

REPIA



Revista Peruana de Investigación Agropecuaria

ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X

Volumen 1
Número 2
2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
ALTO AMAZONAS

“ Consolidación de una
propuesta agropecuaria
amazónica de investigación
gestada en la **UNAAA** ”

REPIA



Revista Peruana de Investigación Agropecuaria

ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X

Volumen 1
Número 2
2022



Instituto de Investigación
Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas



Revista Peruana de Investigación Agropecuaria

© **Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas**

Facultad de Zootecnia, Agronomía, Ciencias Biológicas y Acuicultura

Calle Prolongación Libertad Nro. 1220 – 1228

Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto, Perú

Editor

Instituto de Investigación

Editorial

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

Diseño y diagramación

Kasidy Argandoña Del Aguila

Volumen 1, Número 2, Año 2022

DOI: 10.56926/repia.v1i2

ISSN: 2955-8530

e-ISSN: 2955-831X

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-09874

Edición: Yurimaguas, Perú, Octubre 2022

REVISTA PERUANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Vol. 1, Núm. 2, Octubre, 2022

Publicación semestral. Yurimaguas, Perú

ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X

DOI: 10.56926/repia.v1i2

AUTORIDADES

Dr. Damián Manayay Sánchez

Presidente - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

Dr. Enrique Alejandro Barbachán Ruales

Vicepresidente Académico - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

Dr. Winston Franz Ríos Ruiz

Vicepresidente de Investigación - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas

EDITOR JEFE

Dr. Fred William Chu Koo

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

EDITOR ASOCIADO

Dr. José Virgilio Aguilar Vásquez

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

COMITÉ EDITORIAL

Ing. M. Sc. Hipólito Murga Orrillo

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Ing. Mg. William Celis Pinedo

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Blgo. M. Sc. Juvenal Napuchi Linares

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Enrique Arévalo Gardini

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Dr. Luis Alberto Arévalo López

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

Dr. Carlos Vilchez Perales

Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

Dr. Luis Exequiel Campos Baca

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana, Perú

Dr. Oniel Jeremías Aguirre Gil

Universidad Nacional Agraria de La Selva, Perú

SECRETARIO EDITORIAL

Blgo. M. Sc. Juvenal Napuchi Linares - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

GESTOR DE LA REVISTA

Dr. Fred William Chu Koo - Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Perú

SOPORTE TI

Ing. Lloy Pool Pinedo Tuanama - Universidad Nacional de San Martín, Perú

REVISTA PERUANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Vol. 1, Núm. 2, Octubre, 2022

Publicación semestral. Yurimaguas, Perú

ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X

DOI: 10.56926/repia.v1i2

Revista Peruana de Investigación Agropecuaria (**REPIA**) es una revista científica de acceso abierto (CC-BY), internacional, bajo la modalidad doble ciego; que difunde contribuciones en español rigurosamente evaluadas, además, publica principalmente artículos originales y revisiones, además de notas científicas, cartas al editor y editoriales.

REPIA es editada por el Instituto de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Acepta investigaciones enfocadas en las áreas de Zootecnia, Agronomía, Ciencias Biológicas, Acuicultura y Pecuaria. El público objetivo son académicos, estudiantes y profesionales interesados en contribuir al conocimiento científico mediante la publicación de artículos alineados a las áreas mencionadas.

REPIA postula y se suscribe constantemente a portales, repositorios y directorios nacionales e internacionales, con la finalidad de mejorar su impacto en la comunidad, y lograr su pronta aceptación en índices de alto impacto.

REPIA tiene periodicidad de publicación semestral (enero-junio y julio-diciembre). La fecha establecida para la publicación de los artículos es el 20 de abril y el 20 de octubre de cada año.

REVISTA PERUANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Vol. 1, Núm. 2, Octubre, 2022

Publicación semestral. Yurimaguas, Perú

ISSN: 2955-8530 | e-ISSN: 2955-831X

DOI: 10.56926/repia.v1i2

ÍNDICE DE CONTENIDOS

EDITORIAL

Consolidación de una propuesta agropecuaria amazónica de investigación gestada en la UNAAA e27

Consolidation of an Amazonian agricultural research proposal developed at UNAAA

Winston Franz Ríos-Ruiz

ARTÍCULOS ORIGINALES

Impacto del abonamiento orgánico y manejo de la hojarasca de Marupa (*Simarouba amara*) sobre el desarrollo de Palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) en Yurimaguas e19

Impact of organic fertilization and litter management of Marupa (Simarouba Amara) on the development of Palo de rosa (Aniba rosaeodora Ducke) in Yurimaguas

Luis Alberto Arévalo-López, Marco Pérez-Echeverría y Jorge Miguel Pérez-Vela

Polvillo de arroz reemplazando al maíz y su influencia en el rendimiento productivo de pollos parrilleros e20

Influence of rice powder replacing corn on the productive performance of broiler chickens

Teodiste Panaifo-Andoa, William Celis-Pinedo, Roberto Alejandro Pacheco-Robles y José Virgilio Aguilar-Vásquez

Respuesta productiva e integridad intestinal de cuy (*Cavia porcellus* L.) alimentados con forraje de maíz (*Zea mays* L.) inoculado con microorganismos eficientes e21

Productive response and intestinal integrity of Guinea pig (Cavia porcellus L.) fed Maize (Zea mays L.) forage inoculated with efficient microorganisms

Juvenal Napuchi-Linares, Christian Roker Flores-Guerra, José Virgilio Aguilar-Vásquez, William Celis-Pinedo, Jorge Cáceres-Coral y Laura Acosta-Mendoza

Efecto de Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y Nudillo (*Brachiaria mutica*) en el rendimiento productivo de cuyes mejorados en la etapa de recría e18

Effect of Centrosema (Centrosema macrocarpum) and Nudillo (Brachiaria mutica) on the productive performance of improved guinea pigs in the rearing stage

José Virgilio Aguilar-Vásquez y Alonso Ramírez-García

Prototipo de trasplantador portátil para el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo e22

Portable transplanter prototype for the process of transplanting rice (Oryza sativa L.) in the field

Lenin Cabanillas-Pardo, Ubert William Estela-Deza, Jorge Luis Rojas-Casique y Nicanor Martínez-Guevara

Editorial

Consolidación de una propuesta agropecuaria amazónica de investigación gestada en la UNAAA

Consolidation of an Amazonian agricultural research proposal developed at UNAAA

Winston Franz Ríos-Ruiz^{1*} 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

Cómo citar / Citation: Ríos-Ruiz, W. F. (2022). Consolidación de una propuesta agropecuaria amazónica de investigación gestada en la UNAAA. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria* 1(2), e27. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.27>

EDITORIAL

La creación y gestión de una revista científica es una gesta institucional que implica un gran despliegue editorial, económico, y principalmente de recursos humanos quienes deben redoblar sus esfuerzos y proporcionar parte de su tiempo para asegurar una selección y revisión adecuada de los artículos a publicar, garantizando originalidad, calidad y pertinencia de su publicación (Martínez, 2012). Además, esto se relaciona con los estándares para la renovación del licenciamiento que nos exige aplicar estrategias para el incremento de publicaciones científicas de calidad.

