

Ariotake. Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía

Volumen 1, Número 1. Año 2022.

- ▶ Contribuciones de la **medicina veterinaria** de la **UNAMAD** con las especies animales y su relación con el **ser humano**.



**Universidad Nacional
Amazónica de Madre de Dios**

© **Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios**

Departamento Académico de Medicina Veterinaria
Av. Jorge Chávez N° 1160, Puerto Maldonado - Perú

Editor Dirección de Institutos de Investigación, Universidad Nacional
Amazónica de Madre de Dios

Editorial Universidad Nacional de Madre de Dios

**Diseño de
la portada** Lic. Manuel Angel Rojas Torres

Volumen 1, Número 1, Año 2022
DOI: <https://doi.org/10.55873/ariva>
e-ISSN: 2810-8787

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-XXXX

Puerto Maldonado - Perú

Ariotake

e-ISSN: 2810-8787
DOI: 10.55873/ariva

Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía

Vol. 1 • Número 1 • Enero - Junio 2022 • Puerto Maldonado - Perú

Enfoque y propósito

Ariotake - Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía es publicación científica arbitrada, disciplinaria, de acceso abierto, patrocinada por el Vicerrectorado de Investigación y editada por la Dirección de Institutos de Investigación en coordinación con el Departamento Académico de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.

Ariotake publica artículos originales e inéditos que contribuyan al conocimiento científico en áreas temáticas de las disciplinas de Biología reproductiva, Zoología, Pesquería, Acuicultura, Ciencia Animal, Ciencia de productos lácteos, Cría, Mascotas y Ciencia Veterinaria. Sólo se aceptan artículos en español, enviados por la plataforma Open Journal System (OJS) siguiendo las normas indicadas en las Directrices para autores.

Periodicidad

Publicación semestral (enero-junio y julio-diciembre), en su versión Online.

Dirección de contacto

fondoeditorial@unamad.edu.pe

Telf: (+51) 942855797

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios

Departamento Académico de Medicina Veterinaria

Puerto Maldonado, Perú.

Ariotateke


e-ISSN: 2810-8787
DOI: 10.55873/ariva

Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía

Vol. 1 • Número 1 • Enero - Junio 2022 • Puerto Maldonado - Perú


Equipo editorial

Editor jefe


 M. Sc. Ricardo Ysaac García Núñez
rgarcia@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú

Comité editorial


 Dr. Yuri Karaccas de Carvalho
yuri.carvalho@ufac.br
Universidade Federal do Acre
Brasil


 M. Sc. Jimmy Flores Mendoza
jflores@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú

Comité científico


 Dr. Jerônimo Vieira Dantas Filho
jeronimovdantas@gmail.com
Universidade Federal de Rondônia
Brasil

 Dr. Ramon de Mendoça Correia
drramoncorreia@gmail.com
Centro Universitário Uninorte Rio Branco
Brasil

 Dr. Fernando Fernández Fernández
ffernandez@ucsm.edu.pe
Universidad Católica de Santa María
Perú

 Dra. Jenny Chaparro Gutiérrez
jenny.chaparro@udea.edu.co
Universidad de Antioquia
Colombia

Gestor de la revista

 M. Sc. Edgar Rafael Julian Laime
ejulian@unamad.edu.pe
Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios
Perú

Autoridades

Rector

 Dr. Hernando Hugo Dueñas Linares
hduenas@unamad.edu.pe

Vicerrectora de Investigación

 Dra. Luz Marina Almanza Huaman
lalmanza@unamad.edu.pe

Vicerrector Académico

 Dr. Joab Maquera Ramirez
jmaquera@unamad.edu.pe

Índice general

Editorial	Haber llegado en el momento indicado Have arrived at the right time <i>Ricardo García-Núñez</i> e177
Artículos originales	Comparación del efecto antiséptico de tres productos comerciales en la piel de canino en el pre y post quirúrgico Comparison of the antiseptic effect of three commercial products on canine skin pre and post-surgery <i>Emanuel Paucar-Cabrera, Ricardo García-Núñez, Roberto Lope-Huamán</i> e157
	Uso de polvillo de hoja de coca en la respuesta al estrés en juveniles de paco (<i>Piaractus brachipomus</i>) bajo un sistema de recirculación con biofloc Use of coca leaf dust in the response to stress in juvenile paco (<i>Piaractus brachipomus</i>) under a recirculation system with biofloc <i>Homero Gómez-Matos, Fanny Lizaraso-Huaman, Clifton Mahoma-Yupe</i> e160
	Efecto de la harina de semilla de copoazú y probióticos en dieta de codornices en postura, sobre la respuesta productiva, sistema gastrointestinal y colesterol total en yema de huevo Effect of cupuassu seed meal and probiotics in the diet of laying quail, on the productive response, gastrointestinal system and total cholesterol in egg yolk <i>Homero Gómez-Matos, Fanny Lizaraso-Huaman, Carla Merediz -Durant, Jhon Corimaya-Astete</i> e166
	Efecto de dietas extruidas en base a torta de castaña y fruto de macambo, sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de pacos juveniles Effect of extruded diets based on chestnut cake and macambo fruit, on growth and zootechnical indices in the culture of juvenile pacos <i>Natividad Chirinos-Ochoa, Javier Díaz-Viteri, Virne Mego-Mego</i> e176
	Consecuencias ecológicas de la fragmentación sobre la comunidad de mamíferos en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata Ecological consequences of fragmentation on the mammal community in the buffer zone of the Tambopata National Reserve <i>Manuel Delgado-Bernal, Carla Merediz-Durant</i> e175



Haber llegado en el momento indicado

Have arrived at the right time

Ricardo García-Núñez ^{1*} 

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú

Recibido: 15/11/2021

Aceptado: 27/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: rgarcia@unamad.edu.pe

Ariotake, que se pronuncia tal y como suena, es un vocablo de la lengua matsigenka, que pertenece a la familia lingüística arawak, y que según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), tiene una población estimada de 6629 habitantes que se asientan principalmente en las cuencas de los ríos Madre de Dios, Urubamba, Camisea y el río Apurímac (Perú. Ministerio de Educación. Dirección General de Educación Básica Alternativa, Intercultural Bilingüe y de Servicios Educativos en el Ámbito Rural. Dirección de Educación Intercultural Bilingüe, 2018).

Se traduce como “*Haber llegado en el momento indicado*”, tal y como lo hace el presente número de nuestra revista, pues llega en los inicios de este nuevo año y con vientos favorables, pues otorga un moderno espacio de difusión científica a los investigadores locales, nacionales e internacionales, que pueden plasmar en esta y en ediciones próximas los resultados de sus investigaciones.

El uso de una expresión en lenguaje nativo, responde al profundo deseo de identidad cultural que se espera promover en los autores invitados a socializar sus pesquisas a través de nuestras páginas, investigaciones que se espera estén estrechamente relacionadas con el desarrollo y progreso de nuestra región y de toda la amazonía.

Así mismo, ofrecer a la comunidad científica, material de consulta actualizado en temas de medicina, producción y conservación, no sólo de animales domésticos, sino también de animales silvestres, llevando en consideración la enorme biodiversidad que poseemos.

Finalmente, y tal como lo expuso Barra (2019), es pertinente decir que, a través de esta plataforma de divulgación, se colabore fuertemente con los estándares de calidad universitaria que se pretende lograr en un mediano plazo, y nuestras publicaciones periódicas sean la base para futuras acreditaciones.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

- Barra, A. (2019). La Importancia de la Productividad Científica en la Acreditación Institucional de Universidades Chilenas. *Formación universitaria*, 12(3), 101-110.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000300101>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades indígenas*. INEI. <https://bit.ly/3gYabmD>

Perú. Ministerio de Educación. Dirección General de Educación Básica Alternativa, Intercultural Bilingüe y de Servicios Educativos en el Ámbito Rural. Dirección de Educación Intercultural Bilingüe. (2018). *Lenguas originarias del Perú*. MINEDU. <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/MINEDU/6261>



Artículo original / Original article

Comparación del efecto antiséptico de tres productos comerciales en la piel de canino en el pre y post quirúrgico

Comparison of the antiseptic effect of three commercial products on canine skin pre and post-surgery

Emanuel Paucar-Cabrera ^{1*} ; Ricardo García-Núñez ¹ ; Roberto Lope-Huamán ²

¹Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú

²Clínica de pequeños animales HOVET 2, Puerto Maldonado, Perú

Recibido: 02/11/2021

Aceptado: 15/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: emapau0402@gmail.com

Resumen: El objetivo de la investigación fue comparar el efecto antiséptico de tres diferentes productos químicos comerciales sobre la piel de caninos en los momentos pre quirúrgico y post quirúrgico de una ovariectomía preventiva. La población muestral se conformó de 30 caninos hembras sanos, divididos aleatoriamente en 3 grupos de 10 animales, en cada grupo se aplicó un antiséptico comercial en la zona abdominal, al primer grupo Clorhexidina 2.5%, al segundo Alcohol 96° y al tercer Triclosán 0.5%. Las muestras obtenidas fueron acondicionadas de manera estéril y remitidas a laboratorio para su análisis microbiológico individual, el resultado de las mismas se expresó en Unidades Formadoras de Colonias (UFC). La evaluación estadística ($p < 0.05$), evidencian diferencias significativas entre las aplicaciones. La Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96° muestran homogeneidad y eficacia en el tratamiento a diferencia del Triclosán 0.5% que evidencia el desarrollo de UFC. Concluimos que el antiséptico de menor carga de UFC es la Clorhexidina 2.5% seguido del Alcohol 96°.

Palabras clave: alcohol; carga bacteriana; Clorhexidina; Triclosán

Abstract: The objective of the research was to compare the antiseptic effect of three different commercial chemical products on the skin of canines in the pre-surgical and post-surgical moments of a preventive ovariectomomy. The sample population was made up of 30 healthy female canines, randomly divided into 3 groups of 10 animals, in each group a commercial antiseptic was applied in the abdominal area, the first group Chlorhexidine 2.5%, the second Alcohol 96° and the third Triclosan 0.5%. The samples obtained were conditioned in a sterile manner and sent to the laboratory for individual microbiological analysis, the result of which was expressed in Colony Forming Units (UFC). Of the statistical evaluation ($p < 0.05$), show significant differences between the applications, Chlorhexidine 2.5% and Alcohol 96° show homogeneity and efficacy in the treatment, unlike Triclosan 0.5%, which shows the development of UFC. We conclude that the antiseptic with the lowest UFC load is Chlorhexidine 2.5% followed by Alcohol 96°.

Keywords: alcohol; bacterial burden; Chlorhexidine; Triclosan

1. Introducción

En medicina, la piel es la primera barrera de defensa contra las infecciones microbianas, y es notablemente eficaz en su función, a pesar que la misma suele estar colonizada por una gran cantidad de microorganismos que viven inofensivamente sobre ella sin ocasionar efectos secundarios (Marroquin Ramírez, 2008).

En la clínica veterinaria de pequeños animales, los caninos y felinos son vulnerables a infecciones, por estar expuestos a cargas bacterianas durante algún procedimiento quirúrgico, por ello se requiere usar antisépticos efectivos pre y post quirúrgicamente, para evitar complicaciones posteriores y tener un óptimo resultado quirúrgico (Welch-Fossum & Duprey-Pardi, 2019).

Si la epidermis se rompe intencional o accidentalmente, los microorganismos cutáneos pueden colonizar el sitio de la herida o lesión, iniciando un proceso que puede conducir a una infección secundaria clínicamente determinada. A pesar del uso generalizado de agentes antimicrobianos para la desinfección de la piel, estos no se eliminan con tan sólo utilizar antisépticos y desinfectantes (Coronado Vega, 2017).

Existen diversos factores que influyen en el proceso antiséptico, tales como el pH y la temperatura de la piel, además de la limpieza previa que es una de los más importantes, porque con este procedimiento ayudamos en la eliminación de la suciedad acumulada, para posteriormente, aplicar el antiséptico elegido (Martínez-Bagur, 2013).

Al momento de elegir el antiséptico, se debe considerar una serie de condiciones que debe cumplir el producto como espectro germicida amplio, estabilidad y solubilidad, no irritante ni corrosivo, no tóxico, biodegradable, de eficacia comprobada, facilidad de manipulación y aplicación, persistencia del efecto y alto grado de penetración (Casamada N et al., 2002; Hernández-Rodríguez, 2006; Kahrs, 1995).

En la actualidad se están utilizando diversos antisépticos para controlar infecciones bacterianas durante un proceso quirúrgico, en medicina veterinaria los más utilizados son la clorhexidina, el alcohol etílico y el triclosán; que cumplen con las características deseadas de un buen antiséptico (Cáceres, 1998; Castro Ballena, 2015; Diomedi Pacheco et al., 2017; Guerra-Argentina, 2005; Zuñiga Carrasco & Caro Lozano, 2017).

Bajo este panorama, en el presente estudio se planteó comparar el efecto antiséptico de tres diferentes productos químicos comerciales sobre la piel de caninos en los momentos pre quirúrgico y post quirúrgico de una ovariectomía preventiva.

2. Materiales y métodos

Se utilizaron 30 hembras caninas (*Canis lupus familiaris*) criollas, de aproximadamente 15 kg de peso, a las que se les realizó la ovariectomía preventiva; previamente, se les realizó el examen de riesgo pre quirúrgico (hemograma completo y perfiles hepático y renal), así mismo, fueron clínicamente evaluadas, evidenciando que los 30 animales se encontraban en buenas condiciones sanitarias y no mostraban ninguna alteración ni enfermedad.

Las 30 hembras fueron distribuidas aleatoriamente en 3 grupos, cada uno con 10 animales que corresponden a cada uno de los antisépticos escogidos para evaluación: Grupo Clorhexidina 2.5%, Grupo Alcohol 96° y Grupo Triclosan 0.5%.

Según protocolo, se rasuró e higienizó la zona de la incisión quirúrgica que es de aproximadamente de 5 cm², luego se aplicaron, por frotamiento, los antisépticos evaluados, de acuerdo a cada grupo y distribución, después de 3 minutos se tomó la primera muestra con un hisopo estéril, el mismo que se almacenó en su respectivo envase estéril para ser remitido a laboratorio para su análisis y corresponde al momento pre quirúrgico.

Después de 40 minutos, y ya realizado el proceso quirúrgico, se tomó nuevamente una muestra bajo el mismo protocolo inicial, correspondiendo el momento post quirúrgico; finalmente, y luego

de obtenidos los resultados microbiológicos, los que están expresados en Unidades Formadoras de Colonias (UFC), fueron sometidos a análisis de varianza y ANOVA.

3. Resultados y discusión

En el momento pre quirúrgico se observó que los antisépticos Clorhexidina 2.5% y Alcohol 96° mostraron eficacia en el tratamiento, ya que ambos obtuvieron una media menor a 1 de UFC; a diferencia del Triclosán 0.5% que arrojó una media de concentración de 58 UFC (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de varianza para el pre quirúrgico al efecto de antisépticos comerciales en canes.

Antisépticos	N	Media	Desviación estándar	Error estándar
Triclosán 0.5%	10	58,00	45,326	14,333
Alcohol 96°	10	1,00	,000	,000
Clorhexidina 2.5%	10	1,00	,000	,000
Total	30	20,00	37,209	6,793

En la Tabla 2, se muestra que, durante el momento pre quirúrgico, el control de la carga microbiana a nivel de piel de los antisépticos al 95% de confianza, fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$).

Tabla 2. Análisis de varianza para el pre quirúrgico al efecto de antisépticos comerciales en canes.

F de V	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	Fc	Ft
Entre grupos	21660.00	2	10830.00	15.81	5.48
Dentro de grupos	18490	27	684.41		
Total	40150.00	29			

Este resultado coincide con la evaluación previa de la Clorhexidina 2.5% que se comparó con otros principios activos, un yodóforo e incluso el propio Triclosán 0.5%, y en donde se demostró que la Clorhexidina 2.5% resultó eficaz apenas en 30 segundos contra los microorganismos probados (Springel, et al. 2017).

De acuerdo a la Tabla 3, se observó que la Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96° fueron antisépticos igualmente eficaces para la desinfección pre quirúrgica de la piel de caninos, así mismo, el Triclosán 0.5% mostró una clara ineficiencia antiséptica.

Tabla 3. Comparaciones múltiples (hsd -tuckey) pre quirúrgico.

Antisépticos	N	Subconjunto para $\alpha = 0.005$	
		1	2
Alcohol 96°	10	1,00	
Clorhexidina 2.5%	10	1,00	
Triclosán 0.5%	10		58,00
Sig.		1,000	1,000

Para el momento post quirúrgico, se apreció el mismo comportamiento que durante el momento pre quirúrgico, ya que, si bien la Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96° mantuvieron en uno la concentración media de UFC, el Triclosán 0.5% exhibió una leve reducción de la concentración media de UFC a 32, sin embargo, estos resultados continúan mostrando la ineficacia del Triclosán 0.5% como agente antiséptico eficaz (Tabla 4).

Tabla 4. Comparaciones múltiples (hsd –tuckey) pre quirúrgico.

Antisépticos	N	Media	Desviación estándar	Error estándar
Triclosán 0.5%	10	32,00	32,677	10,333
Alcohol 96°	10	1,00	,000	,000
Clorhexidina 2.5%	10	1,00	,000	,000
Total	30	11,33	23,501	4,291

La Tabla 5, pone en evidencia la diferencia significativa ($p < 0.05$) que existe entre los antisépticos evaluados con 95% de confianza.

Tabla 5. Análisis de varianza para el post quirúrgico al efecto de antisépticos comerciales en canes.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Fc	Ft
Entre grupos	6406.67	2	3203.33	9.00	5.48
Dentro de grupos	9610.00	27	355.93		
Total	16016.67	29			

De acuerdo a lo manifestado, los resultados se asemejan a estudios previos, donde se compararon las tasas de infección e inflamación del sitio quirúrgico, basados en resultados posteriores al uso de suturas quirúrgicas impregnadas con Triclosán, los que no proporcionan ningún beneficio adicional como controladores antisépticos (Ahmed et al., 2019).

La eficiencia antiséptica de la Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96° es evidente y similar también durante el momento post quirúrgico, tal como se muestra en la Tabla 6, en donde a la vez se muestra que el Triclosán 0.5% es ineficiente.

Tabla 6. Comparaciones múltiples (hsd –tuckey) post quirúrgico.

Antisépticos	N	Subconjunto para $\alpha = 0.005$	
		1	2
Alcohol 96°	10	1,00	
Clorhexidina 2.5%	10	1,00	
Triclosán 0.5%	10		32,00
Sig.		1,000	1,000

Como se observa en las Tablas 7 y 8, diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre la efectividad de los antisépticos evaluados con un intervalo de confianza al 95%, donde la Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96° forman un grupo homogéneo, al resultar eficientes para el control antiséptico pre y post quirúrgico; al contrario de lo demostrado por el Triclosán 0.5%, que es ineficiente para el control de microorganismos, tal y como lo evidencia la cantidad de UFC encontradas en las muestras.

Tabla 7. Análisis de varianza para el pre y post quirúrgico al efecto de antisépticos comerciales en canes.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	Fc	Ft
Entre grupos	4506.67	2	2253.33	42.25	5.48
Dentro de grupos	1440.00	27	53.33		
Total	5946.67	29			

Tabla 8. Grupos homogéneos (hsd – tuckey) pre y post quirúrgico.

Antisépticos	N	Subconjunto para $\alpha = 0.005$	
		1	2
Alcohol 96°	10	,000	
Clorhexidina 2.5%	10	,000	
Triclosán 0.5%	10		26,0000
Sig.		1,000	1,000

Los resultados coinciden con Elshamy et al. (2018), en donde, de dos protocolos antisépticos para preparación de sitios quirúrgicos, la asociación Clorhexidina – Alcohol, resultó más eficiente que la povidona yodada para la prevención de infecciones.

Del mismo modo, los resultados concuerdan con los expuestos por McCagherty et al. (2020), en donde la comparación de la eficacia antimicrobiana durante la preparación quirúrgica de pacientes sometidos a cesárea, fue mayor para una solución de etanol al 70% contra el gluconato de clorhexidina al 2%, para lograr recuento cero de UFC y bajos niveles de contaminación.

Por lo tanto, el uso de la Clorhexidina 2.5% muestra eficacia y seguridad para prevenir contaminación microbiana en el sitio de intervención del ovario histerectomía en caninos, al igual que Frost et al. (2018) que utilizó la misma solución al 2%. De la misma manera que la asociación de Clorhexidina y Alcohol exhiben una gran respuesta antiséptica, incluso contra soluciones de preparación para la piel, como lo manifiestan Maxwell et al. (2018).

4. Conclusiones

Se determinó respecto de la carga bacteriana en la piel de los caninos en el pre quirúrgico a los 3 minutos y post quirúrgico a los 40 minutos, el antiséptico más efectivo es la Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96°, ya que tuvieron una disminución de UFC, resultando eficientes en control antiséptico. Sin embargo, el Triclosán 0.5% resultó ineficiente en el control antiséptico pre y post quirúrgico.

Los antisépticos más efectivos, en efecto y acción residual con los microorganismos, son la Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96°, debido a la reducción de UFC en la piel de los caninos, en comparación al efecto casi nulo del Triclosán 0.5%.

La Clorhexidina 2.5% fue el antiséptico de mayor eficacia en lo referido al control de UFC en la piel de los caninos, seguido del Alcohol 96° por la misma razón.

Es evidente que la Clorhexidina 2.5% y el Alcohol 96° mantienen un potente efecto residual, luego del tiempo de la cirugía y la manipulación de la zona.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

P-C, E.: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final), redacción (revisión y edición).

G-N, R., L-H, R.: metodología, investigación, curación de datos.

