticos, provincia Los Ríos, Ecuador. *Revista Mvz Córdoba*, 27(1), e2174. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2174>
- Munser, L., Sathyanarayanan, K. K., Raecke, J., Mansour, M. M., Uland, M. E., & Streif, S. (2025). Precise and Continuous Biomass Measurement for Plant Growth Using a Low-Cost Sensor Setup. *Sensors*, 25(15), 4770. <https://doi.org/10.3390/s25154770>
- Nascimento, M. B., Alencar, J. C., Paulino, B. N., Nascimento, J. C., Ferreira, T. R., Batista, A. S., Nascimento, M. M., Soares, S. E., & Mesquita, P. R. (2025). Functional and technological potential of by-products from the cocoa (*Theobroma cacao* L.) production chain. *Food Chemistry*, 493(Pt 1), 145718. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.145718>
- Neto, A. C., De Alvarenga, É. R., Toral, F. L. B., Leite, N. R., Da Costa, F. F. B., Goulart, L. Q., Correa, R. D. S., Da Silva, M. A., Santos, B. D. D., Fernandes, A. F. A., & Turra, E. M. (2023). Impact of selection for growth and stocking density on Nile tilapia production in the biofloc system. *Aquaculture*, 577, 739908. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739908>
- Rahman, M. H., Alam, M. A., Flura, Moniruzzaman, M., Sultana, S., Islam, M. R., & Talukdar, A. (2023). Alternative protein sources as a replacement of fish meal in the diet of *Oreochromis niloticus*: A review. *Archives Of Agriculture And Environmental Science*, 8(3), 442-451. <https://doi.org/10.26832/24566632.2023.0803024>
- Ramírez-Carmona, M., Rendón-Castrillón, L., Ocampo-López, C., & Sánchez-Osorno, D. (2022). Fish Food Production Using Agro-Industrial Waste Enhanced with *Spirulina* sp. *Sustainability*, 14(10), 6059. <https://doi.org/10.3390/su14106059>
- Shi, H., & Umair, M. (2024a). Balancing agricultural production and environmental sustainability: Based on Economic Analysis From North China Plain. *Environmental Research*, 252(Pt 3), 118784. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118784>
- Soares, T. F., & Oliveira, M. B. P. P. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, 27(5), 1625. <https://doi.org/10.3390/molecules27051625>
-

Yossa, R., Fatan, N. A., Kumari, J., & Schrama, J. W. (2021a). Apparent digestibility coefficients of banana peel, cassava peel, cocoa husk, copra waste, and sugarcane bagasse in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal Of Applied Aquaculture, 34(3), 734-754. <https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1890304>