En ese sentido la publicación de la Revista Peruana de Investigación Agropecuaria implica que la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas visibilice, con su sello editorial, resultados de investigaciones que sean válidos y contribuyan a resolver problemas de la sociedad, evitando la tentación de cometer ligerezas (Baiget, 2010) que de alguna manera distorsionen la confianza y erosionen la reputación científica que viene obteniendo (Aguillo, 2022) gracias al esfuerzo conjunto de sus investigadores, docentes, egresados, estudiantes y administrativos.

Así, en el marco de la consolidación de esta gesta editorial, la Vice Presidencia de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas pone a disposición de la comunidad académica científica el Volumen 1, Número 2 de la Revista Peruana de Investigación Agropecuaria en la que estamos seguro que los artículos publicados sean un aporte que permita solucionar problemas agropecuarios bien conocidos en la macro región oriente y por qué no en toda la meseta amazónica continental.

En esta oportunidad, la temática de los artículos se relaciona entre otros al abonamiento orgánico con hojarasca y la mecanización agrícola del trasplante de arroz en el tema agronómico; así como, alimentación y nutrición de pollos, cuyes y ganado vacuno en el tema zootécnico. Estos son resultados de investigaciones financiadas por la universidad y otros agentes cooperantes como el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (ProInnovate).



Recibido: 15/09/2022

Aceptado: 01/10/2022

Publicado: 20/10/2022

*Winston Franz Ríos-Ruiz - wrios@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)

Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Por último, estamos seguros que, con los siguientes procesos editoriales para incrementar la visibilidad e indexación de la revista, garantizamos que la misma se posicionará mejor, de manera que su factor de impacto reflejado en las citas obtenidas sea un referente de la calidad de las publicaciones y ayude a posicionar mejor a la universidad como institución gestora de conocimiento y así se reconozca el esfuerzo científico, social e institucional que se viene realizando.

Universitariamente.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguillo, I. (2022). *Peru / Ranking Web of Universities: More than 28000 institutions ranked*. http://www.webometrics.info/en/Latin_America/Peru
- Baiget, T. (2010). Ética en revistas científicas. *Ibersid: Revista de Sistemas de Información y Documentación*, 4, 59–65. <https://doi.org/10.54886/ibersid.v4i.3873>
- Martínez, G. (2012). La Revisión por Pares y la Selección de Artículos para Publicación. *Revista Colombiana de Psicología*, 21(1), 27–35. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcps/v21n1/v21n1a03.pdf>

Artículo Original / Original Article

Impacto del abonamiento orgánico y manejo de la hojarasca de Marupa (*Simarouba amara*) sobre el desarrollo de Palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) en Yurimaguas

Impact of organic fertilization and litter management of Marupa (*Simarouba Amara*) on the development of Palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) in Yurimaguas

Luis Alberto Arévalo-López^{1*} ; Marco Pérez-Echeverría² ; Jorge Miguel Pérez-Vela^{2,3} 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

²Viridis Terra Perú – VTP, Perú

³Centro de Investigación, Enseñanza y Producción Agroforestal de Yurimaguas – CEPIAGRY, Perú

RESUMEN

El Palo de rosa es una especie forestal con gran demanda por sus aceites esenciales, Linalol (85,8%), linoleico, alfa-terpineol (0,38%) y Geraniol (0,70%). La concentración de sus aceites depende del Nitrógeno (N). Buscamos determinar el efecto de la hojarasca de Marupa y la respuesta del Palo de rosa a diferentes dosis de N aplicado como abono orgánico en plantas manejadas con y sin cobertura de hojarasca. Asimismo, determinamos la interacción entre el abonamiento orgánico y el manejo de la hojarasca. El diseño estadístico fue de parcelas divididas, siendo la parcela principal el factor con y sin hojarasca, la sub parcela fueron las dosis de nitrógeno equivalente a 0, 50, 100 y 200 kg por hectárea. Los resultados revelaron que existen diferencias estadísticas significativas ($p=0,05$) entre las plantas manejadas con y sin hojarasca. El incremento en altura, diámetro y número de hojas por planta, fue con el tratamiento de 200 kg de Nha⁻¹, en las parcelas con y sin manejo de hojarasca. La dosis óptima de N para alcanzar los mejores rendimientos en las variables evaluadas, fue de 168 kg de Nha⁻¹.

Palabras clave: aceites esenciales; biomasa vegetal; especie forestal; industria cosmética; nitrógeno orgánico

ABSTRACT

Rosewood is a forest species in great demand for its essential oils, Linalol (85.8%), linoleic acid, alpha-terpineol (0.38%) and Geraniol (0.70%). The concentration of its oils depends on Nitrogen (N). The aim was to determine the effect of Marupa litter and the response of Rosewood to different doses of N applied as organic fertilizer in plants managed with and without litter cover. Also, determine the interaction between organic fertilization and litter management. The statistical design was divided plots, with the main plot being the factor with and without litter, the subplot being the doses of nitrogen equivalent to 0, 50, 100 and 200 kg per hectare. The results revealed that there are significant statistical differences ($p=0.05$) between the plants managed with and without litter. The increase in height, diameter and number of leaves per plant, was with the treatment of 200 kg of Nha⁻¹, in the plots with and without litter management. The optimal dose of N to achieve the best yields in the evaluated variables was 168 kg of Nha⁻¹.

Keywords: essential oils; plant biomass; forest species; cosmetic industry; organic nitrogen

Cómo citar / Citation: Arévalo-López, L. A., Pérez-Echeverría, M. J. L., & Pérez Vela, J. M. (2022). Impacto del abonamiento orgánico y manejo de la hojarasca de Marupa (*Simarouba amara*) sobre el desarrollo de Palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) en Yurimaguas. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(2), e19. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.19>



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Recibido: 08/07/2022

Aceptado: 01/09/2022

Publicado: 20/10/2022

*Luis Alberto Arévalo-López - larevalo@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)

1. INTRODUCCIÓN

Palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) es una especie forestal originaria de los bosques amazónicos no inundables; pero su excesivo aprovechamiento para la extracción de sus aceites esenciales, ha originado que en la actualidad se encuentre en la lista de especies amenazadas (Kometter, 2019). Los principales aceites esenciales que contiene el Palo de rosa son el Linalol (85,8%), Linoleico, Alfa-terpineol (0,38%) y Geraniol (0,70%); los cuales son ampliamente utilizados en la industria cosmética como nutracéuticos y terapéuticos.