Referencias bibliográficas

- Ahmed, I., Boulton, A. J., Rizvi, S., Carlos, W., Dickenson, E., Smith, N. A., & Reed, M. (2019). The use of triclosan-coated sutures to prevent surgical site infections: A systematic review and meta-analysis of the literature. *BMJ Open*, 9(9). <https://doi.org/10.1136/BMJOPEN-2019-029727>
- Cáceres, P. (1998). *Determinación del contenido de Yodo en productos comerciales para Dipping utilizados a nivel predial para el control de Mastitis*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1998/fvc118d/doc/fvc118d.pdf>
- Casamada N, Ibáñez N, Rueda J, & Torra JE. (2002). *Guía práctica de la utilización de antisépticos en el cuidado de heridas*. Laboratorios Salvat S.A. <https://gneaupp.info/wp-content/uploads/2014/12/utilizacion-de-antisepticos.pdf>
- Castro Ballena, P. F. (2015). *Revisión crítica : antiseptia de la zona operatoria en el paciente quirúrgico : clorhexidina al 2% o yodo povidona al 10%*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1328>
- Coronado Vega, A. A. (2017). *Eficacia del gluconato de clorhexidina vs yodopovidona para prevenir infecciones en la herida operatoria del paciente quirúrgico*. Universidad Privada Norbert Wiener. <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/805>
- Diomedi Pacheco, A., Chacón, E., Delpiano, L., Hervé, B., Jemenao, M. I., Medel, M., Quintanilla, M., Riedel, G., Tinoco, J., & Cifuentes, M. (2017). Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. *Revista Chilena de Infectología*, 34(2), 156–174. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182017000200010>
- Elshamy, E., Ali, Y. Z. A., Khalafallah, M., & Soliman, A. (2018). Chlorhexidine–alcohol versus povidone–iodine for skin preparation before elective cesarean section: a prospective observational study. *Undefined*, 33(2), 272–276. <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1489533>
- Frost, S. A., Hou, Y. C., Lombardo, L., Metcalfe, L., Lynch, J. M., Hunt, L., Alexandrou, E., Brennan, K., Sanchez, D., Aneman, A., & Christensen, M. (2018). Evidence for the effectiveness of chlorhexidine bathing and health care-associated infections among adult intensive care patients: a trial sequential meta-analysis. *BMC Infectious Diseases*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/S12879-018-3521-Y>
- Guerra-Argentina, D. (2005). Uso de antisépticos y desinfectantes. *Revista del Hospital Materno Infantil Ramón Sardá*, 24(4), 201–203. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91204113>
- Hernández-Rodríguez, Á. (2006). *Aportaciones al estudio de la actividad antimicrobiana de los antisépticos y desinfectantes* [Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://1library.co/document/rz3jmg7y-aporaciones-estudio-actividad-antimicrobiana-antisepticos-desinfectantes.html>
- Kahrs, R. (1995). *Principios generales de la desinfección - OIE*. <https://www.yumpu.com/es/document/view/14264481/principios-generales-de-la-desinfeccion-oie>
- Marroquin Ramírez, I. (2008). *Evaluación del efecto antibacteriano de dos agentes antisépticos en la preparación del área quirúrgica*. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3650/>
- Martínez-Bagur, L. (2013). *Guía de antisépticos y desinfectantes*. Hospital Universitario De Ceuta. https://ingesa.sanidad.gob.es/bibliotecaPublicaciones/publicaciones/internet/docs/Guia_Antisepticos_desinfectantes.pdf
- Maxwell, E. A., Bennett, R. A., & Mitchell, M. A. (2018). Efficacy of application of an alcohol-based antiseptic hand rub or a 2% chlorhexidine gluconate scrub for immediate reduction

- of the bacterial population on the skin of dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 79(9), 1001-1007. <https://doi.org/10.2460/AJVR.79.9.1001>
- McCagherty, J., Yool, D. A., Paterson, G. K., Mitchell, S. R., Woods, S., Marques, A. I., Hall, J. L., Mosley, J. R., & Nuttall, T. J. (2020). Investigation of the in vitro antimicrobial activity of triclosan-coated suture material on bacteria commonly isolated from wounds in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 81(1), 84-90. <https://doi.org/10.2460/AJVR.81.1.84>
- Springel, E., Wang, X.-Y., Sarfoh, V., Stetzer, B., Weight, S., & Mercer, B. (2017). A randomized open-label controlled trial of chlorhexidine-alcohol vs povidone-iodine for cesarean antisepsis: the CAPICA trial. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 217(4), e463. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.05.060>
- Welch-Fossum, T., & Duprey-Pardi, L. (2019). *Cirugía en pequeños animales* (5ta ed.). Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/cirugia-en-pequenos-animales/978-84-9113-380-3>
- Zuñiga Carrasco, I. R., & Caro Lozano, J. (2017). Controversia por el uso de triclosán en los productos antibacteriales de uso común. *Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica*, 30(3), 93-96. <http://www.medigraphic.com/rlip>



Artículo original / Original article

Uso de polvillo de hoja de coca en la respuesta al estrés en juveniles de paco (*Piaractus brachipomus*) bajo un sistema de recirculación con biofloc

Use of coca leaf dust in the response to stress in juvenile paco (*Piaractus brachipomus*) under a recirculation system with biofloc

Homero Gómez-Matos ^{1*} ; Fanny Lizaraso-Huaman ¹ ; Clifton Mahoma-Yupe ¹ 

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú

Recibido: 03/11/2021

Aceptado: 15/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: hgomez@unamad.edu.pe

Resumen: El desarrollo de la actividad acuícola en la región de Madre de Dios requiere de nuevas tecnologías para optimizar la producción sostenible. EL objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de la adición de polvillo de hoja de coca en respuesta al estrés en juveniles de paco (*Piaractus brachipomus*) bajo un sistema de recirculación con biofloc en la planta piloto acuícola de una universidad amazónica peruana. Para ello, llevamos a cabo una investigación aplicada de diseño experimental; utilizamos 900 juveniles de paco, que fueron distribuidas al azar en tres tratamientos con dos repeticiones, formando seis unidades experimentales (tanques circulares) con 150 peces cada una. Los resultados evidencian que el uso del polvillo de coca en dietas para juveniles de paco en un sistema de recirculación con biofloc no influenció la calidad de agua, parámetros productivos y hematológicos ($p > 0.05$), promedios analizados mediante la prueba de Tukey. Se concluye que la concentración de polvillo de hoja de coca en un tiempo de 60 días mejora el crecimiento y el estado fisiológico en juveniles de paco.

Palabras clave: acuicultura; dieta; evaluación hematológica; parámetros físico-químicos

Abstract: The development of aquaculture activity in the Madre de Dios region requires new technologies to optimize sustainable production. The objective of the present study was to evaluate the effects of the addition of coca leaf dust in response to stress in juvenile paco (*Piaractus brachipomus*) under a biofloc recirculation system in the aquaculture pilot plant of a Peruvian Amazonian university. For this, we carry out an applied investigation of experimental design; we used 900 paco juveniles, which were randomly distributed in three treatments with two repetitions, forming six experimental units (circular tanks) with 150 fish each. The results show that the use of coca powder in diets for paco juveniles in a recirculation system with biofloc did not influence water quality, productive and hematological parameters ($p > 0.05$), averages analyzed by Tukey's test. It is concluded that the concentration of coca leaf dust in a period of 60 days improves growth and physiological status in juvenile paco.

Keywords: aquaculture; diet; hematological evaluation; physico-chemical parameters

1. Introducción

En las últimas décadas se han diseñado sistemas de producción acuícola, con el fin de optimizar el uso del agua y espacio, incrementando la densidad de cultivo (Ebeling & Timmons, 2012). Mientras la acuicultura se incrementa, surge la necesidad de mejorar y diversificar los tipos de sistemas de producción. Un factor clave que afecta la piscicultura semi intensiva es el estrés. Los peces son sometidos a condiciones de baja calidad de agua, dieta inadecuada y mal manejo, provocando inapetencia y desordenes orgánicos que generan alta tasa de mortandad (Pitaksong et al., 2013).

Los recursos hidrobiológicos procedentes de la acuicultura, en especial el paco, tiene una tolerancia a bajos niveles de oxígeno disuelto en piscigranjas, sin embargo, en sistemas de recirculación tiende a sufrir estrés, producto del mismo manejo que es sometido, logrando adaptarse a un metabolismo semianaerobio, tolerando niveles de hasta 1 mg/L (Martínez Suarez et al., 2015).

Los sistemas de recirculación con biofloc involucran etapas sobre la fotosíntesis y formación de bacterias, en donde el sustrato (carbono y nitrógeno) están suspendidos en el agua de cultivo junto con el fitoplancton y bacterias heterotróficas que fijan los compuestos como el nitrógeno liberado por los pacos y ser usados en su crecimiento, eliminando la toxicidad por nitritos en el tanque de cultivo (Azim & Little, 2008). Los sistemas de crianza del paco y gamitana pueden tolerar elevadas densidades de cultivo en comparación de otras especies acuícolas, logrando una opción de producción sostenible (de Oliveira et al., 2012).

Los productos antiestrés ayudan a la tolerancia de la densidad de cultivo y la calidad de agua, como el amonio y nitritos en las primeras semanas de un sistema producción acuícola. Liu et al., (2008), manifiestan que los peces suplementados con dietas de ácido ascórbico tienen un efecto positivo en su proceso productivo, aumentando la tolerancia de los efectos del estrés en la calidad de agua sobre el amonio en el pez. Así, Wise et al. (1988) señalaron una reducción en los niveles de metahemoglobina por exposición a nitritos en el cultivo del pez gato, suplementados con dietas altas concentradas de ácido ascórbico.

Los peces tropicales son una de las especies más relevantes para la acuicultura continental de la selva, y la segunda en importancia comercial después de la gamitana, siendo la producción del año 2003 menor a 100 TM (PRODUCE [Ministerio de la Producción], 2017), variando significativamente hasta el 2017, donde obtuvo 1000 TM. A pesar de los avances en tecnología e innovación a nivel mundial, en el Perú la forma práctica de producción de peces tropicales en cualquier etapa de cultivo son los estanques excavados, y en menor grado, en jaulas y sistema de reúso de agua. Muy pocos cultivos de paco o gamitana se realizan en sistemas de recirculación o en sistemas biofloc (Hernández Mancipe et al., 2019).

Existen pocos estudios del manejo del estrés en peces amazónicos, por ello la urgencia de investigar dietas suplementadas con ácido ascórbico, que permitan minimizar el estrés en condiciones de cultivo semi intensivo.

En consecuencia, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la adición de polvillo de hoja de coca en respuesta al estrés en juveniles de paco (*Piaractus brachipomus*) bajo un sistema de recirculación con biofloc en la planta piloto acuícola de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú.

2. Materiales y métodos

Tipo de estudio

Realizamos una investigación de tipo aplicada y diseño experimental, en la cual evaluamos los efectos del polvillo de coca en un sistema con biofloc sobre el rendimiento productivo y hematológicos en juveniles de paco. Los parámetros evaluados se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros productivos e instrumentos de medición

Tipo de Análisis	Parámetro	Unidad	Instrumento de medición	Marca	Método
Evaluación de parámetros físico- químicos de agua	Temperatura	°C	Oxímetro	YSI	-
	Oxígeno disuelto	mg/L			-
	pH	-	Potenciómetro	SCHOTT	-
	NH ₃	mg/L	Reactivo colorimétrico	HACH	(APHA, 1998)
	NO ₂	mg/L	Reactivo colorimétrico	HACH	HACH 8038 (Nessler)
Evaluación de parámetros productivos	Ganancia en peso	gramos	Balanza digital	-	HACH 8039 (Reducción de Cd)
	Factor de conversión alimenticia	-	-	-	-
	Peso final	gramos	-	-	-
	Sobrevivencia	%	Mortalidad	-	-
	Conteo total de eritrocitos	10 ⁶ µL ⁻¹	Cámara de Neubauer	-	(Oliveira et al., 2008)
	Nivel de Hemoglobina	g/dL	Cámara de Neubauer	-	Glucosa oxidasa y peroxidasa. Valtek diagnostics
Evaluación parámetros Hematológicos	Valor de hematocrito (Hto)	%	Microcentrífuga	-	(Goldenfarb et al., 1971)
	Nivel de glucosa en plasma	mg/dL	Espectrofotómetro 340 nm	Scout	Glucosa oxidasa y peroxidasa. Valtek diagnostics

Unidad de análisis

Utilizamos 900 juveniles de paco, de 70 días de edad con peso promedio de 50 gr/pez a 85 gr/ave, procedentes de Cachuela (Madre de Dios - Perú). Estos fueron distribuidos según: T1) grupo de 150 juveniles de paco. Dieta + 0% polvillo de coca; T2) grupo de 150 juveniles de paco. Dieta + 500 mg/Kg-1 polvillo de coca; T3) grupo de 150 juveniles de paco. Dieta + 1000 mg/Kg-1 polvillo de coca.

Procedimientos

El ensayo biológico inició desde el 01 de noviembre del 2017 hasta 30 de abril del 2018, con una duración de 35 semanas. Construimos y acondicionamos tres estanques circulares de 3 m de diámetro con un sistema de recirculación con biofloc. Empleamos tres tipos de dietas de crecimiento con su requerimiento nutricional para juveniles de paco, bajo dos dosis de polvillo de hoja de coca de 0,500 y 1000 mg Kg-1 de alimento.

Aplicamos tres tratamientos con dos repeticiones a una densidad de siembra de 150 juveniles por tanque con el sistema de recirculación con biofloc, acondicionados completamente al azar, bajo una tasa de alimentación al 8% de su peso, alimentados tres veces al día, donde evaluamos los parámetros hematológicos (conteo de eritrocitos) (de Oliveira et al., 2012), hematocrito (Collier, 1994), así como crecimiento a través de la conversión alimenticia y calidad de agua.

Construcción y validación del sistema biofloc

La instalación de los sistemas de desagüe de los tanques circulares, contaron con refuerzos de tubo de pvc y con cinturones de cable conectados a la base o terraplén con cierto declive al centro de su instalación y su respectivo linaje, las tuberías fueron de 4 pulgadas, y los tanques de 6 m de diámetro.

Una vez construidos los tanques circulares mezclamos el agua de cultivo del sistema biofloc y el del sistema con recambio con la finalidad de disponer de suficiente biofloc para la fase

experimental. Mantuvimos este tanque durante dos horas con aireación constante para conservar los flóculos en suspensión y lograr una homogenización eficiente (Álvarez Sánchez, 2016).

Procedimos a la maduración del sistema en tanques circulares, posteriormente evaluamos con juveniles de paco bajo una densidad de carga de 300 pacos/tanque, seguidamente adicionamos bacterias nitrificantes marca Nutrafin a los 15 días. Después de obtener una acumulación de nitratos y una disminución en la concentración de amonio y nitritos corroboramos con el equipo de kit limnológico para su buen funcionamiento del biofloc. Asimismo, monitoreamos un recambio de agua del 4% (2.5 m³), utilizando sistemas de aireación continuo con un blower de 0.25 HP.

Al finalizar la última quincena del experimento, recolectamos 5 peces del tanque experimental, los cuales medimos y pesamos para posteriormente sacrificarlos por medio de sobredosis de anestesia. Tomamos una muestra de sangre de 0.5 ml - 1.0 ml por punción en la arteria caudal (línea lateral). Para ello, empleamos jeringas estériles de 3 ml previamente heparinizadas (anticoagulante), una vez extraída la muestra de sangre, colocamos en viales de 1.5 ml. De los viales con sangre, llenamos dos tubos capilares de cristal heparinizados de cada ejemplar y fueron colocados en una microcentrifuga a 10,000 rpm durante 10 min para la cuantificación de hematocrito.

Análisis de datos

Utilizamos un Diseño Completamente Aleatorio (DCA), mediante dos tratamientos, cada tratamiento con dos repeticiones (1 tanque representa una repetición) y cada repetición de 150 juveniles de paco. Analizamos un nivel de significancia del 5% en aquellos ANVA que fueron significativas entre los tratamientos, y realizamos la prueba de comparación múltiple (medias) de Tukey, en el programa estadístico SAS.

3. Resultados y discusión

Los resultados de la experimentación son presentados en la Tabla 2. Este expone la comparación de medias de Tukey entre los tratamientos para los parámetros productivos, físico-químicos del agua y hematológicos en tiempo de producción de juveniles paco.

Tabla 2. Comparación de medias Tukey entre los tratamientos

Parámetros	Quincena 1			Quincena 2			Quincena 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Físico-químicos									
T° agua(°C)	27,70a	28,30a	28,00a	27,8a	28,8b	27,6a	28,9a	29,4b	29,0a
Alcalinidad	88.5a	88.0a	89.5a	86.2a	88.5ab	87.6a	85.4a	87.7ab	82.1c
pH	6,43ab	6,44a	6,59a	6,59a	6,68a	6,54a	6,61a	6,60a	6,55a
Oxígeno disuelto (mg/l)	5,48	5,47	5,1a5	6,24a	6,21a	6,48a	5,40a	5,85b	5,48a
Nitrito (mg/l)	0,83a	1,13b	1,14ab	0,58a	0,55a	0,58a	0,50a	0,41ab	0,25a
Amoniaco (mg/l)	0,40a	0,40a	0,48a	0,37a	0,45ab	0,51b	0,45a	0,40a	0,35ab
Biométrico y Costos									
Peso inicial (g)	49.58a	49.6a	49.8a	80.50a	81.2b5	79.23ab	143.25a	149.48ab	147.31b
Peso final (g)	80.5a	81.25ab	79.23a	143.25a	149.48ab	147.31a	175.2ab	178.4a	79.30ab
Talla inicial (cm)	12.5a	12.9a	13.2a	14.8a	15.0ab	15.1a	16,6ab	17,24a	16,73a
Talla final (cm)	14.8a	15.0a	15.1ab	16,6	17,44a	16,73ab	16,9a	17,31a	17,75ab
F.C.A	1.91ab	1.86a	1.82a	1.88a	1.81ab	1.85a	1.88a	1.81ab	1.85b
Supervivencia (%)	99a	98a	97ab	89a	90ab	90a	89a	90a	90a
Costo alimento (S/. /Kg)	2.91	2,86	2.82	2.88	2,81	2.85	2.98	2,99	2.97
Costo de producción	0,33a	0,30a	0,25ab	0,29a	0,22a	0,20ab	0,29a	0,24ab	0,25b

Hematológicos									
Conteo eritrocitos 10 ⁶ µL ⁻¹	1.91	2.32	3.31	-	-	-	2.68a	2.42a	2.48a
Hemoglobina g/dL	2.56	2.25	3.11	-	-	-	2.38a	2.50a	2.42ab
Valor de hematocrito (Hto)	29.80	29.25	29.50	-	-	-	28.62a	29.56a	29.30a
Nivel de Glucosa en plasma	40.75	67.80	68.5	-	-	-	79.00 a	84.20ab	82.34ab

Nota: ^{a, b} Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila son estadísticamente ($p < 0.05$) / T-1: Tratamiento 1 (0 mg P coca); T-2: Tratamiento 2 (500 mg P coca); T-3: Tratamiento 3 (1000 mg P coca); promedios que no tienen número no se realizó la comparación de medias Tukey.

3.1. Calidad de agua

Los niveles de amonio en los tratamientos con biofloc e inoculados con probióticos fueron similares sin diferencias significativas. Sin embargo, en la tercera quincena, se presentó bajo nivel de concentración de amonio en el tratamiento 3, debido probablemente a la maduración adecuada del sistema con la actividad de bacterias nitrificantes de los géneros Nitrosomonas, las cuales oxidan el amonio en nitritos.

Los valores promedios totales de temperatura en el agua a lo largo de todo el experimento fueron entre 26,8 °C - 29,0 °C, encontrándose dentro del rango recomendado por Marcillo & Andivar (2000), como óptimo para el crecimiento del paco (28 °C - 32 °C). Por otro lado, los valores promedios totales de pH para la prueba Tukey fue en el tratamiento 3 de 6,68, tal como lo mencionan Popma & Lovshin (1996), que el valor óptimo de pH para las tilapias se encuentra entre (6,5 - 8,5) siendo óptimo 7,5.

La mínima concentración promedio total de oxígeno disuelto registrado fue el tratamiento 3 de 5,40, encontrándose dentro de lo óptimo. Castillo (1994) corrobora que para el caso de tilapia roja el oxígeno debe mantenerse por encima de los 3 mg/l como rango ideal.

De acuerdo a los resultados obtenidos, afirmamos que los pacos se encontraron en un ambiente ligeramente estable por su nivel de pH y alcalinidad. Valenzuela Vargas et al. (2017) lograron en su investigación con biofloc, oxígeno disuelto entre 7.54 ± 0.21 a 7.73 ± 0.31 mgO₂/L, pH entre 7.23 ± 0.34 a 7.58 ± 0.35 , nitritos entre 0.36 ± 0.03 a 0.39 ± 0.042 mg/L manteniendo una temperatura promedio de 24 °C durante un periodo de 180 días.

Por otro lado, Gallego Alarcón (2010) obtuvo niveles de alcalinidad de 54.46 ± 0.57 mg/L, oxígeno disuelto de 4.86 ± 0.07 mgO₂/L, pH de 6.95 ± 0.07 , nitritos de 0.250 ± 0.006 mg/L manteniendo una temperatura promedio de 16.76 ± 0.13 °C en un cultivo de trucha Arco Iris durante 150 días. Mariluz Fernández (2015) sostuvo que la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en sistema cerrado de recirculación de agua mantuvo los peces con un pH 8.4 ± 0.13 ; demanda química de oxígeno 34.3 ± 47.4 mg/L; temperatura 18.9 ± 1.2 °C; oxígeno disuelto 6.4 ± 0.5 mg/L y nitrógeno amoniacal total 0.32 ± 0.22 mg/L en un periodo de 120 días.

3.2. Parámetros productivos

Los parámetros productivos fueron en Longitud Total (LT) al final del estudio, donde el tratamiento 2 (500 mg polvillo de coca) logró una LT: 17.31 cm, seguido del tratamiento 3 (17.75). Además, los valores mínimos y máximos se registran bajo efectos del tratamiento 1, estos resultados fueron inferiores al reportado por Gutiérrez Mendoza (2012), donde sostiene que el híbrido pacotana con inclusión de probióticos comerciales (amino plus) con una longitud estándar inicial de 10 cm y peso de 70 g, al cabo de 90 días la mayor longitud fue de 30,29 cm con un peso de 557,50 g.

En ganancia de peso quincenal (g/quincena) alcanzó el tratamiento 1: 30.92 g., seguido del tratamiento 3: 29.43 g; la menor GPD se registró en el tratamiento 3, en el que fue añadido 500 mg polvillo de hoja de coca, y esto se debe a la poca maduración del biofloc.

Los menores ICA (Conversión alimenticia) fue obtenido por los tratamientos 1: 1.91 y el más bajo el tratamiento 2: 1.81, de inclusión de polvillo de hoja de coca respectivamente, estos valores son mayores a los reportados por Gutiérrez Mendoza (2012), que trabajó con híbrido pacotana durante 90 días, mostrando niveles de ICA de 1.05 a 1.24. Mercado Fuentes (2008) trabajaron con juveniles paco durante 100 días, que alcanzaron niveles de ICA de 1.10 a 1.44. Además, Tafur-Gonzales et al. (2009), en bujurqui-tucunaré, paco y gamitana criados bajo el sistema de policultivo, al finalizar el estudio obtuvieron un ICA en paco de 1.09 y gamitana de 1.18; por último, Deza-Taboada et al. (2002) evaluaron el efecto de 3 densidades resultando la densidad de 5 000 peces ha⁻¹, con ICA de 1.09.

3.3. Parámetros hematológicos

Analizamos los datos de los parámetros hematológicos tomados en la última quincena del sistema de biofloc, correspondiente a un escenario donde los peces se encontraron en el sistema de recirculación y no sufrieron alteración en su ambiente, así mismo durante seis semanas que recibieron dietas suplementadas con polvillo de coca.

De acuerdo a los dos ensayos no encontramos diferencias significativas entre los tratamientos en el conteo de eritrocitos y hemoglobina ($p > 0.05$). Durante el periodo de adaptación al sistema de biofloc, el tratamiento 3, mostró mayor número de eritrocitos a diferencia del grupo control. Lim et al. (2000) reportaron un incremento significativo en el número de eritrocitos para juveniles de *Ictalurus punctatus*, alimentados con 3 000 mg de vitamina C Kg⁻¹. Asimismo, Aride et al. (2007) señalaron que en juveniles de *Colossoma macropomum*, alimentados con suplemento de 100 mg vitamina C Kg⁻¹, mostraron un incremento en el número de eritrocitos.

Registramos 82.34 mg/l de glucosa para el tratamiento 3, nivel superior a lo reportado por Tavares-Dias et al. (2007), quienes determinaron 64,0 mg/l de glucosa en juveniles de paiche., procedentes de sistemas de cultivo semi - intensivos. Drumond et al. (2010), evaluaron 63,8 mg/l en alevinos de paiche y valores inferiores en juveniles de paiche 68,6% procedentes de cultivos semi- intensivo, alimentados una vez al día con pequeños peces vivos o muertos (frijol pasteles y tilapia).

A partir de la determinación de los valores de hematocrito, el recuento de eritrocitos y la medición de la hemoglobina total, analizamos los índices hematimétricos utilizando las formulaciones establecidas por Winthrobe (1993). En la investigación obtuvimos conteo de eritrocitos 2.68 106 μL^{-1} en el tratamiento 3. El número de eritrocitos encontrado fue similar al observado por Ghirdelli et al. (2007), y diferente a de Azevedo et al. (2018), quienes encontraron valores bajos al trabajar con especímenes mantenidos en piscicultura intercaladas con cerdos.

4. Conclusiones

El sistema de biofloc y su maduración bajo un sistema de recirculación respecto al nivel del nitrógeno amoniacal total se mantuvo en valores menores a 0.50 mg/L, debido al aumento de la producción de fitoplancton y algunas bacterias benéficas que regulaban este nutriente en el agua.

Concentraciones de polvillo de hoja de coca (tratamiento 3) en un tiempo de 60 días mejora el crecimiento y el estado fisiológico en juveniles de paco, generando una tolerancia al estrés oxidativo y una inmuoestimulación, a partir de los parámetros hematológicos (número de eritrocitos, Hb).

Los resultados logrados sobre el uso de polvillo de hoja de coca en las dietas de los juveniles de paco nos llevan a aceptar la hipótesis sobre la mejora en los indicadores productivos y hematológicos en paco, bajo un sistema de crianza de biofloc.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no incurren en conflicto de intereses.

Contribución de autores

G-M, H.: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final), redacción (revisión y edición).

L-H, F., M-Y, C.: metodología, investigación, curación de datos.

Referencias bibliográficas

- Álvarez Sánchez, C. E. (2016). *Uso del ácido ascórbico en la respuesta al estrés y crecimiento del paiche (Arapaima gigas) en su adaptación al biofloc* [Tesis de maestría]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2771>
- Aride, P. H. R., Roubach, R., & Val, A. L. (2007). Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. *Aquaculture Research*, 38(6), 588-594. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01693.x>
- Azim, M. E., & Little, D. C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4), 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036>
- Castillo, L. F. (1994). *La historia genética e hibridación de la tilapia roja*. Cali: Ideal, 330 p.
- Collier, H. B. (1994). Standardization of Blood Haemoglobin Determinations. *Canadian Medical Association Journal*, 50, 550-552.
- de Azevedo, T. M. P., Laterça Martins, M., Yamashita, M. M., & Francisco, C. J. (2018). Haematology of *Oreochromis niloticus*: Comparison between fish maintained in a fish farm associated with pigs and in free fishing in the Valley of Tijucas River, Santa Catarina, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 32(1), 41-49. <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/714>
- de Oliveira, E. G., Pinheiro, A. B., de Oliveira, V. Q., da Silva, A. R. M., de Moraes, M. G., Rocha, Í. R. C. B., de Sousa, R. R., & Costa, F. H. F. (2012). Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. *Aquaculture*, 370-371, 96-101. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.09.027>
- Deza-Taboada, S. A., Quiroz, S., Rebaza-Alfaro, M., & Rebaza-Alfaro, C. (2002). Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachyomus* (Cuvier, 1818) "paco" en estanques seminaturales de Pucallpa. *Folia Amazonica*, 13(1-2), 49-64. <https://revistas.iiap.gob.pe/index.php/foviaamazonica/article/view/137>
- Drumond, G. V. F., Caixeiro, A. P. de A., Tavares-Dias, M., Marcon, J. L., & Affonso, E. G. (2010). Características bioquímicas e hematológicas do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) de cultivo semi-intensivo na Amazônia. *Acta Amazonica*, 40(3), 591-595. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000300020>
- Ebeling, J. M., & Timmons, M. B. (2012). Recirculating Aquaculture Systems. En *Aquaculture Production Systems* (pp. 245-277). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118250105.ch11>
- Gallego Alarcón, I. (2010). *Evaluación y modelación de un tren de tratamiento de agua residual*

- acuícola con recirculación y del cultivo de trucha arco iris alimentado por cosecha pluvial [Tesis doctoral]. Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México].
- Ghiraldelli, L., Martins, M. L., Yamashita, M. M., & Jerônimo, G. T. (2007). Hematologia de *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) e *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) mantidos em diferentes condições de manejo e alimentação no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 28(4). <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v28i4.162>
- Gutiérrez Mendoza, Y. (2012). *Efecto de la inclusión de probiótico comercial (Amino plus) en el alimento extruido sobre el crecimiento del híbrido pacotana durante la fase juvenil* [Tesis de grado] [Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/62>
- Hernández Mancipe, L. E., Londoño Velez, J. I., Hernández García, K. A., & Torres Hernández, L. C. (2019). Los sistemas biofloc: una estrategia eficiente en la producción acuícola. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(1), 70-99. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.1.6>
- Lim, C., Klesius, P. H., Li, M. H., & Robinson, E. H. (2000). Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture*, 185(3-4), 313-327. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00352-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00352-X)
- Liu, H., Xie, S., Zhu, X., Lei, W., Han, D., & Yang, Y. (2008). Effects of dietary ascorbic acid supplementation on the growth performance, immune and stress response in juvenile *Leiocassis longirostris* Gnther exposed to ammonia. *Aquaculture Research*, 39(1), 1-11. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.02036.x>
- Marcillo, G. E., & Andivar, Z. J. (2000). *Tecnología de producción de alevinos monosexo de tilapia*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/6342>
- Mariluz Fernández, A. A. (2015). *Evaluación de los parámetros productivos y de calidad de agua en el cultivo de tilapia oreochromis niloticus en sistemas de recirculación cerrada en laboratorio* [Tesis de grado] [Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Callao]. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/1000>
- Martínez Suarez, J. L., Pérez Delgado, A., Sánchez Armas, S. E., & Diaz Orejan, T. E. (2015). *Propuesta de un medidor de oxígeno disuelto en cultivos de Tilapia*. Universidad Tecnológica de Tehuacan.
- Mercado Fuentes, J. A. (2008). *Efecto de dietas practicas a partir del uso de castaña, pijuayo y mucuna en la alimentación de pacos juveniles* [Tesis de grado]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/52>
- Pitaksong, T., Kupittayanant, P., & Boonanuntanasarn, S. (2013). The effects of vitamins C and E on the growth, tissue accumulation and prophylactic response to thermal and acidic stress of hybrid catfish. *Aquaculture Nutrition*, 19(2), 148-162. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00950.x>
- Popma, T. J., & Lovshin, L. L. (1996). *Worldwide Prospects for Commercial Production of Tilapia*. Research and Development Series N°41.
- PRODUCE [Ministerio de la Producción]. (2017). *Anuario Estadístico Pesquero Y Acuícola 2016*. Lima, Perú.
- Tafur-Gonzales, J., Alcantara-Bocanegra, F., Del Águila-Pizarro, M., Cubas-Guerra, R., Mori-Pinedo, L., & Chu-Koo, F. W. (2009). Ipaco *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré, *Chaetobranchus*

- semifasciatus (Cichlidae). *Folia Amazónica*, 18(1-2), 97-104.
<http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foviaamazonica/article/view/336>
- Tavares-Dias, M., Barcellos, J. F. M., Marcon, J. L., Menezes, G. C., Ono, E. A., & Affonso, E. G. (2007). Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimatidae) in net cage culture. *Electronic Journal of Ichthyology*, 2, 61-68. <https://www.tau.ac.il/~ichthyol/2007/Tavares-Dias.pdf>
- Valenzuela Vargas, R., Martínez, P., & Arévalo, J. J. (2017). Evaluación preliminar de un sistema de recirculación de aguas para un prototipo implementado en la producción de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *Ingeniería y Región*, 18, 25-33. <https://doi.org/10.25054/22161325.1737>
- Winthrope, M. M. (1993). Variations in the Size and Hemoglobin Content of Erythrocytes in the Blood of Various Vertebrates. *Folia Haematologie*, 51, 32-49.
- Wise, D. J., Tomasso, J. R., & Brandt, T. M. (1988). Ascorbic Acid Inhibition of Nitrite-Induced Methemoglobinemia in Channel Catfish. *The Progressive Fish-Culturist*, 50(2), 77-80. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1988\)050<0077:AAIONI>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1988)050<0077:AAIONI>2.3.CO;2)



Artículo original / Original article

Efecto de la harina de semilla de copoazú y probióticos en dieta de codornices en postura, sobre la respuesta productiva, sistema gastrointestinal y colesterol total en yema de huevo

Effect of cupuassu seed meal and probiotics in the diet of laying quail, on the productive response, gastrointestinal system and total cholesterol in egg yolk

Homero Gómez-Matos ^{1*} ; Fanny Lizaraso-Huaman ¹ ; Carla Merediz -Durant ¹ ; Jhon Corimaya-Astete ¹

¹Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú

Recibido: 06/11/2021

Aceptado: 22/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: hgomez@unamad.edu.pe

Resumen: La semilla de copoazú se utiliza como insumo no tradicional para alimentación de animales monogástricos. El objetivo del artículo fue evaluar el efecto de la harina de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) en la dieta de codornices en postura (*Coturnix coturnix japonica*), sobre la respuesta productiva y colesterol total en yema de huevo, mediante dos tratamientos: T1: dieta control (0% HSC, 0.1% probiótico) y T2: dieta con (15% HSC y 0.1% probiótico). El estudio se realizó en las instalaciones del local de la Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios, con una duración de 35 días. Se utilizaron 150 codornices hembras jóvenes recién entradas en la fase de postura, procedentes de un mismo lote, las cuales fueron distribuidas al azar en cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, formando 10 unidades experimentales (jaulas) con 15 codornices. Los parámetros evaluados fueron el porcentaje de postura y los rendimientos productivos. Los promedios se analizaron mediante la prueba de Tukey. Los resultados de las variables productivas no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$).

Palabras clave: bacterias probióticas, calidad de huevo, *Coturnix coturnix japonica*, *Theobroma grandiflorum*

Abstract: The cupuassu seed is used as a non-traditional feed ingredient for monogastric animals. The objective of the article was to evaluate the effect of cupuassu seed meal (*Theobroma grandiflorum*) in the diet of laying quail (*Coturnix coturnix japonica*), on the productive response and total cholesterol in egg yolk, through two treatments: T1: control diet (0% HSC, 0.1% probiotic) and T2: diet with (15% HSC and 0.1% probiotic). The study was carried out in the premises of the Universidad Nacional Amazonica Madre de Dios, with a duration of 35 days. 150 young female quails recently entered the laying phase, from the same batch, were used, which were randomly distributed in four treatments with three repetitions each, forming 10 experimental units (cages) with 15 quails. The parameters evaluated were the laying percentage and the productive yields. The means were analyzed using the Tukey test. The results of the productive variables did not show significant differences ($p > 0.05$).

Keywords: probiotic bacteria, egg quality, *Coturnix coturnix japonica*, *Theobroma grandiflorum*

1. Introducción

Una de las especies incrementales en la producción pecuaria, es la crianza de codornices, siendo una actividad de alto rendimiento, baja inversión, poco requerimiento de espacio de terreno, rápido retorno de capital, valor nutricional de su carne y huevos, bajo costo de producción, rápido crecimiento, rusticidad y la precocidad. Estas características convierten a las codornices en una fuente alternativa de proteína animal a bajo costo y con excelentes beneficios para la salud del consumidor final (Móran Arce, 2018) (Pajuelo Ticeran, 2002)

Las codornices presentan producciones superiores en avicultura a cualquier otra gallinácea conocida (Ciriaco, 1994). Cumpa (1999) señala que, en condiciones especiales de iluminación, el porcentaje de puesta oscila entre 80-82 y aproximadamente 300 huevos por codorniz al año, consumiendo diariamente de 20 a 23 g. Por otro lado, Sagarpa (2009) indica que, la codorniz japonesa es la más eficiente, alcanza un peso de 115 g a 180g. Las hembras pesan 10 g a 20 g más que los machos, la conversión alimenticia se encuentra para obtener 1 kg de carne entre 1.6 kg - 1.7 kg; para producir un kilo de huevo necesita 3 kg de alimento.

En este sentido, la alimentación en codornices es un proceso importante y decisivo en la calidad final del producto, ya que representa entre el 65% al 70% de los costos, porcentajes que tienden a crecer por los escasos de insumos primarios. Es por ello que se realizan estudios de diversos alimentos que puedan ser utilizados en la dieta de las aves, conocer el aporte nutricional y reducir los costos de producción (Silva Silva, 2018).

Los insumos usados en la dieta de codornices proporcionan los nutrientes necesarios para la formación del huevo, siendo la proteína y la grasa de mayor interés en la formación y calidad. Las codornices son las aves que contienen menor cantidad de colesterol total en la yema de huevo en comparación de una ponedora, pato o pavo, logrando ser un producto saludable, sin embargo, esta puede perjudicarse si se añade insumos que varíen su contenido de colesterol y la disminución de la calidad total del huevo.

Cossio Buitrago (2012) sostiene que, los probióticos son microorganismos vivos que se adicionan a un alimento que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos. Ingeridos en cantidades suficientes tienen efecto beneficioso, como contribuir al equilibrio de la flora bacteriana intestinal del huésped y potenciar el sistema inmunológico. Se desconocen trabajos del uso de probióticos en dietas de codornices sobre los parámetros productivos y calidad de huevo.

Ahora bien, la producción de huevos en la región Madre de Dios - Perú, se ha incrementado progresivamente durante las últimas décadas, principalmente de gallinas de postura y chacra. En relación de la producción de huevos de codorniz, también se ha desarrollado y convertido en una alternativa de alimentación. Empero, en estas especies los criterios de mayor masa de huevo por ave alojada y una eficiente conversión alimenticia y menor contenido de colesterol, no son tomados en cuenta para lograr una productividad eficaz (Rivera Callpa, 2015).

La baja disponibilidad y conocimiento de los nutrientes en los ingredientes de los subproductos de la agroindustria de origen vegetal para la alimentación animal perjudica económicamente, elevando sus costos en los sistemas de producción y al medio ambiente, siendo depositados en el suelo drenados por acción del agua de lluvia.

El uso de la semilla de copoazú sobre la calidad de huevos en aves de postura, en particular de codornices, son recientes y todavía escasos, siendo reconocida su consumo en peces, donde Castillo Quispe & Castillo Quispe (2017) sostienen que, puede ser incluida desde 5% a 15% en la formulación de dietas balanceadas sin afectar el desarrollo normal.

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la harina de semilla de copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y probióticos en dieta de codornices en postura (*Coturnix coturnix japonica*), sobre la respuesta productiva, sistema gastrointestinal y colesterol total en yema de huevo en el distrito de Tambopata, Madre de Dios.

2. Materiales y métodos

Tipo y diseño de investigación

Se llevó a cabo una investigación aplicada de diseño experimental. Los parámetros evaluados fueron el porcentaje de postura semanal (%P), peso promedio del huevo semanal (g), masa del huevo, consumo de alimento (gr/ave/día), conversión alimenticia, color de la yema, colesterol y morfometría intestinal.

Unidad de análisis

Se utilizaron 150 codornices hembras (*Coturnix japonica*) de 60 días con peso promedio de 110 gr/ave a 130 gr/ave, procedentes de Lima, las cuales fueron distribuidas en dos grupos de 75.

Procedimiento experimental

Es pertinente recalcar que las codornices de postura previo al inicio del experimento, estuvieron alimentados con dietas comerciales tipo concentrado (polvillo).

Primeramente, se obtuvo la harina de semilla de copoazú, siguiendo las etapas de recolección, extracción de semilla, secado y molienda. Los frutos (50 kg) procedieron de la provincia de Tambopata, distrito Inambari de la comunidad Unión Progreso. Posteriormente, se formularon dos dietas al mínimo costo y de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la etapa de postura de codornices. Se emplearon harina de maíz amarillo, torta de soya; además de los micro insumos como sal común, fosfatodicalcico, carbonato de calcio, DL-metionina, HCL-lisina, cloruro de colina 60%, premezcla vit-min, secuestrante micoto, antihongo, treonina y bicarbonato de sodio (Tabla 1).

Tabla 1. Formulación dietas experimentales de los tratamientos

Insumos	Dieta 1	Dieta 2
	Tratamiento 1	Tratamiento 2
	Porcentaje	
Maíz amarillo	60	64
Harina semilla copoazú	15	0
Torta de soya	13	24
Carbonato de calcio	9.60	9.65
Fosfato Monodicalcico	1.70	1.70
Sal común	0.40	0.40
DI Metionina	0.15	0.15
Premezcla vitaminas y min. (*)	0.10	0.10
Probiótico	0.10	0.10
Total	100	100
Contenido nutricional calculado		
Materia seca, %	90.10	90.27
Proteína cruda, %	20.15	20.10
Fibra cruda, %	3.44	3.48
Energía metabolizable, kcal/kg	2873	2872
Lisina, %	1.11	1.19
Metionina, %	0.48	0.47
Triptófano, %	0.25	0.23
Calcio, %	4	4
P disponible, %	0.46	0.41
Costo por kg, S/.	1.95	1.85

Validadas las dietas, se procedió a la etapa experimental durante 6 semanas. Como se utilizaron 75 codornices por tratamiento, cinco codornices representaron una unidad experimental. Estas permanecieron en jaulas individuales, bajo un régimen de 4 hrs de luz extra, desde las 6:30 pm

hasta las 10:30 pm. Asimismo, se adicionó los probióticos de cepas a una sola dosis mezclado en el alimento diariamente.

Los equipos utilizados incluyen una balanza de precisión de 0.50 kg de capacidad con error de 0.10 g para pesar el alimento suministrado diariamente y el peso total de huevos recolectados de cada repetición. En el caso de colesterol total en la yema de huevos fue evaluada en un laboratorio externo y expresada en mg/100 g de muestra.

Procesamiento estadístico

Para el análisis de los indicadores productivos se utilizó el Diseño Completamente Aleatorio (DCA), Tukey y ANOVA. Se tuvo dos tratamientos, cada tratamiento con 5 repeticiones (1 jaula representa una repetición) y cada repetición de 15 codornices.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis proximal de la harina de semilla de copoazú

La Tabla 2 reporta el análisis proximal de la harina de semilla de copoazú. El contenido de proteína fue 8.35%, inferiores a los reportados por Melgarejo et al. (2006), Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (1999) y Soto & Vilcapoma (2012). De acuerdo a Pérez Alferes (2015), la diferencia de un producto se podría deber al tipo de variedad y lugar de origen.