Pero, la concentración y calidad de los aceites esenciales depende de varios factores, siendo la parte nutricional la de mayor interés (Queiroz Luz et al., 2016). Existen pocos trabajos relacionados al requerimiento nutricional de Palo de rosa en su fase de establecimiento y manejo en plantación, excepto, trabajos realizados a nivel de vivero, señalando que esta planta es dependiente del Nitrógeno (N), Calcio (Ca^{++}), Magnesio (Mg^{++}) y niveles muy bajos de Fósforo (P) y Azufre (S) (Herrera Valencia et al., 2010).

Se conoce que uno de los principales aceites esenciales (Linalol) se encuentra en las hojas de la planta con el 80% de concentración (Requejo, 2020). Este nuevo conocimiento, sugiere que, a diferencia de las prácticas anteriores de tumar las plantas para la extracción de los aceites esenciales, ahora se debe focalizar en la mayor producción de hojas para su aprovechamiento. La mayor producción de hojas o biomasa vegetal está en relación directa con la cantidad de Nitrógeno presente en el suelo, así como también con la concentración de los aceites esenciales.

Para ampliar nuevas áreas de cultivo de Palo de rosa y su producción de aceites esenciales, es necesario generar nuevos conocimientos sobre el manejo de la materia orgánica (Medrado Krainovic, 2017) y la dinámica de nutrientes en ecosistemas tropicales (Colín Vargas et al., 2018). Una estrategia para suministrar Nitrógeno a las plantaciones es el uso de la materia orgánica.

Este artículo abarca los objetivos de 1) Determinar el efecto de la hojarasca de Marupa manejado en surco en plantas de Palo de rosa, 2) Determinar la respuesta del Palo de rosa a diferentes dosis de nitrógeno aplicado como abono orgánico en plantas manejadas con y sin cobertura de hojarasca, y 3) Determinar la interacción entre el abonamiento orgánico y el manejo de la hojarasca.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Llevamos a cabo el estudio en el área perteneciente al "Centro de Investigación, Enseñanza y Producción Agroforestal de Yurimaguas" (CEPIAGRY), ubicado en Yurimaguas, cuyas coordenadas geográficas son: 5°53'34" Latitud Sur y 76° 06'36" Longitud Oeste, con una altitud de 179 m.s.n.m; entre los años 2016 y 2021. Los plantones de Palo de rosa fueron adquiridos en la localidad de Tamshiyacu, lugar cercano a la ciudad de Iquitos (Rengifo Salgado & Campos Pérez, 2007).

Establecimos el estudio dentro de una plantación de Marupa, especie promisoría (Tarrillo Ruíz, 2019), de cuatro años de edad, cuyo distanciamiento de siembra fue de 4 m x 3 m. En dicho estudio discriminamos las parcelas principales: con o sin hojarasca y las sub parcelas que fueron los niveles de N (kg ha^{-1}). En las parcelas sin hojarasca, retiramos todo el material vegetal del área en estudio, mientras que, en las parcelas con hojarasca, juntamos todo el material vegetal y colocamos en surcos

lineales de 50 cm de ancho a lo largo de la fila de los plántones; actividad que realizamos cada seis meses en ambas parcelas. Los plántones de Palo de rosa los sembramos en filas con distanciamiento de siembra de 3 m x 3 m entre plantas, tanto en las parcelas con hojarasca como en las parcelas sin hojarasca.

Para incorporar los niveles de Nitrógeno al suelo, utilizamos abono orgánico preparado en las instalaciones de CEPIAGRY cuya pureza fue de: Nitrógeno (1,25%), Óxido de Calcio (2,44%), Óxido de Magnesio (1,8%), Óxido de Potasio (3%), Óxido de Fósforo (5%), Boro (30 ppm) y con una humedad del (20%); estas determinaciones las efectuamos en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina. La aplicación de la materia orgánica lo realizamos al momento del trasplante, luego a 6, 12 y 24 meses después de su establecimiento. El cálculo de la cantidad de materia orgánica lo realizamos inicialmente en función al peso del suelo y los demás abonamientos en función a la altura del árbol. Determinamos la equivalencia en términos nutricionales: Nitrógeno (N) 235, Óxido de Calcio (CaO) 244, Óxido de Magnesio (MgO) 425, Óxido de Potasio (K_2O) 164, Óxido de Potasio (P_2O_5) 378 y Boro (B) 89 $kg\ ha^{-1}$.

Las variables que evaluamos fueron: altura total del árbol, medido desde el suelo hasta el ápice del árbol, utilizamos una wincha de 5 m de longitud; mientras que el diámetro de fuste fue medido a 0,2 m sobre el suelo, utilizamos un vernier digital y el conteo de hojas lo realizamos manualmente empleando una escalera de madera.

El diseño estadístico fue de parcelas divididas (Romero Mares, 2015), las parcelas principales fueron con y sin manejo de hojarasca, mientras que las sub parcelas fueron los niveles de Nitrógeno en cantidades equivalentes a 0, 50; 100 y 200 $kg\ ha^{-1}$, empleamos como fuente abono orgánico. Previo al análisis de varianza, los datos del conteo de hojas los transformamos según el procedimiento recomendado por Dagnino (2014), para conseguir una distribución normal. Registramos los resultados en una base de datos en Excel y con ellos realizamos los diferentes análisis utilizando el SAS v6.04.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Respuesta del crecimiento del Palo de rosa al manejo de la hojarasca

Los resultados que presentamos muestran la existencia de diferencias significativas ($p=0,05$) entre las parcelas manejadas con y sin hojarasca en relación al crecimiento en altura, diámetro y cantidad de hojas por árbol (Figura 1, 2 y 3). Este efecto se encuentra relacionado con los niveles de Nitrógeno aplicado como materia orgánica, estableciéndose los mayores incrementos en las parcelas con hojarasca. Estos resultados indican que, en las parcelas sin hojarasca, la cantidad de materia orgánica, carbono y la carga de microorganismos es muy baja (Gaspar-Santos et al., 2015); además, existen diferencias en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo entre las parcelas con y sin hojarasca; indicando el porqué de la lenta recuperación de la vegetación en suelos degradados (Mallqui Espiritu, 2019).

Los altos coeficientes de correlación encontrados como $R^2=0,9$ para la altura, $R^2=0,864$ para el diámetro de fuste y $R^2=0,974$ para la producción de hojas, confirman que las variables evaluadas

están fuertemente relacionadas con la presencia o no de la hojarasca, y con los niveles de Nitrógeno. Nuestros resultados son corroborados por Cristóbal-Acevedo et al. (2011), quienes mencionan que el manejo de la fertilización orgánica en cultivos, mejora los niveles de Nitrógeno a largo plazo; mientras Salcedo Pérez et al. (2019) afirman que, la deficiencia de Nitrógeno limita el desarrollo en la altura y diámetro de las especies forestales, algunas veces inmovilizado por la estructura química de los tejidos orgánicos de algunas especies forestales, los que son liberados posteriormente (Rodríguez Pleguezuelo et al., 2011), confirmando los resultados obtenidos en este trabajo.

3.2. Respuesta del crecimiento en altura del Palo de rosa al Nitrógeno orgánico

La respuesta del Palo de rosa al abonamiento nitrogenado en altura de planta, fue estadísticamente significativa. En los tratamientos sin Nitrógeno con o sin hojarasca, las plántulas fueron pequeñas; sin embargo, en las parcelas con hojarasca la altura fue mayor comparado con las plantas creciendo sin hojarasca (Figura 1).

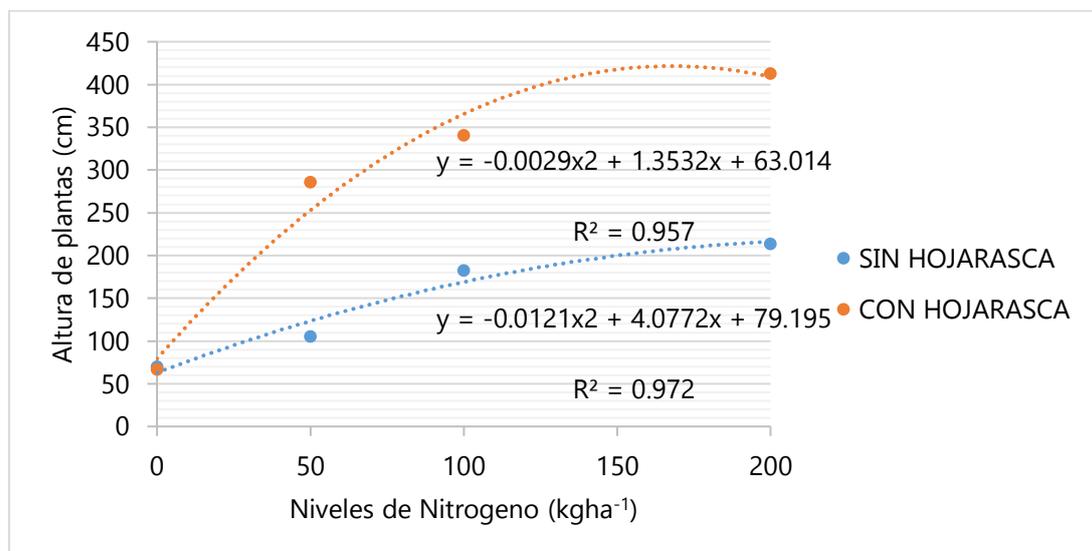


Figura 1. Crecimiento en altura (cm) de planta por efecto de la hojarasca y niveles de Nitrógeno orgánico adicionado al suelo

El Palo de rosa tiene limitaciones para su desarrollo en suelos pobres en Nitrógeno y sin hojarasca. La ecuación cuadrática sugiere que manejando la hojarasca de Marupa, se requiere aplicar 170 kg Nha⁻¹ como abono orgánico alcanzando alturas de 4,3±1,03 y 2,00±0,64 m en parcelas con y sin manejo de hojarasca.

3.3. Respuesta del crecimiento en diámetro del Palo de rosa al Nitrógeno orgánico

En aquellas parcelas que recibieron Nitrógeno orgánico con hojarasca, el diámetro del fuste, sigue la tendencia cuadrática con un R²=0,97; mientras que, sin hojarasca, la tendencia es lineal (Figura 2). En las parcelas con manejo de hojarasca más 200 kg Nha⁻¹, el diámetro del fuste alcanzó un incremento promedio de 0,9 cm por año/árbol, mientras en la parcela sin hojarasca, el incremento fue de solo 0,56 cm.

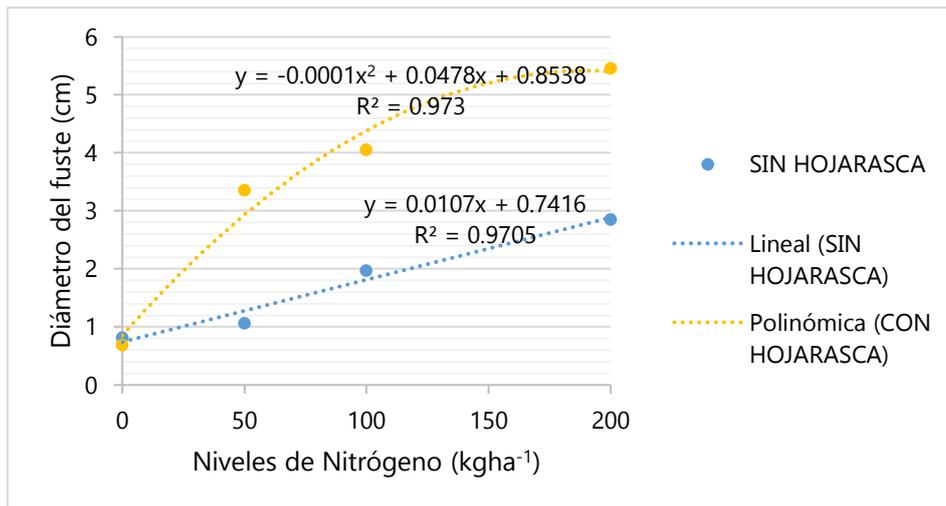


Figura 2. Crecimiento en diámetro (cm) del fuste del Palo de rosa, por efecto del manejo de la hojarasca y niveles de nitrógeno

3.4. Respuesta de la producción de hoja de Palo de rosa al abonamiento nitrogenado con y sin manejo de hojarasca

En la Figura 3, observamos la diferencia del efecto del nitrógeno sobre la emisión de hojas por tratamiento, manejado con y sin hojarasca. El tratamiento sin nitrógeno, muestra valores más bajos en cuanto a número de hojas por planta; mientras que, con aplicaciones de dosis ascendentes, tiene efecto acumulativo sobre el número de hojas por árbol. Este valor es mayor en las parcelas con manejo de hojarasca. También es importante mencionar que el tratamiento sin Nitrógeno en las parcelas con y sin hojarasca, solo muestran pequeñas diferencias numéricas, lo que es confirmado por Arce Urrea (2007), quien menciona que el aporte de Nitrógeno mediante la hojarasca por especies forestales, es mínimo en condiciones naturales.