El contenido de fibra fue 7.8%, superior a la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (1999) citado por Melgarejo et al. (2006), se presume que la diferencia se debe a la variedad y lugar de cultivo. El contenido de grasa por método de extracto etéreo en alimentos fue de 40.20%, similar resultado reportado por Perazzo Costa et al. (2007) en donde encontró valores de grasa a 40.67%.

El contenido de ceniza total en la harina de semilla de copoazú fue de 3.42%, encontrándose en el rango reportado por Perazzo Costa et al. (2007) en donde encontraron valores de ceniza a 3.05%, así también como la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (1999) y Mantilla Melo & Mejía Fonseca (2014), estos resultados se deben a que, en el copoazú, los contenidos de minerales son absorbidos en función de la época de colecta y concentración.

Tabla 2. Resultado del análisis proximal de la harina de semilla de copoazú

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	(%)	8.75
Proteína Total	(%)	9.40
Extracto etéreo	(%)	39.70
Fibra	(%)	7.60
Ceniza Total	(%)	3.40
Carbohidratos	g/100g	29.75

3.2. Análisis proximal de las dietas experimentales

Los resultados del análisis proximal de las dietas experimentales (Tabla 3), se encuentran en los rangos permitidos de acuerdo al requerimiento nutricional de codornices en etapa de postura. Esto quiere decir que tanto los ingredientes y nutrientes que se utilizaron para la formulación de raciones al mínimo costo por programación lineal, fueron tanto isocalóricas y isoprotéicas. Estas dietas experimentales fueron en forma de concentrado (polvillo).

Tabla 3. Resultados del análisis proximal de las dietas experimentales

Ensayo	T1	T2
Fibra (%)	3.41	3.56
Proteínas (%)	20.02	20.78
Carbohidratos(g/100g)	52.41	53.41

Humedad (%)	11.30	11.25
Extracto (%) etéreo	8.23	8.88
Ceniza total (%)	9.22	9.96

3.3. Análisis de color de yema con inclusión de Harina de Semilla de Copoazú (HSC)

El color de la yema es un indicador subjetivo de la calidad del huevo que es importante porque influencia positivamente en las preferencias del consumidor. La comparación de medias mostro que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre la dieta control con los demás tratamientos en la pigmentación de los huevos hasta la cuarta semana (Tabla 4). La pigmentación de los tratamientos de acuerdo a la escala de Roche estuvo en torno a 8 a 10, indicando una coloración amarilla clara a un amarillo (Figura 1).

Tabla 4. Color de yema de huevo (Escala de roche)

Semanas	T1- 0% HSC	T2- 15% HSC	P	
1	9.00a	9.10a	0.9383	NS
2	8.75a	8.20a	0.9226	NS
3	8.25ab	8.20b	0.5035	NS
4	8.25a	8.20a	0.6272	NS
5	8.25a	8.50b	0.2001	NS
6	8.00b	8.00b	0.1001	NS

a, b Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila difieren estadísticamente ($p > 0.05$)



Figura 1. Evaluación de la coloración de la yema de huevo de codornices

3.4. Porcentaje de postura en las dietas con inclusión de HSC

La Tabla 5 expone los resultados del porcentaje de postura por ave/día y por ave alojada. Al efectuarse el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) durante la segunda semana. La tendencia muestra que el mayor porcentaje de postura se logra con la inclusión de 15% de HSC, Las codornices presentaron un mayor porcentaje de postura en el tratamiento 2 (15% HSC) obteniendo un 83.76%; superior al tratamiento control (0% HSC) con un 82.25% de postura, no siendo significativos entre los tratamientos durante el tiempo que duro la prueba.

No hay información sobre trabajos en codornices, sin embargo, Martínez Aguilar et al. (2012) evaluaron 160 gallinas ponedoras de la línea White Leghorn de 33 semanas de edad, durante 91 días con cuatro tratamientos y 20 repeticiones. Determino que las dietas con harina de semilla de calabaza en no difirieron significativamente ($P > 0.05$) en el porcentaje de postura, peso del huevo, conversión alimenticia, huevos rotos, y el peso inicial de las gallinas, no obstante, sostiene que el uso excesivo de harina de semilla de calabaza en dietas para ponedoras descendió en relación al testigo en 12.6%; esto se debe a que la composición química y calidad nutritiva de la pasta semilla de calabaza son inferiores cuando se comparan con la semilla de calabaza integral rica en nutrientes esenciales.

Tabla 5. Comparación de medias Tukey del porcentaje de postura por tratamiento

Semanas	T1-0% HSC	T2-15% HSC	P	
1	74.04 ^a	77.45 ^a	0.6695	NS
2	78.71 ^b	78.38 ^a	0.0142	NS
3	79.00 ^a	79.71 ^a	0.2827	NS
4	80.25 ^{ab}	80.59 ^{ab}	0.0842	NS
5	80.72 ^{ab}	80.06 ^{ab}	0.1016	NS
6	80.55 ^{ab}	80.15 ^{ab}	0.0974	NS

a, b Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

3.5. Consumo de alimento en las dietas con inclusión de HSC

Los resultados del consumo de alimento con inclusión de HSC en las codornices se muestran en la Tabla 6. No existió diferencia estadística ($P > 0,05$) entre los tratamientos, los valores obtenidos fueron evidenciados por semanas, encontrándose en la semana 2 y 3 el mayor consumo de alimento con dietas que tienen 5% de inclusión de HSC con 1942.5 g en comparación con el tratamiento control que fue de 1860 g.

Tabla 6. Comparación de medias Tukey del consumo de alimento por tratamiento

Semanas	T1-0% HSC	T2- 15% HSC	P	
1	1878.0 ^a	1867.5 ^a	0.514	NS
2	1942.5 ^b	1912.5 ^a	0.018	NS
3	1860.0 ^a	1942.5 ^a	0.381	NS
4	1912.5 ^{ab}	1815 ^{ab}	0.056	NS
5	1785 ^{ab}	1822.5 ^{ab}	0.114	NS
6	80.55 ^{ab}	80.15 ^{ab}	0.0974	NS

a, b Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

Los resultados demuestran que conforme el ave se adapte a la dieta con HSC, esta tiene tendencia a incrementar el consumo de HSC, además de estimular la palatabilidad en el pienso. Así, Nadia, L. et al. (2008) demostraron mayor incremento en el consumo de alimento de ponedoras alimentadas en los piensos con 0.5% de palillo.

El consumo de alimento puede diferir de la zona en donde se está produciendo la codorniz japonesa. Cumpa (1999) menciona que, el consumo de alimento de codornices oscila entre 25 g y 30 g, además señala que la eficiencia en conversión alimenticia consiste en 3 kg de alimento para producir 1 kg de huevo.

3.6. Masa de huevo semanal por ave alojada

La Tabla 7 muestra las masas de huevos promedios obtenidos durante las seis semanas, logrando un promedio de 288.30 g para el tratamiento control, estos datos difieren de los obtenidos por Flores (1998), quien logró una masa de huevos de 893.5 g. La masa superior se debe al número de aves que se usaron (densidad poblacional de codornices), cambio climático, como temperatura, estación del año, tipo de pienso empleado.

Tabla 7. Comparación de medias Tukey de la masa de huevo

Semanas	T1-0% HSC	T2-15% HSC	P	
1	279.45 ^{ab}	279.20 ^{ab}	0.311	NS
2	282.30 ^a	281.94 ^a	0.074	NS
3	288.40 ^a	288.3 ^a	0.214	NS
4	286.11 ^a	285.92 ^a	0.102	NS
5	282.43 ^a	282.50 ^a	0.091	NS
6	284.87 ^a	284.41 ^a	0.350	NS

a, b Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

3.7. Peso de huevo semanal por ave alojada

De acuerdo a la Tabla 8, se ha logrado un promedio de 11.75 g para el tratamiento control en comparación con la dieta con HSC que fue de 11.74 siendo no significativo ($p > 0.05$). Estos resultados coinciden con los reportado por Nadia, L. et al. (2008), quienes demostraron que los pesos de huevos se incrementaron significativamente en gallinas de postura alimentadas con dietas aditivadas con palillo con un nivel de 0.5% de la dieta basal. Por otro lado, Moorthy et al. (2009) registraron que no hubo efecto significativo en la producción por ave alojada y porcentaje de postura diario en gallinas Leghorn alimentadas con raciones con 0.1% de palillo.

Suárez Fernández & Verdezoto Morales (2012) demostraron que, en el rendimiento productivo en codornices, el peso del huevo no mostró diferencias estadísticas según el análisis de varianza ($p > 0.05$). El cual informó que el peso del huevo fue de 8-13 g, siendo el de mayor peso de huevo fue de 10.44 g y bajo peso 9.95 g. Siendo este peso de huevo numéricamente bajo a comparación de nuestra investigación, afirmamos que se puede utilizar la harina de semilla de copoazú en la crianza de codornices sin presentar efectos negativos en el peso de huevo.

Tabla 8. Comparación de medias Tukey del peso del huevo

Semanas	T1-0% HSC	T2-5% HSC	P	
1	11.08a	11.22a	0.234	NS
2	11.75a	11.74a	0.145	NS
3	11.42a	11.43a	0.104	NS
4	11.48a	11.40a	0.301	NS
5	11.40a	10.90a	0.082	NS
6	10.76a	10.85a	0.097	NS

a, b Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

3.8. Conversión alimenticia

Los resultados indican que para la variable conversión no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las medias de los tratamientos monitoreados en el proyecto, los indicadores fueron: el tratamiento control (3,35) en comparación con el tratamiento con la dieta incluida la HSC que fue de 2.97. Resultados similares fueron encontrados por Cumpa (1999), quien obtuvo una conversión alimenticia de 3.0; Ciriaco (1998) de 3.6 y Flores (1998) de 3.27.

Los valores en conversiones alimenticias son producto de la masa de huevo producido, que guarda relación con la tasa de postura, y a la vez aumenta desde su inicio de la producción, por consiguiente, tiende a mejorar durante las primeras semanas de postura (Puelles, 1995). Además, se adicionó probióticos al agua en los bebederos solo para la dieta con HSC en las primeras semanas de postura, para ir disminuyendo posteriormente pasado el pico de postura.

Tabla 8. Comparación de medias Tukey de la conversión alimenticia

Semanas	T1-0% HSC	T2-15% HSC	P	
1	3.35a	3.06a	0.134	NS
2	3.31a	3.02a	0.281	NS
3	3.26a	3.10a	0.241	NS
4	3.29a	2.97a	0.132	NS
5	3.27a	3.10a	0.135	NS
6	3.31a	3.15a	0.098	NS

a, b Valores promedios con letras diferentes dentro de una misma fila difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

3.9. Sistema agroindustrial

El efecto de la harina de semilla de copoazú sobre el sistema gastrointestinal, fue evaluado mediante la morfometría intestinal logrados a través de la histología (Figura 2) por microtomía

de muestras de duodeno para determinar la altura de vellosidades y profundidad de criptas y la relación vellosidades/criptas. Los resultados se exponen en la Tabla 9.

Tabla 9. Morfometría intestinal por tratamiento en dietas con HSC

Medidas tomadas	T1-0% HSC	T2-15% HSC
Largo de vellosidad (μm)	275.2	290.8
Ancho de vellosidad (μm)	24.83	30.65
Área de vellosidad (μm^2)	0.21	0.28
Profundidad de cripta (μm)	38.64	36.45
Índice Intestinal (μm)	8.87	7.97

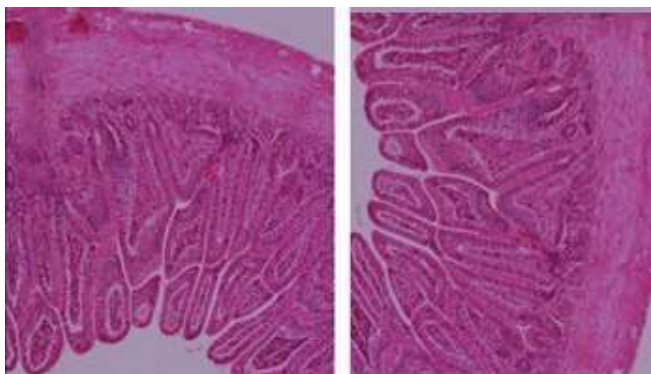


Figura 2. Corte histológico intestinal del duodeno de codornices alimentadas con dietas control y HSC

No se realizó análisis de varianza debido a la poca cantidad de muestras y su elevado costo. Los resultados demuestran que el tratamiento control tuvo una altura de vellosidades y profundidad de criptas menos que a comparación del control, esto se debe a que el tratamiento con el uso de harina de semilla de copoazú y probiótico mejoró el desarrollo intestinal, esto se ve reflejado en las codornices que fueron suplementadas con copoazú por el contenido fibra total y por su poder de estimular el peristaltismo y crecimiento de vellosidades logrando mayor porcentaje carcasa y bajo contenido de grasa abdominal que de acuerdo a la investigación no se llegaron a realizar.

Por otro parte, el índice solo mostró incremento en el tratamiento con las dietas suplementados con copoazú, reflejando una buena proliferación celular en las criptas intestinales en el duodeno de las codornices para mantener el balance entre descamación y la renovación celular. Esto coincide con el estudio de Edens (2003), quien encontró diferencias significativas utilizando probióticos, mejorando la digestión, la absorción y la disponibilidad de nutrientes, lo que acompañó con un efecto positivo en la actividad intestinal y el aumento de las enzimas digestivas.

3.10. Colesterol total de las dietas de control y con inclusión de HSC

El contenido de colesterol/huevo fue de 1,26 g/100g de yema para el tratamiento control y 1.13 g/100g de yema con HSC, esto se refleja por el incremento de las microvellosidades intestinales y como consecuencia del aporte de fibra del copoazú y probióticos. Se logró una disminución del colesterol total en la yema de huevo. Los valores no exceden la cantidad máxima que debe consumir una persona sana en un día (265 mg de colesterol). Además, el huevo contiene lecitina, la cual bloquea la absorción del colesterol y permite que el consumo moderado de este alimento sea saludable (Cardona Gálvez et al., 2005).

Valles Tananta (2013) menciona que, durante la alimentación de gallinas Hy line brown, obtienen la energía de su alimento y se direccionan a la producción de tejido, ya que estas gallinas están destinadas a producir más huevo en el menor tiempo posible, generando desbalance de nutrientes

principalmente de proteína y energía de la ración de gallinas criollas provocando adaptación del animal para sobrevivir.

4. Conclusiones

Bajo las condiciones de selva baja en que se ejecutó la investigación y en referencia a los resultados logrados, se concluye que el peso y la masa de huevo lograron ser mayores numéricamente para codornices alimentadas con dietas que contenían HSC, la pigmentación de la yema no fue significativo entre los tratamientos control y usando HSC, y los índices de producción de huevos no afectó significativamente durante el periodo de ejecución.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no incurren en conflicto de intereses.

Contribución de autores

G-M, H., L-H, F.: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final), redacción (revisión y edición).

M-D, C., C-A, J.: metodología, investigación, curación de datos.

Referencias bibliográficas

- Cardona Gálvez, M., Díaz Lorenzo, Tamara Sánchez Azahares, Y., Caballero Torres, A., & Morejón Martín, P. (2005). Metodología de Proyecto para el perfeccionamiento de la atención de alimentos en conflicto. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 36. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181220525059.pdf>
- Castillo Quispe, S., & Castillo Quispe, H. (2017). *Efectos de la Inclusión de la Harina de semilla de copoazú (theobroma grandiflorum) en la dieta balanceada durante el crecimiento en fase juvenil de paco (piaractus brachyomus) [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/241>
- Ciriaco, P. (1994). Estudio de Codorniz en Baja California. Crianza de la codorniz. Programa de Investigación y Proyección Social en Aves.
- Cossio Buitrago, P. C. (2012). *Efecto de la levadura (Sacharomyces cerevisiae) como alimento probiótico sobre el grosor de la cascara del huevo de gallinas de la línea harco [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/7942%0A>
- Cumpa, M. (1999). Perspectivas de la explotación de la codorniz japonesa. *Revista Agroenfoque*. Edición n° 108. <https://doi.org/10.3923/ijps.2008.134.150>
- Edens, F. (2003). An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 5(2), 75–97. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2003000200001>
- Flores, J. (1998). *Efecto de diferentes niveles de Zinc Bacitracina en el rendimiento productivo y reproductivo de la codorniz japonesa (Coturnix coturnix japónica L) [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Mantilla Melo, I. del R., & Mejía Fonseca, J. P. (2014). *Efecto del suministro de dos presentaciones de alimento en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante la etapa de producción [Tesis de grado]*.

- Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas.
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8725>
- Martínez Aguilar, Y., Córdova López, J., Santana Pérez, Á. A., Martínez Yero, O., Valdivié Navarro, M., & Betancur Hurtado, C. A. (2012). Productividad y calidad del huevo de gallinas con niveles crecientes de harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3(1), 65–75.
<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1249>
- Melgarejo, L., Hernández, M., Barrera, J., & Carrillo, M. (2006). *Oferta y potencialidades de un banco de germoplasma del género Theobroma en el enriquecimiento de los sistemas productivos de la región amazónica*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas “SINCHI.”
- Moorthy, M., Saravanan, S., Mehala, C., Ravi, S., Ravikumar, M., Viswanatha, K., & Edwin, S. C. (2009). Performance of Single Comb White Leghorn Layers Fed with Aloe vera, Curcuma longa (Turmeric) and Probiotic. *International Journal of Poultry Science*, 8(8), 775–778.
<https://doi.org/10.3923/ijps.2009.775.778>
- Móran Arce, M. M. (2018). *Evaluación de la infusión de hierba luisa (cymbopogon citratus) y oreganón (plectranthus amboinicus) como prebiótico en codorniz de carne [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33190>
- Nadia, L., R., Hassan, R. A., Qota, E. M., & Fayek, H. M. (2008). Effect of Natural Antioxidant on Oxidative Stability of Eggs and Productive and Reproductive Performance of Laying Hens. *International Journal of Poultry Science*, 7(2), 134–150.
<https://doi.org/10.3923/ijps.2008.134.150>
- Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. (1999). COPOASU. [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Shum.]: CULTIVO y UTILIZACION. <http://otca.org/wp-content/uploads/2021/02/Manual-Tecnico-sobre-Cultivo-y-Utilizacion-del-Copoasu.pdf>
- Pajuelo Ticeran, M. I. (2002). *Comportamiento productivo (fase de postura) de la codorniz (Coturnix coturnix japónicas) en Tingo María [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria de la Selva. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/845>
- Perazzo Costa, F. G., Gonçalves Sousa, W., Vilar da Silva, J. H., Castro Goulart, C. de, & Dantas Martins, T. D. (2007). Avaliação do feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Paz & Hoffman) na alimentação de aves caipiras. *Revista Caatinga*, 20(3), 42–48.
<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/165>
- Pérez Alferes, P. J. (2015). *Comportamiento reológico de la pulpa tamizada de copoazú (Theobroma grandiflorum) [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/71>
- Puelles, L. (1995). *Índices productivos y reproductivos de la codorniz (Coturnix coturnix, japonica) en su primera fase de postura en Lambayeque [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Rivera Callpa, C. M. (2015). *Evaluación de tres niveles de un aditivo multifuncional (AMF) en dietas de gallinas ponedoras Hy Line Brown [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1749>
- Sagarpa, B. (2015). Estudio de Codorniz en Baja California. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.
- Silva Silva, N. S. (2018). *Efecto del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis) sobre el nivel de omega-3 en huevos y respuesta bioeconómica en gallinas ponedoras [Tesis de grado]*. Repositorio Digital de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4118>
- Soto, E., & Vilcapoma, D. (2012). *Evaluación de vida útil en anaquel de tres variedades de maíz (zea*

mays l.) Nativo tostado y envasado en tres tipos de envases [Tesis de grado]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Suárez Fernández, G. R., & Verdezoto Morales, M. E. (2012). *Niveles de calcio en la producción de huevos de codorniz (Coturnix coturnix japónica), parroquia Conocoto provincia de Pichincha [Tesis de grado]. Repositorio Digital UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/590>*

Valles Tananta, R. (2013). *Perfil bioquímico sanguíneo y composición química de huevos de gallinas criollas y hy line brown [Tesis de grado]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1106>*



Artículo original / Original article

Efecto de dietas extruidas en base a torta de castaña y fruto de macambo, sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de pacos juveniles

Effect of extruded diets based on chestnut cake and macambo fruit, on growth and zootechnical indices in the culture of juvenile pacos

Natividad Chirinos-Ochoa ¹ ; Javier Díaz-Viteri ¹ ; Virne Mego-Mego ^{1*}

¹Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú

Recibido: 10/11/2021
Aceptado: 30/12/2021
Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: vmego@unamad.edu.pe

Resumen: El principal problema en la actividad piscícola son los altos costos que genera la alimentación, lo que conlleva a la búsqueda de nuevas fuentes alimenticias que permitan elaborar dietas balanceadas a un menor costo. En ese sentido, el presente trabajo de investigación evaluó el crecimiento de juveniles de paco (*Piaractus brachyomus*), a través de los índices de crecimiento e índices zootécnicos utilizando tres dietas con diferentes niveles de inclusión de torta de Castaña (T1=25%, T2=30% y T3=35%) e igual nivel de inclusión de macambo (pulpa+semilla) (T1=20%, T2=20% y T3=20%) frente a una dieta comercial de testigo (TT=Purigamitana 25). Se emplearon 240 juveniles con 20,21 cm de longitud total promedio y 161,75 g de peso promedio; los cuales fueron sembrados en cuatro corrales. Los resultados demostraron diferencias significativas ($p<0,05$) en el crecimiento en longitud y peso de los juveniles evaluados, lo que indica que la inclusión de torta de castaña y macambo en las dietas hizo efecto significativo en el crecimiento de los peces. Se concluye que el T2 presentó los mejores valores para los índices.