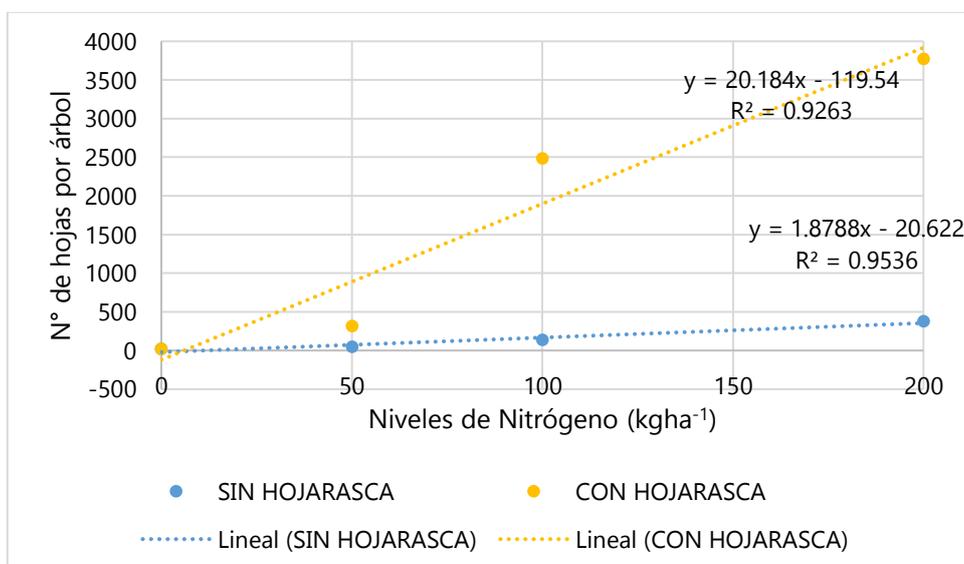


Figura 3. Número de hojas producidas por el Palo de rosa como respuesta a los niveles de N y al manejo de la hojarasca de Marupa

Se evidencia que la alta producción de hojas de Palo de rosa se consigue con dosis equivalente a 200 kg Nha⁻¹ como abono orgánico y manejado con hojarasca, con 3800 unidades de hojas por

planta. En este resultado también observamos el efecto significativo del manejo de la hojarasca, mostrando en ambos casos el efecto positivo de la aplicación del Nitrógeno.

La estabilidad y funcionamiento del ecosistema boscoso, lo determinamos por la descomposición de la hojarasca y la mineralización del humus producido por ella (Rodríguez Balboa et al., 2019). En el estudio comprobamos que el efecto de la hojarasca está relacionado con la cantidad de Nitrógeno aplicado; cuando la relación entre Nitrógeno y hojarasca es cero, la hojarasca se convierte en la fuente principal de abastecimiento de Nitrógeno orgánico para las plantas. Su capacidad nutricional depende del balance entre los procesos de acumulación y descomposición (Mera et al., 2017), lo cual está determinado por las especies componentes de la estructura boscosa y la materia seca residual (Bahamonde et al., 2014).

Con los datos de altura y diámetro de planta, calculamos la producción de madera, los resultados revelan que, a los 5 años de edad, el volumen de madera es insuficiente para ser aprovechada como materia prima para la extracción de aceite esencial (Rios Escobar, 2016); sin embargo, pueden generar expectativas entre los interesados en el cultivo y aprovechamiento de esta especie con fines industriales, porque a los cinco años de edad, la producción de hojas es alta para iniciar la cosecha de las mismas, para la extracción del aceite esencial.

CONCLUSIONES

Hemos determinado que el manejo de la hojarasca de Marupa, asociado a la incorporación de Nitrógeno orgánico, tiene un efecto positivo sobre el incremento en altura, diámetro y número de hojas de las plantas del Palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke).

El nivel de Nitrógeno para alcanzar la interacción positiva con el manejo de la hojarasca sobre el desarrollo biológico del Palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), requiere como dosis óptima la aplicación de 170 kg Nha⁻¹.

FINANCIAMIENTO

Esta investigación recibió el financiamiento del Centro de Investigación, Enseñanza y Producción Agroforestal de Yurimaguas (CEPIAGRY).

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Arévalo-López, L. A., Pérez-Echeverría, M. y Pérez-Vela, J. M.

Curación de datos: Arévalo-López, L. A. y Pérez-Echeverría, M.

Análisis formal: Arévalo-López, L. A.

Investigación: Arévalo-López, L. A., Pérez-Echeverría, M. y Pérez-Vela, J. M.

Metodología: Arévalo-López, L. A. y Pérez-Vela, J. M.

Supervisión: Pérez-Echeverría, M.

Redacción-borrador original: Arévalo-López, L. A. y Pérez-Echeverría, M.

Redacción-revisión y edición: Arévalo-López, L. A. y Pérez-Vela, J. M.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce Urrea, C. (2007). Dinámica de descomposición y mineralización de macronutrientes en hojarasca de plantaciones de ormosia coccinea (aubl.) jackson, "Huayruro" y Vochysia Lomatophylla Standl, "Quillosa", Iquitos, Loreto, Perú." *Folia Amazónica*, 16(1–2), 101. <https://doi.org/10.24841/fa.v16i1-2.293>
- Bahamonde, H. A., Peri, P. L., & Mayo, J. P. (2014). Modelo de simulación de producción de materia seca y concentración de proteína bruta de gramíneas creciendo en bosques de Nothofagus antarctica (G. Forster) Oerst. bajo uso silvopastoril. *Ecología Austral*, 24(1), 111–117. <https://doi.org/10.25260/ea.15.24.1.0.43>
- Colín Vargas, C. I., Domínguez Gómez, T. G., González Rodríguez, H., Cantú Silva, I., & Guadalupe Colín, J. (2018). Dinámica de nutrientes durante el proceso de degradación de la hojarasca en el Matorral Espinoso Tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(49), 87–109. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i49.179>
- Cristóbal-Acevedo, D., Álvares-Sánchez, M. E., Hernández-Acosta, E., & Améndola-Massiotti, R. (2011). Concentración de Nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional. *Terra Latinoamericana*, 29(3), 325–332. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792011000300325
- Dagnino, J. S. (2014). La distribución Normal. *Revista Chilena de Anestesia*, 43(2), 116–121. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv43n02.08>
- Gaspar-Santos, E. S., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., & Álvarez-Solís, J. D. (2015). Acumulación y descomposición de hojarasca en bosques secundarios del sur de la Sierra Madre de Chiapas, México. *Bosque (Valdivia)*, 36(3), 467–480. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300013>
- Herrera Valencia, W., Barbosa Sampaio, P. de T., & Gomes de Souza, L. A. (2010). Crecimiento inicial de Palo de Rosa (Aniba rosaeodora Ducke) en distintos ambientes de fertilidad. *Acta Amazonica*, 40(4), 693–698. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000400008>
- Kometter, R. (2019). Diagnóstico general, poblaciones naturales de Aniba rosaeodora Ducke "Palo Rosa". *Bio Modus Tropica*, 1–47. <https://n9.cl/pyf4o>
- Mallqui Espiritu, B. S. (2019). *Efecto del compost y tamaño de hoyo en el crecimiento inicial de Schizolobium amazonicum Huber. ex Ducke "Pino Chuncho" en suelos degradados* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1514>
- Medrado Krainovic, P. (2017). *Silvicultura de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke): Alometría, manejo e produção de óleo essencial na Amazônia Central* [Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA]. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/4995>
- Mera, M. K., Ramirez, R., & Leiva, E. I. (2017). Importancia de la hojarasca en el cultivo de cacao

(Theobroma cacao L.). *International Symposiumu Cocoa Research (ISCR)*, 13–17.