Palabras clave: alimentación, *Bertholletia excelsa*, *Theobroma bicolor*, *Piaractus brachyomus*

Abstract: The main problem in fish farming is the high cost generated by food, which leads to the search for new food sources that allow the development of balanced diets at a lower cost. In this sense, the present research work evaluated the growth of juvenile paco (*Piaractus brachyomus*), through growth indices and zootechnical indices using three diets with different levels of inclusion of torta de castaña (T1=25%, T2=30% and T3=35%) and the same inclusion level of macambo (pulp+seed) (T1=20%, T2=20% and T3=20%) compared to a control commercial diet (TT=Purigamitana 25). 240 juveniles with an average total length of 20.21 cm and an average weight of 161.75 g were used; which were planted in four pens. The results showed significant differences ($p<0.05$) in the growth in length and weight of the evaluated juveniles, which indicates that the inclusion of chestnut cake and macambo in the diets had a significant effect on the growth of the fish. It is concluded that T2 presented the best values for the indices.

Keywords: feeding, *Bertholletia excelsa*, *Theobroma bicolor*, *Piaractus brachyomus*

1. Introducción

La producción acuícola sigue creciendo a nivel mundial, y en especial la acuicultura de agua dulce ha ido incrementando progresivamente su aportación a la producción total de peces comestibles cultivados del 50% en 1980 al 63% en 2012. En tanto el consumo aparente mundial de pescado per cápita también aumentó de un promedio de 9,9 kg en el decenio de 1960 a 19,2 kg en 2012. Dado que el pescado desempeña una función esencial en la seguridad alimentaria y las necesidades nutricionales de las personas de los países en desarrollo y desarrollados (FAO, 2014).

El cultivo de peces en agua dulce realiza la mayor aportación directa a la oferta de alimentos proteínicos accesibles, especialmente para personas que siguen en condiciones de pobreza en países en desarrollo. Se prevé asimismo que este subsector, gracias al desarrollo sostenible y el fomento constante, desempeñe un papel principal para lograr la seguridad alimentaria y nutricional a largo plazo, así como para satisfacer el aumento de la demanda de peces comestibles de la creciente población en países en desarrollo en los próximos decenios (FAO, 2014).

En el Perú esta tendencia se enfoca entre otros factores al crecimiento de la acuicultura amazónica a través del cultivo de peces amazónicos (PRODUCE, 2012). Mientras que, en la región de Madre de Dios, la demanda insatisfecha de pescado en la población urbana, presenta a la piscicultura como una opción productiva de mucho potencial, teniendo en cuenta las condiciones topográficas, climáticas e hidrológicas que presenta la región (IIAP, 2002).

La alimentación en la producción de peces representa desde 60% a 80% de los costos variables en la mayor parte de las operaciones de la piscicultura, aunado a esto y debido al crecimiento de la acuicultura, la demanda por harina de pescado ha forzado un incremento en sus precios (da Silva et al., 2003; Lavell, 1998) dado que es el ingrediente más utilizado en la elaboración de alimentos para la mayoría de las especies cultivadas (Álvarez Capote, 2007). En consecuencia, la alimentación se convierte en un factor limitante de rentabilidad en la producción piscícola puesto que genera elevados costos durante el periodo de cultivo.

Frente a este contexto surge la necesidad de buscar sustitutos alimenticios nutricionalmente eficientes, económicamente rentables y de disponibilidad constante, así como de fácil manejo y aplicación (Hardy, 2001). Diversas investigaciones reportan el potencial de productos alternativos de origen vegetal, que pueden sustituir parcialmente la harina de pescado en cuanto a su composición de aminoácidos esenciales, palatabilidad y digestibilidad, y que son menos costosos (Swick, 2002).

La presente investigación planteó la inclusión la torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) por su contenido de proteínas de alto valor biológico y 95% de digestibilidad (Mitchell & Beadles, 1937; Poeta, 2009), y la inclusión de la pulpa y semilla de macambo (*Theobroma bicolor*) también rica en proteínas y en vitaminas hidrosolubles (Félix, 2000; Furlán & Bressani, 1999). Ambos son productos regionales disponibles durante varios meses del año; y en el caso del macambo su bajo consumo en la región de Madre de Dios hace que el fruto tenga eminentes pérdidas, factores que los convierten en potenciales productos alternativos para ser utilizados en dietas alimenticias que permita sustituir total o parcialmente a la harina de pescado, en el cultivo de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*).

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de torta de castaña y fruto de macambo (pulpa+semilla) en dietas balanceadas extruidas (T1 =25% y 20%; T2=30% y 20%; T3=35% y 20% de torta de castaña y macambo respectivamente) y una dieta comercial (TT=Purigamitana 25), sobre los índices de crecimiento y zootécnicos, concretamente para juveniles de paco.

2. Materiales y métodos

Lugar de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigación "Roger Wilder Beuzeville Zumaeta" del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, sede Madre de Dios. Ubicado en el km 20 de la carretera interoceánica sur Puerto Maldonado-Cusco, sector "El Castañal", distrito y provincia de Tambopata de la región de Madre de Dios. Situada en las coordenadas de Altitud entre 250-350 m.s.n.m., de Latitud Sur 11° 35" y Longitud Oeste 69° 10", con una temperatura promedio anual de 26 °C en el ambiente y precipitación pluvial promedio anual de 2200 mm de agua.

Diseño de la investigación

El diseño correspondió a una investigación tipo experimental, ya que la obtención de los datos se realizó mediante seis muestreos biométricos a cada una de las unidades experimentales evaluadas. El diseño experimental adoptado fue un DCA (Diseño completamente al azar), asignando las unidades experimentales a los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y TT) aleatoriamente, con la única restricción del número de unidades experimentales que se tomaron en cada tratamiento, los mismos que correspondieron a 60 peces.

Población y muestra

La presente investigación estuvo compuesta por una población total de 240 juveniles de paco (*Piaractus brachyomus*), asignados en cuatro unidades experimentales de 60 peces juveniles de paco cada una. Los peces materia de investigación fueron obtenidos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (ITAP), sede Madre de Dios, las cuales fueron reproducidos artificialmente en el Laboratorio de Reproducción del Instituto mencionado.

Para efectos de recolección de información, se tomó la muestra de 18 juveniles de paco en los muestreos biométricos por cada unidad experimental (cuatro unidades experimentales), lo que representa el 30% de la población en las unidades experimentales.

El tiempo de acondicionamiento del estanque y la construcción de los corrales experimentales fueron 9 días, el periodo de obtención de insumos y aditivos más la elaboración de las dietas experimentales fueron 3 días, y el periodo de la evaluación experimental suministrando las dietas experimentales estudiadas a los juveniles fueron 100 días, sumando 112 días totales para la ejecución de la parte experimental de la investigación.

Tratamientos

Se evaluó tres dietas balanceadas extruidas en base a torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) y fruto de macambo (*Theobroma bicolor*), con diferentes porcentajes de inclusión de torta de castaña e igual proporción de macambo (pulpa+semilla) en las dietas, y una dieta comercial extruida (Purigamitana 25). Las cuatro dietas balanceadas extruidas fueron distribuidas en cuatro Tratamientos (T1, T2, T3 y TT), quedando los tratamientos como se detalla a continuación:

Tratamiento 1 (T1) = 25% de torta de castaña+ 20% de macambo (pulpa+semilla).

Tratamiento 2 (T2) = 30% de torta de castaña+ 20% de macambo (pulpa+semilla).

Tratamiento 3 (T3) = 35% de torta de castaña+ 20% de macambo (pulpa+semilla).

Tratamiento Testigo (TT) = Alimento comercial Purina (Purigamitana 25).

Obtención de la torta de castaña y macambo

Los ingredientes o insumos alternativos se obtuvieron en la región de Madre de Dios, exactamente la torta de castaña fue adquirida de NEGOCIOS AGRORURAL TAMBOPATA S.A.C., empresa dedicada a la venta de productos derivados de la castaña, la misma que se encuentra ubicada en la Av. Amazonas N° 367, en la ciudad de Puerto Maldonado en el distrito y provincia de Tambopata; y el fruto de macambo se cosechó de las parcelas agroforestales de la

estación experimental "FITZCARRALD" del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP, sede Madre de Dios, ubicada en la carretera Interoceánica Sur a 21,5 kilómetros de la ciudad de Puerto Maldonado a Cusco.

Formulación de las dietas experimentales

Para la formulación de las tres dietas experimentales que contenían torta de castaña y macambo se utilizó el software ©Zootec 3.0 2005, que permite formular raciones a mínimo costo y está basado en la técnica de Programación Lineal (PL). De tal manera que se implantaron restricciones a la torta de castaña con niveles fijos de inclusión con 25% para el T1; 30% para el T2 y 35% para el T3. De la misma manera se establecieron niveles fijos de inclusión para el macambo (Pulpa+semilla) de 20% para los tratamientos 1, 2 y 3.

Los macroinsumos harina de pescado, harina de soya y harina de maíz amarillo, empleados en la formulación de las dietas experimentales tuvieron niveles variables con el propósito de nivelar las dietas isoprotéicas e isoenergéticamente (Tabla 1). En cuanto a micro-insumos, éstas tuvieron restricciones correspondiéndoles niveles fijos con valores iguales para todas las dietas experimentales de los tratamientos 1, 2 y 3.

Tabla 1. Composición porcentual de los insumos, aditivos y nutrientes de las dietas

Ingredientes	% de inclusión de insumos y aditivos en las dietas experimentales		
	T1	T2	T3
Torta de Castaña	25,00	30,00	35,00
Macambo (pulpa+semilla)	20,00	20,00	20,00
Harina de Maíz Amarillo	27,00	23,00	22,50
Harina de Soya [44%]	6,50	8,50	6,00
Harina de Pescado [65%]	15,00	12,00	10,00
Almidón de Yuca	0,50	0,50	0,50
Aceite de Soya	3,00	3,00	3,00
Sal Común	0,70	0,70	0,70
DL-Metionina [99%]	0,10	0,10	0,10
L-Lisina HCL [78%]	0,05	0,05	0,05
Carbonato de Calcio	0,80	0,80	0,80
Fosfato Dicalcico	0,70	0,70	0,70
Cloruro de Colina	0,05	0,05	0,05
Premezcla Vit./Min.	0,30	0,30	0,30
Afiaban	0,25	0,25	0,25
Funginat	0,05	0,05	0,05
Total	100%	100%	100%
Nutrientes	% de nutrientes en las dietas experimentales		
Materia Seca	74,43	74,89	75,32
Proteína Cruda	25,23	25,87	25,44
Fibra Cruda	6,66	7,04	7,24
Extracto Etéreo	10,82	11,51	12,36
Calcio	4,98	4,87	4,78
Fósforo	0,52	0,45	0,39
Sodio	0,41	0,39	0,37
Arginina	3,05	3,44	3,74
Lisina	1,52	1,52	1,45
Metionina	0,78	0,79	0,79
Metionina+Cistina	1,91	2,10	2,27
Treonina	0,99	1,00	0,97
Triptófano	0,28	0,29	0,28
Energía Metabolizable (Kcal/kg)	2860	2840	2860
Precio S/./kg	1,81	1,74	1,66

Las dietas elaboradas cubrieron los requerimientos alimentarios para el paco (*Piaractus brachypomus*) en la etapa juveniles, durante el periodo de evaluación de la investigación (100 días de cultivo). Por otro lado, es necesario recalcar y como se ha expuesto anteriormente, que la dieta experimental del Tratamiento 4 (TT) fue un alimento comercial extruido, y por consiguiente no se realizó su formulación, pero fue importante conocer su composición bromatológica (Tabla 2).

Tabla 2. Composición bromatológica del Alimento Comercial Purigamitana 25.

Composición Purigamitana 25 (6 mm)	
Proteína	25,00%
Grasa	4,00%
Fibra	6,00%
Humedad	13,00%
Ceniza	12,00%

Proceso de elaboración de las dietas experimentales

En el proceso de elaboración de las dietas experimentales formuladas para los Tratamientos (T1, T2 y T3); se realizaron una serie de operaciones, como se muestran en el flujograma del proceso de elaboración de las dietas en la Figura 1.

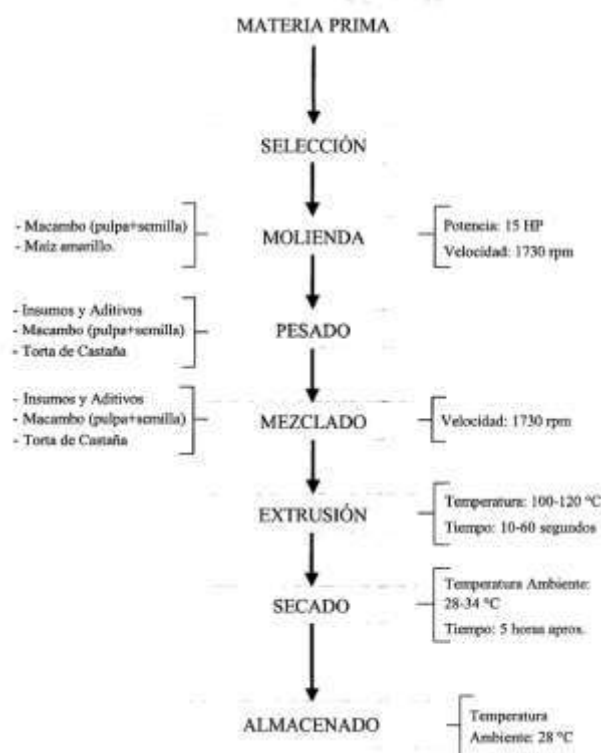


Figura 1. Flujograma del proceso de elaboración de las dietas experimentales

Análisis bromatológico de las dietas experimentales

En el transcurso de la evaluación experimental se envió a realizar el análisis bromatológico de las cuatro dietas experimentales, la torta de castaña y la pulpa del macambo en el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco-UNSAAC, determinándose la humedad, proteína, carbohidratos, grasa, fibra, ceniza, pH y acidez, tal como se muestran en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Composición bromatológica de las dietas experimentales

Componentes (%)	Tratamientos			
	T1	T2	T3	TT
Humedad	13,3	13,8	11,7	11,9
Proteínas	27,0	25,0	26,0	27,0
Carbohidratos	42,2	43,6	45,5	44,0
Grasa	6,3	6,2	6,0	3,6
Ceniza	9,7	9,4	9,3	11,3
Fibra	1,5	2,0	1,5	2,2
pH	6,8	6,8	6,8	6,8

Tabla 4. Composición bromatológica de la torta de castaña y pulpa de macambo

Componentes (%)	Pulpa de macambo	Torta de castaña
Humedad	85,2	13,9
Proteínas	0,9	35
Carbohidratos	10,6	31,8
Grasa	0,3	6,9
Ceniza	0,4	11,4
Fibra	2,5	1,0
pH	6,1	6,7
Acidez (ácido cítrico)	0,23	-

El análisis bromatológico revela que las dietas cumplen con los requerimientos nutricionales para juveniles de paco. Constatando con autores como Vásquez-Torres et al. (2011), que recomiendan niveles de proteína entre 24% y 31,6%; Vásquez (2001) que sugiere 4% a 8% de grasa y 20% a 40% de carbohidratos en las dietas (Furuichi, 1988).

Acondicionamiento de los corrales experimentales

El estudio se efectuó en un estanque de tierra de 960 m² con 40 m de largo y 24 m de ancho. Esta fue acondicionada mediante la limpieza del fondo del estanque, que consistió en eliminar malezas y retirar todo tipo de objetos que obstaculizaban el trabajo. En una cuarta parte del área total del estanque, se dividieron cuatro corrales de 10 m de largo por 6 m ancho (60 m²), utilizándose listones-estacas de madera que fueron prendidas en el fondo del estanque en forma vertical y horizontal, a los cuales se sujetaron las mallas anchoveteras, que sirvieron como separadores o barreras de cada corral experimental con otro. Finalmente, se llenó el estanque a través del bombeo hasta aproximadamente 1,5 m de profundidad de agua. Cada corral representó una unidad experimental y a cada una de las unidades experimentales se le asignó al azar un tratamiento (T1, T2, T3 y TT).

Siembra de los juveniles paco

Para el proceso de siembra se colocaron en sacos de polietileno con agua cada 30 juveniles de paco, previamente medidos (cm), pesados (g) y contados con la finalidad de obtener información sobre su tamaño en longitud, peso y sembrar la cantidad exacta de peces en cada corral; luego se trasladaron a las unidades experimentales y aquí el agua de los sacos de polietileno se mezcló con el agua del estanque por aproximadamente 15 min, para nivelar la temperatura (aclimatación) del agua de los sacos con la del agua del estanque, finalmente se liberaron los juveniles de paco a cada unidad experimental.

La siembra de los juveniles se realizó a una densidad de 1 pez/m² de espejo de agua y cada unidad experimental estuvo constituida por 60 juveniles de *Piaractus brachypomus*, que hicieron una población total de 240 peces sembrados. Los peces se sembraron con longitudes y pesos promedio inicial de 20,36±0,85 cm y 161,75±20,21 g (T1); 20,23±0,56 cm y 168,75±11,46 g (T2); 20,18±0,76 cm y 162,50±20,55 g (T3); y 20,09±0,61 cm y 154,00±17,52 g (TT).

Alimentación

El suministro del alimento de los peces se llevó a cabo en dos entregas diarias, por la mañana entre las 08:00 y las 09:00 horas y por la tarde entre las 15:00 y las 16:00 horas, la distribución del alimento se realizó en un solo lugar y en forma manual; lanzando al voleo el alimento sobre una superficie amplia dentro de cada unidad experimental. Se inició con una tasa de alimentación de 4% y a medida que se realizaron los muestreos biométricos, los niveles de la tasa de alimentación se ajustaron; a consecuencia del crecimiento de los peces (Rebaza, 2004) y para reajustar de la cantidad de alimento a suministrar.

La cantidad de alimento suministrado diariamente y durante todo el periodo de evaluación experimental se determinó mediante el cálculo de Biomasa (Peso promedio x N° total de peces), Ración diaria (Tasa de alimentación x Biomasa / 100) y Alimento suministrado en el periodo (Ración diaria x Total de días de consumo de alimento). Después de determinar la cantidad de alimento a suministrar a los juveniles de paco por cada unidad experimental, éstas se pesaron utilizando la balanza granataria digital en bolsas de polietileno debidamente identificadas con rótulos (T1, T2, T3 y TT).

Muestreos biométricos

Los muestreos biométricos se realizaron cada 20 días a las cuatro unidades experimentales (T1, T2, T3 y TT), con el fin de determinar el incremento de la longitud total (cm) e incremento del peso (g), reajustar la ración de alimento a suministrar y conocer el estado de salubridad de los juveniles de paco, dejando de alimentar a los peces un día antes del muestreo y continuando con la alimentación normal el mismo día, después de realizado muestreo biométrico.

La primera evaluación biométrica de las unidades experimentales se realizó el mismo día de la siembra, registrando longitud total (cm), peso (g), e índice hepatosomático (1 pez/unidad experimental) en cada una de las unidades.

Para la captura de los peces se utilizó una red anchovetera de 50 m x 4 m (LxA) operada por 3 personas, luego 18 juveniles de paco (muestra) fueron colocados en baldes de plástico de 18 L con agua, prosiguiendo a registrar longitud (cm) utilizando un ictiómetro de 60 cm y peso (g) con una balanza granataria digital. Posteriormente los ejemplares evaluados recibieron un baño profiláctico en una solución salmuera (20 g de cloruro de sodio/litro de agua) por lapso de tiempo de 5 min aproximadamente, como medida preventiva de patógenos por el manipuleo, al término del mismo se devolvieron los peces a sus respectivas unidades experimentales.

Índices de crecimiento y zootécnicos

En el desarrollo de los peces existen diferentes indicadores que miden la productividad, y que se constituyen en los indicadores técnicos para medir el desempeño productivo, permitiendo realizar una evaluación del manejo que se ejecuta en una producción determinada (Russell, 2008). Se evaluaron los índices de crecimiento y zootécnicos descritos por Castell & Tiews (1980), para conocer el crecimiento en longitud y peso de los peces, el estado de salubridad y el aprovechamiento del alimento proporcionado.

Determinación del nivel óptimo de inclusión de torta de castaña en las dietas

La determinación del nivel óptimo de inclusión de torta de castaña en las dietas experimentales formuladas se efectuó en función al Peso Final de los juveniles al finalizar la investigación. La ecuación de regresión polinomial que permitió determinar el nivel óptimo de inclusión de torta de castaña fue:

$$y = ax^2 + bx + c$$

Donde:

y = Variable de respuesta

c = Intercepto de la regresión

a, b= Coeficientes de la regresión

X = Porcentaje de Inclusión de torta de castaña

Una vez establecido la ecuación de regresión polinomial, se halló los máximos y mínimos de la función utilizando el criterio de la primera derivada, y posteriormente por el método de mínimos cuadrados se determinó el nivel óptimo de inclusión de torta de castaña en las tres dietas experimentales formuladas, que permitió obtener el máximo crecimiento en peso de los juveniles de paco al final de los 100 días de cultivo.

Análisis económico

Si se tiene en cuenta el impacto del costo del alimento en la producción piscícola, es fundamental que se evalúe cuál es la decisión más conveniente a la hora de elegir un alimento, tratando de abaratar los costos para no afectar de alguna manera la rentabilidad de la producción. Hecha la consideración anterior, se efectuó un análisis de Presupuestos Parciales, el cual indica que no todos los costos de producción, ni tampoco todos los beneficios, se incluyen en el presupuesto, sino aquellos que son pertinentes para tomar decisiones en una actividad (Norman et al., 1995). Es decir, el Presupuesto Parcial sirve para comparar el impacto de un cambio de la producción sobre las utilidades y costos de la actividad productiva, y es empleado comúnmente en proyectos de desarrollo agropecuarios (McConnell & Dillon, 1997).

Parámetros fisicoquímicos del agua

Se registraron los parámetros físico-químicos del agua (temperatura °C, oxígeno disuelto mg/L, pH, alcalinidad ppm CaCO₃ y dureza ppm CaCO₃) en horas de la mañana (08:00 a.m.-09:00 a.m.) y una vez al día por cada semana, en un punto estratégico dentro del área de los corrales experimentales, con la finalidad de tener datos homogéneos. Los parámetros que se monitorearon estuvieron en base a la importancia que tienen dentro del cultivo de paco con el fin de establecer la incidencia de dichos parámetros sobre el desarrollo de los peces.

Análisis de datos

Los datos obtenidos de los muestreos biométricos como longitud (cm) y peso (g), al igual que la información de los índices de crecimiento, índices zootécnicos y parámetros físico-químicos del agua, fueron procesados en hojas de cálculo de Microsoft office Excel 2013, y fueron evaluados estadísticamente por el análisis de varianza (ANOVA) de un factor a nivel de 5% de probabilidad. En caso de existir diferencia significativa en el ANOVA se aplicó la prueba de comparación de promedios (Prueba de Tukey) a nivel de 5% de probabilidad, para ambas pruebas se utilizó el programa estadístico SPSS versión 22.

3. Resultados y discusión

3.1. Índices de crecimiento

En la Tabla 5 se muestran los valores de los índices de crecimiento en el cultivo de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*) por cada tratamiento (T1, T2, T3 y TT) estudiado. En el primer muestreo biométrico (siembra) realizado, los juveniles de paco tuvieron longitudes y pesos promedios iniciales de 20,36 cm y 161,75 g para T1; 20,23 cm y 168,75 g para T2; 20,18 cm y 162,50 g para T3; y 20,09 cm y 154,00 g para TT, respectivamente. Y al final del estudio los juveniles de paco alcanzaron longitudes y pesos promedios finales en los tratamientos: T1 (31,43 cm y 573,61 g); T2 (32,34 cm y 645,56 g); T3 (20,18 cm y 526,67 g); TT (20,09 cm y 599,44 g), llegando a obtener un tamaño (longitud y peso) comercial en los cuatro tratamientos, lo que indica un desarrollo positivo de los peces cultivados.

En líneas generales, se observó que los peces del T2 tuvieron mejor rendimiento con respecto al crecimiento en longitud y peso, registrando 12,12 cm de longitud ganada (LG); 476,81 g de ganancia de peso (GP); 4,77 g/día de ganancia de peso diario (GPD) y 25380,56 g biomasa ganada (BG) frente a los tratamientos T1, T3 y el TT que obtuvieron valores menores a los mencionados. De acuerdo a esos resultados en rendimiento de Longitud Ganada (LG), Ganancia de Peso (GP)

y Biomasa Ganada (BG), la secuencia de los tratamientos es: T2 > TT > T1 > T3, al concluir los 100 días de cultivo de los juveniles de paco.

Tabla 5. Índices de crecimiento obtenidos a los 100 días de cultivo de juveniles de paco

Índices de crecimiento	Tratamientos			
	T1	T2	T3	TT
LTI (cm)	20,36	20,23	20,18	20,09
LTF (cm)	31,43	32,34	31,04	31,57
LG (cm)	11,07	12,12	10,87	11,48
PI (g)	161,75	168,75	162,50	154,00
PF (g)	573,61	645,56	526,67	599,44
GP (g)	411,86	476,81	364,17	445,44
GPD (g)	4,12	4,77	3,64	4,45
BI (g)	9705,00	10125,00	9750,00	9240,00
BF (g)	31548,61	35505,56	28966,67	32969,44
BG (g)	21843,61	25380,56	19216,67	23729,44

Nota: LTI (Longitud total inicial), LTF (Longitud total final), LG (Longitud ganada); PI (Peso inicial), PF (Peso final), GP (Ganancia de peso), GPD (Ganancia de peso diario); BI (Biomasa inicial), BF (Biomasa final), BG (Biomasa ganada).

3.1.1. Crecimiento en longitud

El crecimiento en longitud indicó un desarrollo positivo de los juveniles de paco, ya que al final de la investigación los peces de cada tratamiento alcanzaron valores de longitud total final (LTF) de: T1 (31,43 cm); T2 (32,34 cm); T3 (31,04 cm) y TT (31,57 cm). Con valores de longitud ganada (LG) para T1 (11,07 cm), T2 (12,12 cm), T3 (10,87 cm) y TT (11,48 cm), donde los mejores resultados en cuanto a LTF y LG fueron para el T2 (30% de torta de castaña y 20% de macambo) y el TT (alimento comercial Purigamitana 25), que se visualizan en la Figura 2. Dichos resultados son superiores a los reportados por autores como (Reyes, 1998), quien estudió tratamientos T1, T2 y T3 con niveles de 0%, 10% y 20% de harina de kudzu en dietas con 22% de PB, durante 4 meses de cultivo a juveniles de la misma familia como es la gamitana, que se sembraron con 20 cm de tamaño, y no encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) en cuanto a LTF entre tratamientos T1 (27 cm), T2 (28 cm) y T3 (28 cm); registrando LG en el T1 (7 cm), T2 y T3 (8 cm).

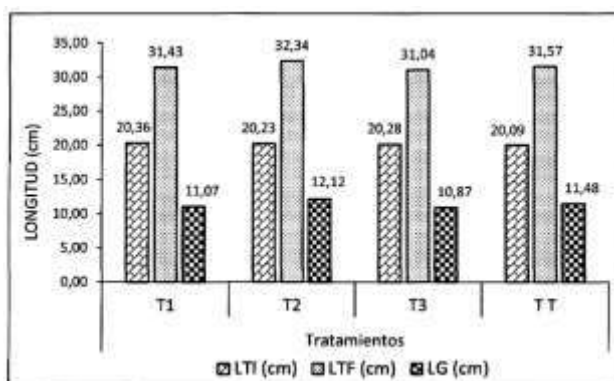


Figura 2. Longitud Total Inicial, Longitud Total Final y Longitud Ganada de los juveniles de paco en los tratamientos.

Otros autores reportan resultados similares al presente estudio, utilizando dietas (29% PB) con inclusión de harina de castaña (*Bertholletia excelsa*), pijuayo (*Bactris gasipaes*) y mucuna (*Mucuna pruriens*); en juveniles de paco con longitud inicial de 19,8 cm y obteniendo longitud total final (LTF) desde 31,88 cm a 32,68 cm respectivamente, no hallando diferencias significativas ($P < 0,05$), asimismo los valores de longitud ganada (LG) fueron desde 12,08 cm a 12,88 cm durante 100 días

de cultivo (Mercado Fuentes, 2008). Por otro lado, con dietas en base a harina de castaña y 25% de tenor de proteína en el crecimiento de gamitanas, los peces alcanzaron longitud total final (LTF) desde 29,47 cm a 32,32 cm, hallando diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, y longitud ganada (LG) con un máximo valor de 13,50 cm (Quispe, 2006).

Según el análisis de varianza de un factor (ANOVA) para longitud total final (LTF), con un nivel de confianza de 95%, se demostró que existe diferencia significativa en los promedios de LTF para al menos uno de los tratamientos estudiados, porque el nivel de significancia hallado fue 0,047, siendo un valor ligeramente menor a 0,05; de tal manera se comprueba que estadísticamente los tratamientos son diferentes (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA ($p > 0,05$) de LTF en los tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F critico	Significancia
Tratamientos	3	16,08	5,36	2,80	2,74	0,047*
Error	68	130,33	1,92	-		
Total	71	146,41	-	-		

* Existe mínima diferencia significativa al 0.05 de nivel de probabilidad.

Para conocer cuáles fueron los tratamientos que difieren, se realizó la prueba de comparaciones múltiples con HSD de Tukey a la variable longitud total final (LTF), que revela la existencia de diferencias significativas al 0,05 de nivel de probabilidad entre el T2 y T3. Sin embargo, lo que también interesó fue conocer el tratamiento donde los ejemplares juveniles de paco alcanzaron el mayor promedio de LTF, en tal sentido la Tabla 7 muestran los promedios para los grupos en los subconjuntos homogéneos, que agrupa en columnas de menor a mayor los grupos que no difieren significativamente (son homogéneos), donde el mayor valor promedio de LTF fue en el T2 (32,34 cm).

Tabla 7. Subconjuntos homogéneos con HSD de Tukey de LTF

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T3	18	31,044	-
T1	18	31,428	31,428
TT	18	31,567	31,567
T2	18	-	32,344
Sig.		0,671	0,203

3.1.2. Crecimiento en peso

Los resultados muestran buenos valores en cuando a crecimiento en peso de los juveniles de paco estudiados; obteniendo valores de Pesos Finales (PF) por tratamiento de: 573,61 g (T1); 645,56 g (T2); 526,67 g (T3) y 599,44 g (TT); mientras que los valores de Ganancia de Peso (GP) obtenidos fueron: 411,86 g (T1); 476,81 g (T2); 364,17 g (T3) y 445,44 g (TT); y los valores Ganancia de Peso Diario (GPD) fueron: 4,12 g (T1); 4,77 g (T2); 3,64 g (T3); 4,45 g (TT). Destacando el T2 con valores superiores frente al resto de los tratamientos, seguido del TT; y finalmente el T1 y T3 fueron los tratamientos que menores valores en peso presentaron, siendo T3 el que menor desempeño en peso tuvo. Según los resultados obtenidos de crecimiento en peso con respecto a Peso final (PF), Ganancia de Peso (GP) y Ganancia de Peso Diario (GPD) la secuencia del desempeño productivo de los tratamientos es: $T2 > TT > T3 > T1$.

Valores promedios semejantes reporta Quispe (2006) en gamitanas juveniles (peso inicial 2,43 g) consiguiendo Pesos Finales entre 610,00 g y 786,00 g; Ganancia de Peso desde 607,00 g a 783,57 g; y la Ganancia de Peso Diario varió desde 3,33 g a 4,30 g, en el crecimiento de gamitana alimentados con dietas que contenían 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de inclusión de harina de castaña. Mientras que Mercado Fuentes (2008) en juveniles de paco reportó Peso Final (640,25 g), Ganancia de Peso (419,25 g) y Ganancia de Peso Diario (5,38 g) alimentados con dietas (29% PB) que

contenían diferentes porcentajes de inclusión de harina de castaña (30%, 33% y 33%), harina de mucuna (5%) y harina de pijuayo (15%, 9,5% y 10%) frente a una dieta control. Las diferencias observadas en ganancia de peso se deben al peso promedio inicial cuando nos referimos al estudio de (Quispe, 2006).

El crecimiento en peso de los ejemplares estudiados se muestra detalladamente en barras en la Figura 3, donde se aprecian los valores de Peso Inicial, Peso Final, Ganancia de Peso y Ganancia de peso diario de juveniles de paco, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de inclusión de torta de castaña (25%, 30% y 35%) y macambo con iguales niveles de inclusión (20%) en los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente; y la dieta del TI (Purigamitana 25) cultivados durante 100 días.

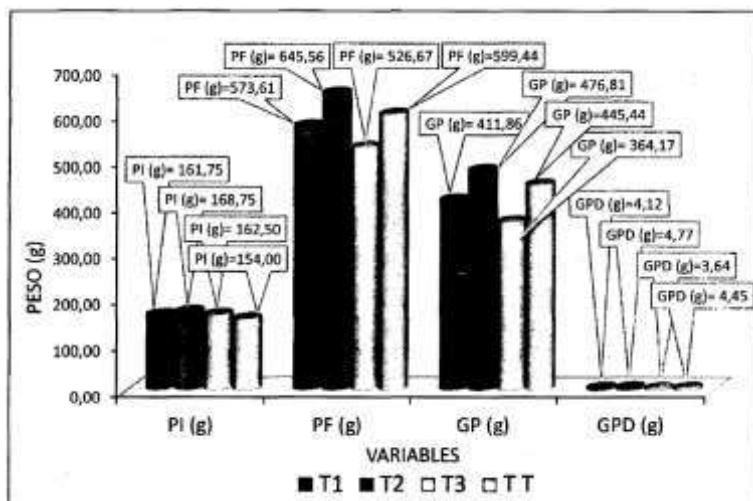


Figura 3. Peso Inicial, Peso Final y Ganancia de Peso de los juveniles de paco en los tratamientos.

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado para Peso Final (PF), revela que por lo menos uno de los tratamientos difiere de los demás, asimismo la diferencia de los pesos promedios entre los tratamientos es altamente significativa al 0,05 de nivel de probabilidad, como se observa en la Tabla 8. Afirmando que los promedios de PF de los juveniles de paco en los tratamientos son diferentes estadísticamente.

Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA ($p > 0.05$) de PF en los tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F critico	Significancia
Tratamientos	3	133220,49	44406,83	16,85	2,74	0,000*
Error	68	179229,17	2635,72	-		
Total	71	312449,65	-	-		

** La diferencia de medias es altamente significativa al 0,05 de nivel de probabilidad.

A través de la prueba de comparaciones múltiples con HSD de Tukey al 0,05 de nivel de probabilidad, se identificó aquellos promedios de Peso Final (PF) en los tratamientos, que difieren significativamente, y mediante los subconjuntos homogéneos de Tukey de la Tabla 9 se muestran los valores promedios de PF ordenados de menor a mayor, donde el T2 destaca por presentar el mayor promedio (645,57 g).

Tabla 9. Subconjuntos homogéneos con HSD de Tukey de PF

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	3
T3	18	526,667		
T1	18	-	573,611	
TT	18	-	599,444	

T2	18	-	-	645,556
Sig.		1,000	0,437	1,000

Por otro lado, como indicador de crecimiento se tuvo la Biomasa Ganada (BG), donde al inicio de la investigación la Biomasa Inicial (BI) en cada tratamiento fueron para T1 (9705,00 g), T2 (10125,00 g), T3 (9750,00 g) y TT (9240,00 g). A los 100 días de cultivo se tuvo en el T1 (31548,61 g), T2 (35505,56 g), T3 (28966,67 g) y TT (32969,44 g) de Biomasa Final (BF) en cada tratamiento; y el rendimiento en BG fueron para T1 (21843,61 g), T2 (25380,56 g), T3 (19216,67 g) y TT (23729,44 g), valores que se aprecian en la Tabla 5 y gráficamente se visualiza en la Figura 4.

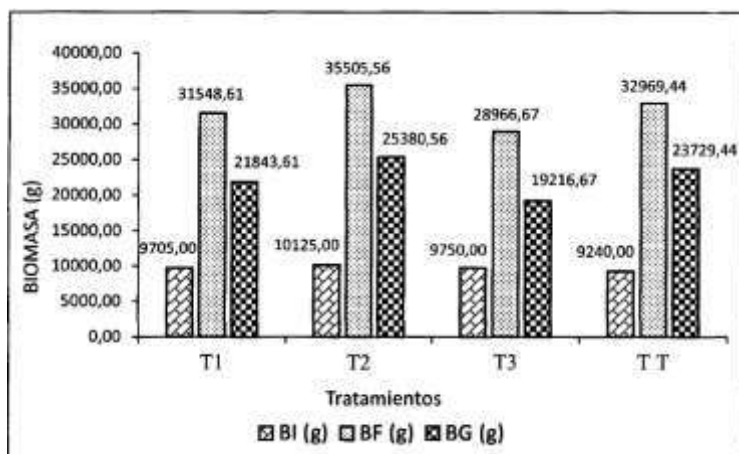


Figura 4. Biomasa Inicial, Biomasa Final y Biomasa Ganada de los juveniles de paco en los tratamientos.

3.2. Índices zootécnicos

En la Tabla 10 se exponen los valores de los índices zootécnicos (ICAA: Índice de conversión alimenticia aparente, %GP: Ganancia de peso porcentual, CVP: Coeficiente de variación de peso, TCE: Tasa de crecimiento específico, EA: Eficiencia del alimento, K: Factor de condición corporal, IHS: Índice Hepatosomático y S: Supervivencia) registrados al final del estudio para cada tratamiento (T1, T2, T3 y TT).

Tabla 10. Índices zootécnicos obtenidos a los 100 días de cultivo de juveniles de paco

Índices zootécnicos	Tratamientos			
	T1	T2	T3	TT
ICAA	1,75	1,51	1,84	1,54
%GP (%)	254,63	282,55	224,10	289,25
CVP (%)	8,05	7,55	10,96	8,67
TCE (%/día)	1,27	1,34	1,18	1,36
EA	0,57	0,66	0,54	0,65
K	1,85	1,91	1,76	1,91
IHS	1,55	1,68	1,78	1,72
S (%)	100,00	100,00	100,00	100,00

3.2.1. Índice Conversión Alimenticia Aparente (ICAA)

Los valores del ICAA en los juveniles de paco al concluir los 100 días de cultivo, mostró para el T2 (30% de torta de castaña y 20% de macambo), un ICCA de 1,51 al final del experimento, considerado el mejor y óptimo valor comparados con los valores del T1 (1,75) y T3 (1,84), todos estos ejemplares alimentados con dietas en base a torta de castaña y macambo, y en el TT se obtuvo un valor ICAA de 1,54, ligeramente superior a lo reportado por T2 (Ver Tabla 17). Del

ICAA 1,51 obtenido por el T2 se entiende que se necesita 1,51 kg de alimento para producir 1,00 kg de peso, y mientras menor sea el valor del ICAA será más conveniente para la rentabilidad de la producción, puesto que la alimentación representa un 60-80% de los costos de producción (da Silva et al., 2003; Lavell, 1998).

Estudios realizados en el cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*) indican que los valores del ICCA se encuentran en un rango entre 1,6 y 1,8; reportando 1,7 como el valor ideal de Conversión Alimentaria, no obstante, en algunos reportes se estima que un excelente ICAA fluctúa entre 1,2-1,4 (Bautista et al., 1999; Granada, 1995; Mancini, 2002). Los valores del ICAA registrados en el presente estudio que fluctúan de 1,51 a 1,84 se encuentran dentro del rango considerado idóneo para el cultivo de *Piaractus brachypomus* y son semejantes a los reportados por otros autores como Contreras Castro & Contreras Castro (2012), quienes sustituyeron ingredientes alternativos vegetales como son la morera (*Morus alba*) y el falso girasol (*Tithonia diversifolia*) en la dieta de juveniles de paco, registraron valores del ICAA entre 1,58 y 1,81.

3.2.2. Ganancia de peso porcentual (%GP)

Se registró el valor más alto para T2 con 289,25% de ganancia de peso porcentual; seguido del T3 con un valor ligeramente inferior de 282,55%; para el T1 se tuvo 254,63% y 224,10% de ganancia de peso porcentual para el T3, como se aprecia en la Tabla 10. Esta variable responde al incremento porcentual que experimenta el peso corporal de los peces y se interpreta que 445,44 g de GP representa el 289,25% con respecto al promedio de peso inicial que fue de 154,00 g en los ejemplares juveniles del T1, de igual modo se interpreta para los demás tratamientos.

En otra experiencia bajo las mismas condiciones Vásquez-Torres et al. (2011), registraron un valor máximo semejante de 270,0% en juveniles de paco utilizando dietas de 31,6% de PB en su alimentación. Trabajos como el realizado por Shiau (1997), en híbridos de tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*), una especie con características similares al paco, que se alimentaron con dietas conteniendo 28,0% de PB, anotaron un valor promedio de 230,0%; y por su parte El-Sayed (1989), trabajando con *Tilapia zillii*, obtuvo valores que variaron desde 200,0% a 288,0%. Lo que muestra que los resultados obtenidos de esta experiencia fueron buenos y señalan el normal crecimiento de los juveniles de paco.

3.2.3. Coeficiente de variación de peso (CVP)

Los juveniles de paco obtuvieron valores de coeficiente de variación de peso (CVP) 8,05% en el T1; 7,55% en el T2; 10,96% en el T3 y 8,67% en el T4. Estos resultados menores al 20% nos indican la uniformidad del crecimiento en peso de los juveniles de paco en todos los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) al finalizar la experiencia, lo cual es importante en la producción piscícola. Sin embargo, Tenazoa (2013) evaluó dietas experimentales que contenían 26%, 28% y 30% de proteína bruta con 21 %, 26% y 31% de inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W) en las formulaciones finales de las dietas, registró 6,7%, 5,2% y 3,8% como valores de CVP, lo que quiere decir que el crecimiento en peso de gamitanas (*Colossoma macropomum*) fue mucho más uniforme que el crecimiento en peso de los juveniles de paco evaluados en el presente estudio.

3.2.4. Tasa crecimiento específico (TCE)

Los tratamientos que tuvieron los mejores valores en la variable Tasa de Crecimiento Específico fueron los tratamientos T4 y T2 obteniendo al final del experimento una TCE de 1,36 y 1,34 %/día respectivamente, los valores más bajos fueron presentados por los tratamientos T1 y T3 con 1,27 y 1,18 %/día de manera respectiva (Tabla 10). Un estudio realizado por Machuca & Mejía (2008), utilizando raciones balanceadas isoprotéicas con 26% de PB conteniendo tres niveles de inclusión de harina de lenteja de agua (*Lemna* sp) (10%, 20% y 30%) en el cultivo de paco, registraron 1,35%, 1,13% y 1,13% de TCE, valores similares a los resultados de esta investigación.