<https://n9.cl/z6sygr>

Queiroz Luz, J. M., Macedo Silva, S., Silva Soares, J., Camargo de Oliveira, R., Mayo Marques, M. O., & Facanali, R. (2016). Organic fertilization and composition of oregano essential oil. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 15(5), 301–314.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85647558003>

Rengifo Salgado, E., & Campos Pérez, J. (2007). *Perfil de plan de manejo de Palo de rosa (Aniba rosaeodora Ducke)* (Issue 1, pp. 1–33).

<http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1341.pdf>

Requejo, A. (2020). *Aceites Esenciales en Sinergia* (1st ed.). ExLibric.

Rios Escobar, L. K. (2016). *Producción y rendimiento de aceite de Aniba rosaeodora Ducke "Palo Rosa" en la localidad de Tamshiyacu, distrito de Fernando Lores, Loreto - Perú*. [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].

<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4336>

Rodríguez Balboa, P. C., González Rodríguez, H., Cantú Silva, I., Pando Moreno, M., Marmolejo Monsiváis, J. G., Gómez Meza, M. V., & Lazcano Cortez, J. (2019). Modelos de degradación de la hojarasca en bosques de encino y de pino en Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(55). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i55.548>

Rodríguez Pleguezuelo, C. R., Durán Zuazo, V. H., Muriel Fernández, J. L., & Franco Tarifa, D. (2011). Descomposición de hojarasca y reciclado del nitrógeno de frutales tropicales y subtropicales en terrazas de cultivo en la costa de Granada (SE España). *Comunicata Scientiae*, 2(1), 42–48.

<https://n9.cl/htx32>

Romero Mares, I. P. (2015). *Métodos de Diseño y Análisis de Experimentos* (pp. 1–26).

Departamento de Probabilidad y Estadística IIMAS UNAM.

http://sigma.iimas.unam.mx/patricia/disenos/notas/completamente_al_azar_1.pdf

Salcedo Pérez, E., Ruiz Blandon, B. A., Hernández Álvarez, E., González Cruz, R., Bernabé-Antonio, A., Orozco-Guareño, E., Ramírez-López, C. B., Hernández, J. A., & Delgado-Fornué, E. (2019). Propiedades del suelo y nitrógeno como indicadores del crecimiento en plantaciones comerciales de teca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(52), 34–54.

<https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i52.398>

Tarrillo Ruíz, J. (2019). *Ganancia genética esperada de Simarouba amara Aubl. (Marupa) en una plantación de la empresa Bosques Amazónicos, Ucayali, Perú* [Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4235>

Artículo Original / Original Article

Polvillo de arroz reemplazando al maíz y su influencia en el rendimiento productivo de pollos parrilleros

Influence of rice powder replacing corn on the productive performance of broiler chickens

Teodiste Panaifo-Andoa^{1*} ; William Celis-Pinedo¹ ; Roberto Alejandro Pacheco-Robles¹ ; José Virgilio Aguilar-Vásquez¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

El objetivo del ensayo fue determinar la influencia del polvillo de arroz reemplazando al maíz, sobre la producción de pollos de carne. Se utilizaron 192 pollos parrilleros machos de la línea Cobb de 21 días de edad, distribuidos en 12 corrales experimentales, correspondientes a tres tratamientos con cuatro repeticiones; los niveles de reemplazo del maíz por polvillo de arroz fueron de 0, 5 y 10%, los mismos que representaron a los tratamientos T0 (testigo), T1 y T2 respectivamente. Cada tratamiento tuvo 64 pollos y cada repetición 16. Se evaluó la influencia en el incremento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. Se encontró que el incremento de peso promedio/ave en el T0 fue de 1,65 en el T1 igual a 1,67kg y el T2 alcanzó 1,62 kg. En el consumo de alimento, los tratamientos T0, T1 y T2 lograron valores de 3,29 kg; 3,20 kg y 3,14 kg respectivamente. La conversión de alimento en promedio, kg de alimento/kg de pollo, en los tratamientos T0, T1 y T2 fue de 1,99; 1,92 y 1,94. El rendimiento de carcasa fue de 70,82%; 70,72% y 72,94% para T0, T1 y T2 respectivamente. Se concluye que, la inclusión de polvillo hasta un 10% en reemplazo del maíz en la dieta de pollos parrilleros no afectó el comportamiento productivo de las aves.

Palabras clave: carcasa; consumo de alimento; incremento de peso; mérito económico

ABSTRACT

The objective of the trial was to determine the influence of rice powder replacing corn, on the production of meat chickens. 192 male broiler chickens of the Cobb line of 21 days of age were used, distributed in 12 experimental pens, corresponding to three treatments with four repetitions; the replacement levels of corn by rice powder were 0, 5 and 10%, the same that represented treatments T0 (control), T1 and T2 respectively. Each treatment had 64 chickens and each repetition 16. The influence on weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield was evaluated. It was found that the average weight increase/bird in T0 was 1.65 in T1 equal to 1.67kg and T2 reached 1.62 kg. In food consumption, treatments T0, T1 and T2 achieved values of 3.29 kg; 3.20kg and 3.14kg respectively. The feed conversion in average, kg of feed/kg of chicken, in the treatments T0, T1 and T2 was 1.99; 1.92 and 1.94. The carcass yield was 70.82%; 70.72% and 72.94% for T0, T1 and T2 respectively. It is concluded that the inclusion of powder up to 10% in replacement of corn in the diet of broiler chickens did not affect the productive performance of the birds.