3.2.5. Eficiencia del Alimento (EA)

Los valores de eficiencia del alimento registrados al final de 100 días de cultivo fueron 0,66 para T2; 0,65 para TT; 0,57 para T1 y 0,54 para T3, como se observa en la Tabla 10. Estos resultados indican que los juveniles del T2 y TT tuvieron mejor asimilación del alimento suministrado, lo que se vio reflejado en el crecimiento de los peces de estos tratamientos. No obstante, es importante señalar que la EA y el ICAA se relacionan y cuanto mayor fuera el valor de ICAA, menor será la eficiencia del alimento, en ese sentido el menor valor de EA lo obtuvo el T3, como respuesta al mayor ICAA registrado.

Valores semejantes de 0,4 y 0,5 reportó Tenazoa (2013), quien empleo diferentes porcentajes de inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en raciones peletizadas con 26%, 28% y 30% de PB respectivamente, para gamitanas (*Colossoma macropomum*) bajo las mismas condiciones de estudio. Por su lado Tafur (2008), registró valores de 0,85 y 0,83 en *Piaractus brachypomus*, que fueron nutridos con una dieta extruida de 25% de PB bajo un sistema de policultivo.

3.2.6. Factor de Condición Corporal (K)

Una forma de valorar el estado nutritivo de los peces en cultivo es a través del K, que puede asociarse a una valoración de la contextura del pez. En esta experiencia los valores del K mostrados por los juveniles de paco al final del estudio fueron de 1,91 para el T2 y TT; mientras que para el T1 y T3 los valores fueron de 1,85 y 1,76 respectivamente (Tabla 10). Lo que indica que los ejemplares juveniles del T2 y TT se encontraban en mejor estado nutritivo y tuvieron mejor contextura comparados con el T1 y T3; pero, aunque estos dos últimos tratamientos mencionados dieron valores menores a los del T2 y TT, los cuatro tratamientos mostraron valores superiores a 1, lo que refleja la buena condición fisiológica de la población estudiada.

En cambio, Tafur (2008) registró valores mayores de 2,06 y 1,99 en pacos, alimentados con dietas de 25% de PB, bajo un sistema de policultivo y en corrales. Otras experiencias como Casado et al. (2009), reportaron valores de 1,5 y 1,6 en juveniles de gamitana alimentados con dietas de 22% de PB empleando harina de trigo regional. Por su parte Casanova-Flores & Chu-Koo (2009) reportaron 1,72; 1,76 y 1,77 también en juveniles de gamitanas, nutridos con dietas de 25% de PB que contenían polvillo de malta de cebada; reflejando que la contextura y estado nutritivo de los peces del presente estudio fueron mejores comparados con los dos últimos autores mencionados.

3.2.7. Índice Hepatosomático (IHS)

Los valores de IHS que se registraron en los juveniles de paco fueron de 1,55 para T1; 1,68 para T2; 1,73 para T3 y 1,72 para TT. Se observó que el IHS aumentó a medida que se incluía mayor porcentaje de torta de castaña y se mantenía constante el porcentaje de inclusión de macambo en el alimento. Un comportamiento similar reportó Abad (2010), quién obtuvo valores de IHS entre 1,50 y 1,76 en juveniles de *Piaractus brachypomus* que fueron alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de río (*Macrobrachiumjelskii*), observando aumento del IHS cuando se incluía mayor porcentaje de la harina en la dieta.

Según Bastardo et al. (2006), valores de IHS mayores a 1 indican un deterioro de la condición del hígado al acumular lípidos como los triglicéridos de modo excesivo. En tal sentido, los peces del T1 presentaron los mejores niveles de IHS (1,55) acumulando menos grasa en el hígado; contrariamente en el T3 se registró el mayor IHS (1,78), por lo tanto, mayores reservas energéticas se almacenaron en el hígado de los juveniles, que a su vez fueron los ejemplares con menor crecimiento en longitud y peso.

3.2.8. Supervivencia

Los tratamientos (T1, T2, T3 y TT) al finalizar el estudio alcanzaron un porcentaje de supervivencia del 100%, estos resultados demuestran que los juveniles de paco resistieron al manipuleo al cual fueron sometidos en los muestreos biométricos realizados durante los 100 días de cultivo (Tabla 10). Similar resultado (100%) reportó Casanova-Flores & Chu-Koo (2009), en juveniles de gamitana cultivados en estacas de tierra durante 120 días y una población total de 180 ejemplares. Igualmente, Casado et al. (2009) registraron 100% de supervivencia cuando

cultivaron una población total de 180 juveniles de gamitana, durante 135 días y bajo las mismas condiciones de estudio al presente.

Reyes (1998) señala que es aceptable una supervivencia no menor de 80%, de lo contrario nos indicaría un deficiente manejo de la especie; es evidente entonces que el 100% de supervivencia obtenido en esta experiencia fue un buen resultado, considerando la rusticidad y fácil adaptación que tiene el paco a diversas condiciones de cultivo.

3.3. Nivel óptimo recomendado de inclusión porcentual de torta de castaña

La Figura 5 muestra la curva de tendencia polinómica de grado dos ajustado por mínimos cuadrados y cuya ecuación permitió hallar el nivel óptimo de inclusión de torta de castaña en las dietas experimentales formuladas. Se observa también que bajo efectos del T2 se tiene el punto de inflexión más alto, con el mejor peso (PF) logrado por los peces al final de la experiencia.

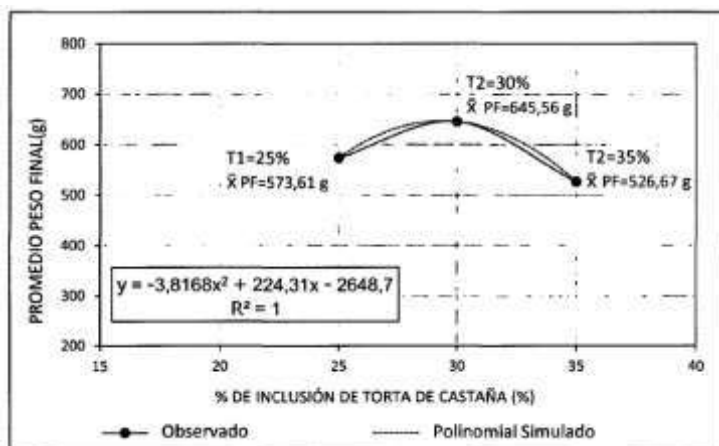


Figura 5. Nivel óptimo de inclusión de torta de castaña (*Bertholletia excelsa*).

El coeficiente de determinación $R^2=1$ de la curva simulada indica que hay una correlación perfecta entre las variables (PF y % de inclusión de torta de castaña), y la razón del ajuste perfecto es debido a tener solo 3 valores en ambas variables. El nivel óptimo determinado de inclusión porcentual de torta de castaña en las tres dietas experimentales formuladas fue de 29,38%, valor que se sitúa dentro del rango del Tratamiento 2 que tuvo 30% de inclusión, cuyo efecto produjo mayor crecimiento en peso de los juveniles de paco.

3.4. Análisis económico

La Tabla 11 muestra el análisis económico de los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y TT) mediante el método de Presupuesto Parcial. Así los costos variables por cada unidad de pescado cultivado fueron: T1 (S/. 1,15), T2 (S/. 1,11), T3 (S/. 0,98) y TT (S/. 2,19), y los ingresos netos (beneficio bruto) fueron: T1 (S/. 4,74), T2 (S/. 5,48), T3 (S/. 4,19), y TT (S/5,12), teniendo el mayor ingreso con el tratamiento T2. En cuanto al mayor beneficio neto parcial por unidad de pescado producido se observó bajo efectos del T2 (S/. 4,38) con 79,79% de ingreso total.

Tabla 11. Análisis económico por el método de Presupuestos Parciales del cultivo de paco

Componentes	Tratamientos			
	T1	T2	T3	TT
Ingresos				
Ganancia de Peso (kg)	0,412	0,477	0,364	0,445
Precio de kilogramo (S/)	11,50	11,50	11,50	11,50
Beneficio Bruto (S/)	4,74	5,48	4,19	5,12
Costos variables				
Consumo de alimento (kg)	0,636	0,637	0,591	0,610

Costo por kilogramo de Alimento (S/)	1,81	1,74	1,66	3,58
Costo del alimento consumido (S/.)	1,15	1,11	0,98	2,19
Total de costos variables (S/.)	1,15	1,11	0,98	2,19
Beneficio neto parcial				
En S/. por pescado (S/.)	3,58	4,38	3,21	2,94
En porcentaje del ingreso total(%)	75,69	79,79	76,58	57,34

La inclusión de 30% de torta de castaña con 20% de inclusión de macambo (T2), en las dietas de juveniles de paco, permitió reducir los costos e incrementar los beneficios de producción; porque los resultados del análisis económico realizado presentan para T2 cifras favorables que estuvieron por encima de los tratamientos T1 y T3, e inclusive hasta del alimento comercial (TT).

3.5. Parámetros físicoquímicos del agua

En la Tabla 12 se presenta el registro de los valores promedios mensuales y promedio total de los parámetros físicoquímicos del agua del estanque durante los 100 días de cultivo de los juveniles de paco.

Tabla 12. Valores promedios mensuales de los parámetros físicoquímicos del agua

Mes	pH (adimensional)	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Alcalinidad (ppm CaCO ₃)	Dureza (ppm CaCO ₃)
Octubre	7,17	29,26	9,51	18,00	16,00
Noviembre	8,22	30,60	8,25	19,00	16,50
Diciembre	7,64	29,68	5,74	18,50	20,00
Enero	6,66	29,97	10,35	20,00	16,00
Promedio	7,42	29,88	8,46	18,88	17,13

Los peces dependen directamente de una buena calidad de agua para la supervivencia y su crecimiento, y entre los factores que destacan en este aspecto, son el parámetro potencial de hidrogeno, oxígeno disuelto en el medio y la temperatura, ya que son los reguladores de sus actividades metabólicas (Senhorini & Fransozo, 1994). Sin embargo, los parámetros en términos generales de calidad del agua evaluados en esta experiencia fueron el potencial de hidrógeno (pH), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L), alcalinidad (ppm CaCO₃) y dureza (ppm CaCO₃), y cuyos valores estuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de paco.

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados, se concluye que el tratamiento 2 (30% de torta de castaña y 20% de macambo) es el mejor de las dietas extruidas formuladas en base a torta de castaña y macambo (pulpa+semilla) ya que los peces alimentados tuvieron mejor desempeño productivo en los principales índices de crecimiento e índices zootécnicos, que aquellos ejemplares juveniles alimentados con la dieta del TT (Alimento comercial Purina).

Por su amplia disponibilidad, composición nutricional y rendimiento productivo en los peces, son excelentes insumos alternativos para ser incluidos en las dietas balanceadas extruidas de juveniles de paco (*Piaractus brachypomus*).

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

C-O, N., D-V, J.: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final).

M-M, V.: metodología, investigación, curación de datos, redacción (revisión y edición).

Referencias bibliográficas

- Abad, D. (2010). *Crecimiento de alevines de cachama blanca Piaractus brachyomus (Cuvier, 1818), (PISCES: CHARACIDAE) alimentados con dietas de inclusión variable de harina de camarón de agua dulce Macrobrachiumjelskii (Miers, 1872) (CRUSTACEA: PALAEMONIDAE)*. Universidad de Oriente. 82p.
- Álvarez Capote, J. S. (2007). *Sustitución de harina de pescado por harina de soya e inclusión de aditivos en el alimento a fin de mejorar la engorda del camarón blanco Litopenaeus schmitti [Tesis doctoral]* Repositorio Institucional del Alvarez Capote, Josefa Susana. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/164>
- Bastardo, H., Scorza, C., & Sofía, S. (2006). Variables hematológicas y bioquímicas en la trucha arcoiris, relacionadas con la condición hepática y la edad. *Zootecnia Tropical*, 24(1). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000100001
- Bautista, E., Useche, M., & Linares, F. (1999). Utilización de la pulpa de café ensilada y deshidratada en la alimentación de Piaractus brachyomus. En *Pulpa de café ensilada, producción, caracterización y utilización en la alimentación animal*. Universidad Nacional Experimental de Táchira, Decanato de Investigación. Venezuela. 109-135pp.
- Casado, P., Rodríguez, L., Alcántara, F., & Chu-Koo, F. (2009). Evaluación del trigo regional Coix lacryma-jobi (Poaceae) como insumo alimenticio para gamitana Colossoma macropomum. *Folia Amazónica*, 18(1-2), 339-352. <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foiaamazonica/article/view/332>
- Casanova-Flores, R., & Chu-Koo, F. (2009). Evaluación del polvillo de malta de cebada, Hordeum Vulgare, como insumo alimenticio para gamitana (Colossoma Macropomum). *Folia Amazónica*, 18(1-2), 89-96. <http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foiaamazonica/article/view/262>
- Castell, J. D., & Tiews, K. (1980). *Report of the EIFAC, JUNS and ICES working group on the standarization of methodology in fish nutrition research*. Hamburg, Federal Republic of Germany. EIF AC Tech. Pap., 36. 24p.
- Contreras Castro, J. H., & Contreras Castro, J. H. (2012). Evaluacion del rendimiento técnico en Cachama Blanca Piaractus brachyomus al sustituir Morera Morus alba y Falso Girasol Tithonia diversifolia en el alimento balanceado de ceiba. *CITECSA*, 2(3), 4-14. <https://revistas.unipaz.edu.co/index.php/revcitecsa/article/view/16>
- da Silva, J. A. M., Pereira Filho, M., & de Oliveira-Pereira, M. I. (2003). Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1818) incorporados em rações: digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(6 suppl 2), 1815-1824. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800003>
- El-Sayed, A.-F. M. (1989). Evaluation of Semipurified Test Diets for Tilapia zillii Fingerlings. *Journal of the World Aquaculture Society*, 20(4), 240-244. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1989.tb01009.x>
- FAO. (2014). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOPIA)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tapies Fact Sheets. Texto de JeanFrancois Pulvenis.
- Félix, N. (2000). Los alimentos en el Perú. *Revista Peruana de Cardiología*, 26(2).

- https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/cardiologia/v26_n2/alimentos.htm
- Furlán, A. L., & Bressani, R. (1999). Recursos vegetales con potencial de explotación agroindustrial de Guatemala. Caracterización química de la pulpa y la semilla de *Theobroma bicolor* / Vegetable resources with agroindustrial potential from Guatemala. Chemical characterization of the pulp an. *Arch. Lat. Amer. Nut.*, 49(4), 373-378. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-319007>
- Furuichi, M. (1988). Carbohydrates. En *Fish nutrition and mariculture*. Watanabe.
- Granado, A. (1995). Crecimiento del morocoto *Piaractus brachypomus* (Osteichthyes, Characiformes) en jaulas flotantes. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*, 44, 81-88.
- Hardy, R. W. (2001). *Nuevos descubrimientos en ingredientes de alimentos para uso acuícola y el potencial de las enzimas suplementarias*.
- IIAP. (2002). *Situación actual de la pesca y la acuicultura en Madre De Dios. Perú*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- Lavell, T. (1998). *Nutrition and feeding offish*. Kluwer Academic Publishers. Boston, 267p.
- Machuca, J., & Mejía, P. (2008). *Utilización de la harina de lenteja de agua, Lemna sp (Lemnácea), en la alimentación de alevinos de paco Piaractus brachypomus y pacotana (Piaractus brachypomus x Colossoma macropomum) criados en jaulas [Tesis de grado]*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Mancini, A. M. (2002). *Introducción a la biología de los peces*. Cursos Introducción a la Producción Animal 1, FA V UNRC. 4-19pp.
- McConnell, D. J., & Dillon, J. (1997). *Farm Mailagerhent for Asia: a Systems Approach*. FAO Farm Systems Management Series-13. FAO, Rome.
- Mercado Fuentes, J. A. (2008). *Efecto de dietas practicas a partir del uso de castaña, pijuayo y mucuna en la alimentación de pacos juveniles [Tesis de grado]*. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/52>
- Mitchell, H. H., & Beadles, J. R. (1937). The Nutritive Value of the Proteins of Nuts in Comparison with the Nutritive Value of Beef Proteins. *The Journal of Nutrition*, 14(6), 597-608. <https://doi.org/10.1093/jn/14.6.597>
- Norman, D. W., Worman, F. D., Siebert, J. D., & Modiakgotla, E. (1995). *The farming systems approach to development and appropriate technology generation*. F AO Farm Systems Management Series- 1 O. F AO, Rome.
- Poeta, P. T. (2009). *Influencia da adição de torta de castanha do Brasil a dieta AIN-93G sobre o crescimento e composição corporea de ratos Wistar*. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.
- PRODUCE. (2012). *Programa Nacional de Ciencia, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Acuicultura 2013-2021*. Ministerio de la Producción. Lima, Perú. 40p.
- Quispe, E. J. (2006). *Evaluación de niveles de harina de castaña (Bertholletia excelsa) en raciones de inicio de inicio y crecimiento para gamitana (Colossoma macropomum) en Tambopata, Madre de Dios [Tesis de grado]*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Rebaza, C. (2004). *Proceso de cultivo de las especies amazónicas promisorias*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - Programa de Ecosistemas Acuáticos.
- Reyes, A. W. (1998). Cultivo de peces amazónicos. En *Revista Peruana de Limnología y Acuicultura Continental*. Publicación especial APLAC. N° 4. Trujillo-Perú.
- Russell, L. (2008). *Fish indicators of aquatic exosystem health: from the lab to the field*. University

of Massachusetts Amherst.

- Senhorini, J., & Fransozo, A. (1994). Influencia da produtividade dos viveiros e a contribuicrao da racrao na larvicultura do «pacu» *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Bol. Tec. CEPTA*, 7, 27-40.
- Shiau, S. Y. (1997). Utilization of carbohydrates in warmwater fish – with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. *Aquaculture*, 151(1-4), 79-96. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01491-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01491-3)
- Swick, R. A. (2002). Soybean meal quality: assessing the characteristics of a major aquatic feed ingredient. *Global Aquaculture Advocate*, 5, 46-49.
- Tafur, J. (2008). *Crecimiento y composición corporal del bujurqui - tucunaré «Chaetobranchus semifasciatus», del paco Piaractus brachyomus y de la gamitana Colossoma macropomum criados bajo el sistema de policultivo [Tesis de grado]*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Tenazoa, L. E. (2013). *Efecto de niveles proteicos provenientes de la quinua, Chenopodium quinoa W. (Quenopodiaceae) en el crecimiento y en la composición corporal de alevinos de gamitana, Colossoma macropomum (Cuvier, 1818) Cultivados en Corrales*. Producción Científica. Loreto, Perú. CONCYTEC. 71p.
- Vásquez-Torres, W., Pereira-Filho, M., & Arias-Castellanos, J. A. (2011). Optimum dietary crude protein requirement for juvenile cachama *Piaractus brachyomus*. *Ciência Rural*, 41(12), 2183-2189. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011001200023>
- Vásquez, W. (2001). *Relacao carboidratos: lipídios sobre o crescimento e a utilização de nutrientes em juvenis de pirapitinga, Piaractus brachyomus [Tesis doctoral]*. Universidade de Amazonas.



Artículo original / Original article

Consecuencias ecológicas de la fragmentación sobre la comunidad de mamíferos en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata

Ecological consequences of fragmentation on the mammal community in the buffer zone of the Tambopata National Reserve

Manuel Delgado-Bernal ^{1*} ; Carla Merediz-Durant ¹ 

¹Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú

Recibido: 18/11/2021
Aceptado: 30/12/2021
Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: mdelgado@unamad.edu.pe

Resumen: El objetivo fue conocer las potencialidades y limitaciones del territorio, que sirvan para definir políticas de desarrollo y ordenamiento territorial, así como a la identificación y promoción de proyectos de desarrollo. El estudio se ha elaborado a partir del análisis de la información colectada en campo con la finalidad de realizar un sondeo sobre la diversidad biológica de fauna silvestre y los problemas ambientales que la afectan. Se pudo identificar los atributos de Alto Valor Biológico y Ecológico, con los que cuenta el área de estudio al mantener poblaciones de especies importantes y representativas de la fauna silvestre de la Amazonía sur y conservar la diversidad del paisaje y la naturalidad del bosque, al mantener una gran cantidad de especies forestales que fructifican la mayor parte del año; así como de poblaciones de artrópodos (invertebrados con exoesqueleto), que son el sustento alimenticio de la fauna silvestre. La identificación de zonas para la conservación de la biodiversidad y procesos ecológicos la sustenta como un recurso de alto valor que debemos de conservar.

Palabras clave: amazonía; amenazas; fragmentación; mamíferos; Tambopata

Abstract: The objective was to know the potentialities and limitations of the territory, which serve to define development policies and territorial ordering, as well as the identification and promotion of development projects. The study has been prepared from the analysis of the information collected in the field with the purpose of carrying out a survey on the biological diversity of wild fauna and the environmental problems that affect it. It was possible to identify the attributes of High Biological and Ecological Value, which the study area has by maintaining populations of important and representative species of the wild fauna of the southern Amazon and conserving the diversity of the landscape and the naturalness of the forest, by maintaining a large number of forest species that bear fruit most of the year; as well as populations of arthropods (invertebrates with exoskeletons), which are the food source of wildlife. The identification of areas for the conservation of biodiversity and ecological processes supports it as a high-value resource that we must conserve.