Keywords: carcass; food consumption; weight gain; economic merit

Cómo citar / Citation: Panaifo-Andoa, T., Celis-Pinedo, W., Pacheco-Robles, R. A. & Aguilar-Vásquez, J. V. (2022). Polvillo de arroz reemplazando al maíz y su influencia en el rendimiento productivo de pollos parrilleros. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(2), e20. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.20>

Recibido: 15/07/2022

Aceptado: 08/09/2022

Publicado: 20/10/2022

*Teodiste Panaifo-Andoa - tpanaifoandoa1994@gmail.com (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

Los egresos de la alimentación en la cría animal, especialmente en aves, representa aproximadamente al 70% del costo total de la producción, según lo indicado por Fawcett & Webster (1999), de ahí la necesidad de realizar investigaciones sobre el uso de insumos y subproductos locales como el polvillo de arroz, constituyendo una alternativa en la alimentación para reemplazar al maíz (Paredes A. & Risso, 2020); buscando de esta manera bajar el costo de las raciones, ya que los insumos de la zona cuestan menos en comparación a los conocidos tradicionalmente; condición que permitiría incrementar la rentabilidad del avicultor y bajar el precio de la carne de pollo en el mercado, haciendo accesible su consumo por la población de menores recursos (Alvarado Álvarez et al., 2018).

Los cambios en la alimentación han generado el uso de dietas eficientes que son aprovechadas por los pollos y para su elaboración requieren de una serie de insumos, algunos de ellos resultan escasos en los lugares que se desea criar, incrementando el costo de producción y convirtiéndose en un factor limitante para la producción avícola (Sugiharto & Ranjitkar, 2019).

El avicultor tiene retos por enfrentar, uno de ellos es el de optimizar las condiciones de producción y lograr el más bajo costo que permita mejorar el rendimiento muscular sin afectar el bienestar del ave (Altmann et al., 2020). Considerando que, el costo del alimento representa el mayor valor en la producción avícola, en este estudio se plantea una alternativa para incrementar el rendimiento productivo en la crianza de pollos con el uso de polvillo de arroz (*Oryza sativa* L.), para lograr una eficiente producción y a su vez lograr mayor rentabilidad.

El arroz después de ser cosechado y sometido a los procesos de molinería, produce varios subproductos como el polvillo, el afrecho, etc. Para Tinarelli (1989), los subproductos del arroz son los que provienen de una serie de capas celulares que rodean el endospermo; el polvillo de arroz se define como un subproducto de aspecto harinoso, suave y fibroso al tacto, constituido por el pericarpio, el tegumento, parte del grano, en polvo o en fragmentos, así como cascarilla (Larios-Saldana et al., 2005).

Debemos mencionar que el objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del polvillo de arroz reemplazando parcialmente al maíz sobre el rendimiento productivo de pollos parrilleros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio lo llevamos a cabo en el campus de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, situado en la ciudad y distrito de Yurimaguas de la región Loreto en el año 2019. Utilizamos un galpón de 16 m de largo x 5,5 m de ancho, que construimos con material noble; en su interior construimos 12 corrales experimentales de 4 m² de área cada uno, los materiales que utilizamos fueron listones de madera aserrada de 2 x 2" de espesor, x 2 m de largo. Contamos con 192 pollos parrilleros machos de la línea Cobb 500 de 21 días de edad.

Hasta los 21 días de edad, todos los pollos recibieron una dieta comercial de inicio con 23% de proteína y 3,000 Kcal/kg de energía metabolizable. Después de los 21 días, cuando iniciamos el experimento, y hasta los 42, las aves consumieron 3 dietas con diferentes niveles de polvillo de arroz

reemplazando al maíz, las mismas que suministramos *ad libitum* y ajustamos a los requerimientos nutricionales sugeridas por Rostagno et al. (2017) para pollos parrilleros con 19% de proteína y 3,500 Kcal/kg de energía metabolizable en todas las raciones. En la Tabla 1 mostramos la fórmula alimenticia y el valor nutricional de las raciones mencionadas.

Tabla 1.

Fórmula alimenticia y valor nutricional de las dietas del estudio

Ingrediente	Nivel de sustitución (%)		
	0	5	10
Harina de pescado	4,00	5,00	5,00
Torta de soya	21,61	20,51	19,91
Maíz Amarillo	68,10	64,70	61,30
Aceite vegetal	2,50	2,60	3,20
Carbonato de calcio	1,10	1,10	1,10
Fosfato monocálcico	0,80	0,80	0,80
Bicarbonato de sodio	1,00	1,00	1,00
Metionina	0,30	0,30	0,30
Polvillo de arroz	0,00	3,40	6,80
Cloruro de colina	0,20	0,20	0,20
Sal común	0,20	0,20	0,20
Coccidiostato	0,04	0,04	0,04
Premezcla vitamínica	0,10	0,10	0,10
Fungicida	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100
Nutrientes calculados			
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3,5	3,5	3,5
Nutrientes analizados¹			
Proteína (%)	20,88	19,58	19,05
Materia seca (%)	87,0	87,1	87,4
Ceniza (%)	5,3	5,4	5,0
Carbohidratos totales (%)	55,8	56,1	58,4
Energía (Kcal/100g)	352	357	355

Nota: ¹Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas, fertilizantes y alimentos.

Instituto de Cultivos Tropicales – Tarapoto.

Utilizamos tres tratamientos con cuatro repeticiones, un nivel diferente de polvillo de arroz reemplazando al maíz corresponde a un tratamiento; tratamiento testigo (T0): 0% de polvillo; tratamiento uno (T1): 5% de polvillo y tratamiento dos (T2): 10% de polvillo. Cada tratamiento tuvo 64 pollos y cada repetición 16. Un corral experimental representó a cada una de las cuatro repeticiones de los tratamientos (unidad experimental) que fueron asignados al azar.

Registramos el consumo promedio de cada tratamiento durante los 7 días de la semana, el mismo que constituyó el consumo semanal; mientras que el consumo acumulado lo obtuvimos mediante la suma de los consumos de las 3 semanas que duró la fase experimental. El instrumento de medición que utilizamos fue una balanza electrónica de 30 kg de capacidad y 5 g de precisión.

El incremento de peso semanal lo obtuvimos midiendo el peso corporal en la misma balanza que utilizamos en el cálculo del indicador anterior. Los datos que obtuvimos los procesamos en una hoja Excel, donde la diferencia del peso corporal de la semana actual menos el peso de la semana anterior constituyó el incremento de peso semanal; y el incremento acumulado lo obtuvimos sumando los incrementos de las semanas evaluadas. Determinamos la conversión alimenticia en promedio por pollo para cada tratamiento, medido en las unidades kg de alimento/kg por pollo. Registramos diariamente la mortalidad de las aves en los tratamientos con sus repeticiones, cuyos valores fueron representados en porcentaje por cada tratamiento.