Keywords: Amazon; fragmentation; mammals; Tambopata; threats

1. Introducción.

Madre de Dios, tiene el crecimiento demográfico más rápido a nivel nacional, 2.04% al año (INEI, 2022). Después de la finalización de las secciones II y III de la carretera interoceánica en 2010-2011, la ciudad de Puerto Maldonado y los asentamientos humanos vecinos han crecido de manera caótica, la mayoría de ellos procedentes de zonas alto-andinas (García, 2011). La demanda de tierra, para fines agrícolas convencionales es promovida por nuestra legislación bajo la obligación de hacer mejoras a través de nuevas áreas de cultivo (por corte y quema) y si el campesino no lo hace puede perder el derecho sobre el área (Flores B. et al., 2002).

El incentivo económico es escaso para preservar las tierras forestales y para transformar y dar valor agregado a nuestras especies nativas y cultivos (Izko & Burneo, 2003). Las zonas inundables y ecosistemas acuáticos son los de mayor biodiversidad y los más susceptibles a la fragmentación (Laurance et al., 2000). La minería ilegal, la deforestación debido a la tala indiscriminada para la agricultura y la ganadería, para la expansión urbana han sido las principales causas de la desaparición de estos ecosistemas (Miranda & Beck, 2003). La destrucción del hábitat y la cacería intensiva son los principales factores responsables de la disminución de sus poblaciones de fauna silvestre amazónica (Alvard et al., 1997). Grandes mamíferos como la sachavaca, están entre los animales con las funciones más importantes para el mantenimiento de los procesos ecológicos del bosque amazónico (Cuéllar & Noss, 2014). Los cerdos silvestres como el sajino, y la huangana, son importantes dispersores de semillas (Bodmer et al., 2013). Estas especies son vulnerables a las alteraciones ambientales y antrópicas y están desapareciendo de los fragmentos forestales al igual que otros mamíferos como primates y felinos (Michalski et al., 2006).

Los Bosques de Alto Valor para la Conservación son áreas boscosas que poseen uno o más atributos especiales desde el punto de vista de la biodiversidad, como especies o ecosistemas raros o en peligro, servicios ambientales críticos y valores sociales fundamentales (Finegan et al., 2004). Estas áreas necesitan ser manejadas de un modo apropiado para mantener o mejorar la diversidad biológica, la continuidad del paisaje y la conectividad del bosque y los corredores biológicos remanentes

El desarrollo sostenible debe garantizar la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y el medio ambiente. Las actividades antropogénicas tienden a beneficiar o perjudicar a determinados grupos de mamíferos terrestre, lo cual se puede comprobar mediante la abundancia de especies en áreas aprovechadas y no aprovechadas. Los estudios básicos como los de composición de fauna y flora son importantes para registrar las perturbaciones que puedan producirse antes, durante y después de las actividades humanas

Teniendo en cuenta la relativa baja producción de la fauna silvestre, se ha visto un incremento en su cosecha debido a cambios en las condiciones socioeconómicas de los habitantes de los bosques (Milner-Gulland et al., 2003). Ha habido un incremento en la accesibilidad a las áreas de los bosques tropicales. La construcción diseminada de carreteras por las autoridades nacionales y por las compañías involucradas en la extracción de recursos (madera, minería, petróleo, etc.) permitiendo un fácil acceso de cazadores foráneos y comerciales.

Así mismo los pobladores de las comunidades locales tienen un mayor acceso a las tecnologías de caza y una gran oportunidad para vender productos (Alvard et al., 1997), provenientes de la fauna silvestre a los mercados locales aunque a precios mucho menores que su real valor biológico y ambiental. De igual modo el incremento en la densidad poblacional humana en muchas áreas de bosques tropicales, sumado a la fuerte migración a veces espontánea y otras como en Madre de Dios, promovida por las promesas de solución a través de apertura de carreteras, originan choques y cambios socio-culturales, a la par que disminuye la extensión de los actuales lugares refugio de la fauna silvestre. La minería aurífera y los altos precios del oro junto a inadecuadas políticas nacionales, producen acuerdos para la expoliación de territorios que fragmentan los bosques, alteran el clima, empobrecen a largo plazo a las poblaciones generando caos social (Merediz, 2011).

Nos preguntamos entonces ¿Cuál es el estado de conservación en el que se encuentran las poblaciones de mamíferos silvestres en el área de estudio y cuáles son sus amenazas inmediatas debido a la deforestación y el cambio en el paisaje?

Amenazadas, debido al crecimiento de las áreas para cultivos de las áreas que se utilizan como potreros para criar animales. Igualmente, son responsables de la destrucción de hábitats la producción de madera, el consumo de leña, los incendios de los bosques, la construcción de obras por parte del hombre (puentes, antenas, conductos, etc.) y los cultivos ilícitos (drogas).

Actividades que destruyen la capa vegetal del suelo, ocasionan pérdida de los árboles, producen cambios en el clima, lavado de nutrientes del suelo, sequías, inundaciones e influyen en la calidad del agua, en fin, todos estos cambios llevan a que la fauna silvestre no pueda vivir, reproducirse o interactuar normalmente con otras formas de vida.

Las especies que son indicadoras de una asociación de hábitats, ocupan además otras asociaciones, no son exclusivas. Su categoría de indicadoras expresa que son aquellas especies de relevancia (categorizadas en la UICN, CITES o el Libro Rojo del Perú) más comúnmente avistadas en dicha asociación. En los últimos 15 años las comunidades de fauna en Madre de Dios han mostrado cambios notables en el uso que le dan a las diferentes asociaciones de hábitats, debido principalmente al crecimiento de la tasa de deforestación anual, así como al cambio climático. De esta manera las especies atraviesan asociaciones de hábitats para hacer uso de espacios nuevos que pueden resultar en fuentes de alimento fácil tanto en chacras como en pastizales, generando así elementos de conflicto entre la fauna y la población humana. El boom de la papaya, así como la ampliación de las áreas de maíz amarillo han sido fuente de deforestación tanto de bosque primario como secundario, en áreas vecinas a concesiones forestales maderables y no maderables, comunidades nativas e incluso Áreas Naturales Protegidas.

2. Materiales y métodos

Etapa pre-campo:

El primer paso a considerar en el diseño de un estudio de fauna es formularse la pregunta: ¿Qué queremos encontrar? ¿Cuáles son nuestros objetivos principales? Esas preguntas van a influir en el diseño del estudio y a clasificarse de acuerdo a una serie de consideraciones:

¿Cuál es la especie o grupo de especies de interés? ¿Qué sabemos sobre la biología de la especie de interés y cómo influye esto en el diseño del estudio? ¿Dónde está el área de estudio y cuáles son los hábitats presentes? ¿Cuántos días de campo podemos dedicar? ¿Qué nivel de apoyo logístico disponible hay en el campo? Después de considerar lo arriba expuesto, debemos preguntarnos si existe algún otro método que se ajuste mejor a los objetivos y la realidad del estudio.

Las metodologías alternativas para estimar abundancias relativas o densidad incluyen:

Conocer la densidad por medio del reconocimiento de individuos de la población (Censo completo).

Usar conteos de signos o indicios, por ejemplo, para estimar la densidad de venado colorado, se cuentan deposiciones o heces, para el tapir o felinos como el otorongo o el puma, se puede identificar individuos en base a huellas.

Recurrir a información anecdótica para especies sumamente raras.

Estimar el área de acción o territorio a través de vocalizaciones.

Métodos de conteo por puntos, por ejemplo, en ornitología.

Reconocimiento repetido y conteo de grupos sociales identificados en monos.

Reconocimiento de individuos por fotografías de trampas de cámara.

Muestra utilizada.

Considerando la accesibilidad y las condiciones climáticas del área de estudio el diseño de muestreo realizado en el presente estudio se trabajó con una muestra estratificado, pero no aleatorio.

Los estratos son denominados hábitats que derivan del mapa de vegetación que son: aguajal, bajíos o bosques inundables, bosques asociados a castañales y bosques asociados a pacales. Los hábitats son refugios de especies de fauna y que fueron denominados por las principales características en común entre los distintos estratos de vegetación. Más del 90% de la superficie del área de estudio es tierra firme con gran presencia de castañales y pequeñas superficies de tierras inundables como el caso de aguajales y bajíos. Los transectos abarcan tres de los cuatro hábitats.

Tabla 1. Tipos de hábitats identificados

Tipos de vegetación	Hábitat
Palmerales densos de <i>Mauritia flexuosa</i> o aguajales	Aguajal
Palmerales mixtos con árboles y aguajales ralos	
Vegetación secundaria o de transición	Área de no bosque
Bosques con palmeras en zonas pantanosas	Bajío o Bosques inundables
Bosque de terrazas medias con asociaciones de palmeras y rodales de castaña	Bosques asociados a castañales
Bosques densos en terrazas altas ligeramente disectadas con rodales de castaña	
Bosque con Palmeras y rodales de Castaña	
Bosque de terraza alta moderadamente disectada con rodales de castaña	
Bosques de colinas bajas con rodales de castaña	
Bosques con rodales de castaña	
Bosques de terraza baja con asociaciones de pacales y árboles de castaña dispersos	Bosques asociados a pacales
Bosque de terraza baja con rodales de castaña y pacales dispersos	
Bosque de colinas bajas con pacales y rodales de Shiringa	
Cocha o Laguna	Cuerpo de agua
Ríos	
Meandro	
Áreas de no bosque amazónico	Deforestación
Área Urbana	

3. Resultados

Se completó 5 días de trabajo en campo, en los cuales se apertura un sistema de transectos y 35,86 km de transecto, resultando 31 avistamientos directos y 9 avistamientos indirectos, contabilizando 24 especies (Tabla 2).

Tabla 2. Número de individuos y avistamientos directos

Especies	Nº individuos	Nº avistamientos
<i>Alouatta sara</i>	3	2
<i>Callicebus brunneus</i>	4	3
<i>Aotus nigriceps</i>	4	1
<i>Cebus apella</i>	4	2
<i>Dasyprocta variegata</i>	5	5
<i>Pecari tajacu</i>	1	1
<i>Penelope jacquacu</i>	4	4
<i>Pipile cumanenses</i>	1	1
<i>Saguinus fuscicollis</i>	10	2
<i>Saimiri boliviensis</i>	30	2
<i>Sciurus spadiceus</i>	3	3
<i>Tajasu pecari</i>	50	1

Tinamus	4	4
Total	123	31

Estado de conservación de los mamíferos registrados

De las especies de mamíferos encontradas, dos especies se encuentran como Casi Amenazadas (*Alouatta sara* y *Panthera onca*) en la lista de UICN y en la lista de especies en peligro del Perú, dos especies (*Ateles chamek* y *Tapirus terrestris*) están clasificadas como Vulnerables.

Tabla 3. Categoría de conservación de las especies registradas en el área de estudio

ORDEN	Categoría CITES	Categoría UICN	DS-034- 2004-AG
Familia			
Especie			
ORDEN PRIMATES			
Familia Cebidae			
<i>Saguinus fuscicollis</i>	II		
Familia Aotidae			
<i>Aotus vociferans</i>	II		
Familia Atelidae			
<i>Alouatta seniculus</i>	II	NT	NT
ORDEN CARNIVORA			
Familia Mustelidae			
<i>Pteronura brasiliensis</i>	I	EN	EN
Familia Felidae			
<i>Panthera onca</i>	I	NT	NT
ORDEN PERISSODACTYLA			
Familia Tapiridae			
<i>Tapirus terrestris</i>	II	VU	VU
ORDEN ARTIODACTYLA			
Familia Tayassuidae			
<i>Pecari tajacu</i>	II		
<i>Tayassu pecari</i>	II		

Leyenda: I=Apéndice I del CITES, II= Apéndice II del CITES, III= Apéndice III del CITES, VU= Especie en estado Vulnerable, EN= Especie en Peligro, NT= Especie Casi Amenazada.

En forma general los primates reportan densidades bajas. Cabe recalcar que el cuadro no muestra la totalidad de la riqueza de especies presentes en la comunidad debido al lapso de tiempo de la evaluación. Estos resultados sugieren que es necesario evaluar por largos periodos de tiempo (incluyendo diferentes estaciones del año) para tener un mejor panorama de la diversidad de especies de fauna silvestre en el área. Con esta base de estudios faunísticos servirá para presentar iniciativas de manejo y conservación de los recursos de la fauna.

Agrupando las especies por número de individuos, se observa que son los primates los mejor representados: pichico común, coto, frailes, machín negro y tocón ocupan los primeros puestos. Atendiendo a la calidad de los avistamientos el ave pucacunga fue la que registró mayor cantidad de eventos, sin embargo, fue el mono ardilla o fraile el que presentó mayor número de individuos contabilizados, exhibiendo un eminente comportamiento grupal. Otros primates numerosos fueron los pichicos y musmuquis.

Los representantes encuestados afirman que las actividades habituales de los sectores son la agricultura, ganadería incipiente (pocos ganaderos y pocas cabezas, el que más tiene no pasa de 40), extracción de madera, pero aducen que ya es escasa la madera "buena", y unos pocos están iniciando acuicultura, aunque aún con precarios conocimientos. En todos los casos la apertura de caminos vecinales es una constante en marcha o en planificación, para facilitar la salida de los productos de las chacras más alejadas, aunque también facilitan la extracción de madera y la cacería ilegal. Vale recordar que la cacería de subsistencia es la única aprobada en el reglamento y el factor subsistencia esta poco esclarecido y deficientemente consensuado con los usuarios directos de la fauna. Finalmente, los caminos, trochas o vías de penetración, denominados caminos vecinales, no son viables sin el apoyo de terceros (Gobierno regional o empresarios.)

Las encuestas arrojan también que las especies no comunes, escasas o raramente vistas en las zonas de uso de los entrevistados, son aquellas en categoría vulnerable, casi amenazada o amenazada (*Eunectes murinus*, *Harpya harpija*, *Melanosuchus niger* y *Tayassu pecari* entre las principales.) Se procuró entrevistar a representantes que fueran conocedores del bosque en contraste con aquellos que realizan actividades más urbanas.

Como ya ha sucedido en otras regiones del Perú donde se ha destruido paulatinamente grandes áreas biodiversas, los bosques de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, están hoy amenazados por agricultores migrantes y locales (ensimismados en la tumba y quema recurrente para instalar monocultivos), traficantes de tierras y decenas de miles de peruanos dispuestos a invadir y a incurrir en actividades de extracción ilegal de madera, oro, fauna y flora. La amenaza más grave, sin embargo, es el propio desconocimiento de las instancias de gobierno involucradas en el desarrollo agropecuario, el otorgamiento de derechos sobre la tierra sin base en un Ordenamiento Territorial y zonificaciones consensuadas e informadas y finalmente la escasa fiscalización de actividades en campo.

Las amenazas resurgen por autoridades que creen que es suficiente abrir una carretera para lograr el desarrollo. El desarrollo humano integral nunca llegará a los lugares postergados del país, sino se invierte primero en planificación concertada, en atender las deficiencias en salud y educación al mejor nivel posible y tomando en cuenta las potencialidades y limitaciones del territorio.

La carretera al Manu, por ejemplo, fue observada durante el gobierno anterior, al observarse la Ley N°2320/2012-CR, por el tramo: Nuevo Edén - Boca Manu - Boca Colorado; entre otros motivos porque "afectaría a dos áreas naturales protegidas (PNM y RCA), vulnerando el patrimonio de todos los peruanos y de los pueblos indígenas. Las carreteras sin correctas evaluaciones de impacto y planes de mitigación de los mismos, nos producen más problemas como Estado, al sumarse a la escasa inversión en formación humana y organización de los núcleos familiares y los grupos ya existentes. Se generan migración descontrolada y actividades ilegales que degradan los recursos en corto tiempo, sentando las bases de más generaciones de población con necesidades básicas insatisfechas.

Adicionalmente, Madre de Dios es la última región vialmente conectada del país en la que se mata otorongos (*Panthera onca*) y cualquier felino, especialmente por el perjuicio que pueden causarle a los que crían reses. El grupo de los felinos, prácticamente ausentes en el resto de la Amazonía peruana, llega a sobrepasar los 25 especímenes anuales muertos sólo en el distrito de Las Piedras por considerárselos perjudiciales.

Los animales vivos también son impunemente comercializados o traficados como mascotas al interior y fuera de la región e incluso del país, en especial los primates, psitácidos, reptiles y quelonios (tortugas). Los despojos de animales como colmillos de felinos y cerdos de monte, plumas de guacamayos y loros son también comercializados para elaborar artesanías que también se venden libremente.

Finalmente, la distribución de abundancia analizada en los mamíferos avistados unificando todos los transectos muestra al mono fraile, como el más abundante seguido del pichico y el coto o

aullador. Se pudo capturar con las cámaras trampa un ejemplar de sachavaca, venado colorado, coatí, añuje, huangana, y se pudo avistar un individuo de sajino.

4. Conclusiones

La riqueza en biodiversidad de la fauna del departamento de Madre de Dios, y su necesidad de conservación, disponibilidad o uso sustentable; servirán para identificar áreas con vocación para la conservación, con el fin de asegurar el mantenimiento de los procesos ecológicos, dentro y entre los ecosistemas. La presencia de endemismos, los grados de amenaza, la vulnerabilidad ecológica y la fragilidad de los ecosistemas, son elementos importantes que constituyen los criterios a los que se les ha asignado valores para conocer las potencialidades y limitaciones del territorio, en relación a diversas alternativas de uso sostenible de los recursos de la fauna, que sirvan de base para definir políticas y planes de desarrollo; de ordenamiento y/o acondicionamiento territorial, así como a la identificación y promoción de proyectos de desarrollo. La riqueza en biodiversidad de la fauna del departamento de Madre de Dios, y su necesidad de conservación, disponibilidad o uso sustentable; servirán para identificar áreas con distintas vocaciones, con el fin de asegurar el mantenimiento de los procesos ecológicos, dentro y entre los ecosistemas.

Actualmente muchas especies de mamíferos, aves, reptiles y algunos anfibios, tienen una estrecha relación con la economía de los pobladores porque además de destinarlos para el consumo de subsistencia, son fuente de ingresos económicos adicionales por la venta de "carne de monte" y huevos en mercados y restaurantes. Si bien dicha práctica de comercialización es ilegal según nuestra legislación, ya que la venta no se considera actividad de subsistencia, sino únicamente el autoconsumo. Las necesidades básicas no satisfechas (mas no estrictamente probadas) son la justificación tácita para esta presión antropogénica no fiscalizada en la región.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no incurren en conflicto de intereses.

Contribución de autores

D-B, M.: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final), redacción (revisión y edición).

M-D, C.: metodología, investigación, curación de datos.

Referencias bibliográficas

- Alvard, M. S., Robinson, J. G., Redford, K. H., & Kaplan, H. (1997). The Sustainability of Subsistence Hunting in the Neotropics. La Sustentabilidad de la Caza de Subsistencia en el Neotrópico. *Conservation Biology*, 11(4), 977-982. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.96047.x>
- Bodmer, R. E., Fang, T. G., Puertas, P. E., Antunez, M., Chota, K., & Bodmer, W. E. (2013). *Cambio Climático y Fauna Silvestre en la Amazonia Peruana Impacto de la Sequía e Inundaciones Intensas en la Reserva Nacional Pacaya Samiria*.
- Cuéllar, E., & Noss, A. J. (2014). Diversidad de mamíferos y participación local en la conservación en el Gran Chaco Boliviano. *Therya*, 5(1), 39-60. <https://doi.org/10.12933/therya-14-181>

- Finegan, B., Delgado, D., Hayes, J. P., & Gretzinger, S. (2004). El monitoreo ecológico como herramienta de manejo forestal sostenible. Consideraciones básicas y propuesta metodológica con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación certificados bajo el marco del FSC. *Recursos Naturales y Ambiente*, 42, 1-11.
- Flores B., J. G., Batte Batte, C., & Dapara, J. (2002). Caracterización de la vegetación del río Undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre. *Ecología En Bolivia*, 37(1), 23-48.
- García, D. (2011). *Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats : nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema*. 20(2), 1-10.
- INEI. (2022). Instituto Nacional de Estadística e Informática. <https://systems.inei.gob.pe/SIRTOD/app/consulta>
- Izko, X., & Burneo, D. (2003). *Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos*.
- Laurance, W. F., Vasconcelos, H. L., & Lovejoy, T. E. (2000). Forest loss and fragmentation in the Amazon. *Oryx*, 34(1), 39-45. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3008.2000.00094.x>
- Merediz, C., & Delgado, M. (2011). Estado de los Mamíferos en Madre de Dios - Una Revisión Bibliográfica. *Biodiversidad Amazonica*, 3(2075-8081), 65-73.
- Michalski, F., Boulhosa, R. L. P., Faria, A., & Peres, C. A. (2006). Human-wildlife conflicts in a fragmented Amazonian forest landscape: Determinants of large felid depredation on livestock. *Animal Conservation*, 9(2), 179-188. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00025.x>
- Milner-Gulland, E. J., Bennett, E. L., Abernethy, K., Bakarr, M., Bennett, E., Bodmer, R., Brashares, J., Cowlshaw, G., Elkan, P., Eves, H., Fa, J., Milner-Gulland, E. J., Peres, C., Roberts, C., Robinson, J., Rowcliffe, M., & Wilkie, D. (2003). Wild meat: The bigger picture. *Trends in Ecology and Evolution*, 18(7), 351-357. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00123-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00123-X)
- Miranda, C., & Beck, S. (2003). La Conservación de Ecosistemas Transfronterizos - El Desafío Peruano-Boliviano en las Vertientes Orientales de Los Andes y Llanuras adyacentes. *Lyonia*, 4(2), 165-181.

Ariotake

Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía

Patrocinador:



Universidad Nacional Amazónica
de Madre de Dios



Vicerrectorado de
Investigación