Al final del ensayo sacrificamos al azar dos pollos por tratamiento, quitándoles las vísceras, plumas, entre otras partes no comestibles; luego pesamos toda la carcasa para determinar su rendimiento mediante la relación de regla de tres simples directa. Determinamos el mérito económico que significa la utilidad neta obtenida por cada pollo en promedio de cada tratamiento y es calculado por la diferencia entre los ingresos y egresos.

Para el análisis estadístico utilizamos el Diseño Completamente al Azar (DCA). Para la comparación entre las medias de los tratamientos aplicamos la prueba de Duncan ($p < 0,05$), procesados y analizados en el programa estadístico R.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El incremento de peso (kg/ave) mostrado en la Tabla 2, fue uniforme para todos los tratamientos en estudio, no encontrándose diferencias estadísticas ($p < 0,05$), correspondiendo para T0: 1,65 kg, T1: 1,67 kg y T2: 1,62 kg.

Tabla 2.

Índices zootécnicos de pollos parrilleros alimentados con diferentes niveles de reemplazo de polvillo de arroz

Medición	T0	T1	T2
Peso vivo inicial, kg/ave	0,75 ^{a1}	0,73 ^a	0,74 ^a
Peso vivo final, kg/ave	2,40 ^a	2,40 ^a	2,36 ^a
Incremento de peso, kg/ave	1,65 ^a	1,67 ^a	1,62 ^a
Consumo de alimento, kg/ave	3,29 ^a	3,20 ^a	3,14 ^a
Conversión Alimenticia, kg/kg	1,99 ^a	1,92 ^a	1,94 ^a
Rendimiento de carcasa, %	70,82	70,72	72,94
Mérito económico	0,95	1,16	1,05

Nota: Letras iguales no difieren estadísticamente $p < 0,05$.

Los resultados concuerdan con lo reportado por Berilo de Souza et al. (2007) y Luna González (2015), al no mostrar diferencia significativa en todos los tratamientos, pero son contradictorios a los reportados por Cordeiro (2015), debido a que encontró menor incremento de peso a mayor nivel de polvillo en las raciones. Según Rostagno et al. (2005), la composición química del polvillo de arroz es variable, dependiendo de la variedad del arroz y del tipo de procesamiento. Bajo esta consideración, los resultados contradictorios respecto a esta investigación, se debe posiblemente a los mayores niveles de fibra del polvillo utilizado por Cordeiro (2015), ya que altos niveles de fibra (polisacáridos

no amiláceos) disminuye la digestibilidad de los alimentos y absorción de nutrientes, especialmente en animales monogástricos, como es el caso de las aves (Souza de Brito et al., 2008; Ebling, 2014).

El consumo de alimento (kg/ave) durante el ensayo para los tratamientos 0, 1 y 2 fue de 3,29; 3,20 y 3,14 respectivamente, siendo similares entre sí y no habiendo diferencias estadísticas (Tabla 2); estos resultados coinciden con los encontrados por Berilo de Souza et al. (2007), quienes no encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en pollos, cuando fueron alimentados con niveles crecientes de polvillo de arroz. De la misma forma estos resultados son similares a los encontrados por Cordeiro (2015), reportando que el consumo de alimento disminuye conforme se incrementa el nivel de polvillo en las raciones.

La eficiencia en la utilización del alimento (kg/kg) fue estadísticamente similar $p < 0,05$, logrando así para cada tratamiento en estudio resultados cercanamente idénticos (Tabla 2), así para los T0, T1 y T2 fueron de 1,99; 1,92 y 1,94 respectivamente; estos resultados, son contradictorios a los encontrados por Cordeiro (2015), quien reporta que la conversión alimenticia desmejora conforme se incrementa el polvillo en el alimento de las aves.

Por otro lado, concordamos con los resultados encontrados por Vieira et al. (2007), quienes no encontraron conversiones adversas debido a la presencia del polvillo de arroz en las raciones. Los resultados de nuestro experimento, demuestran que los niveles de nutrientes calculados en las raciones atendieron a las necesidades nutricionales de las aves en las condiciones en que fue desarrollado el trabajo.

El mayor rendimiento de carcasa se obtuvo en T2=72,94%, seguido de los tratamientos T0=70,82% y T1=70,72% (Tabla 2). Este resultado era esperado, considerando que los tratamientos no afectaron la ganancia de peso y consecuentemente, el mismo peso y rendimiento de carcasa, y son concordantes con los reportados por Vieira et al. (2007), debido a que encontraron que el rendimiento de carcasa no fue afectado por el polvillo presente en las raciones.

Finalmente, observamos que las utilidades del rendimiento económico en cada tratamiento por pollo fueron mayores en los tratamientos con polvillo de arroz T1=1,16 soles y T2=1,05 soles, comparados con T0=0,95 soles; estos resultados se deben a que el polvillo de arroz es un ingrediente más barato en relación a algunos de los ingredientes que son utilizados en mayor proporción en la formulación de la ración como es el caso del maíz y la torta de soya. Por su parte, Cordeiro (2015) encontró resultados diferentes, en donde la eficiencia económica fue afectada cuando las aves consumieron niveles crecientes de polvillo de arroz.

CONCLUSIONES

La inclusión de polvillo de arroz hasta un 10% en reemplazo del maíz en la dieta de pollos parrilleros no afectó el rendimiento productivo, por lo que recomendamos futuras intervenciones experimentales con otras fórmulas alimenticias para pollos parrilleros.

FINANCIAMIENTO

Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 23-2018-UNAAA/CO.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Panaifo-Andoa, T., Celis-Pinedo, W. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Curación de datos: Panaifo-Andoa, T. y Celis-Pinedo, W.

Análisis formal: Pacheco-Robles, R. A. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Investigación: Panaifo-Andoa, T., Celis-Pinedo, W., Pacheco-Robles, R. A. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Metodología: Celis-Pinedo, W., Pacheco-Robles, R. A. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Supervisión: Celis-Pinedo, W. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Redacción-borrador original: Celis-Pinedo, W., Pacheco-Robles, R. A. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Redacción-revisión y edición: Celis-Pinedo, W. y Aguilar-Vásquez, J. V.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altmann, B. A., Wigger, R., Ciulu, M., & Mörlein, D. (2020). The effect of insect or microalga alternative protein feeds on broiler meat quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(11), 4292–4302. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10473>
- Alvarado Álvarez, H. J., Guerra Casas, L. D., Vázquez Montes de Oca, R., Ceró Rizo, Á. E., Gómez Villalva, J. C., & Gallón Valverde, E. (2018). Comportamiento de indicadores productivos en dos líneas de hembras Broilers con dos sistemas de alimentación en condiciones ambientales del trópico. *Revista de Producción Animal*, 30(3), 6–12. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202018000300002
- Berilo de Souza, B. J., Irineo, Z., Pinto de Toledo, G. S., Gonçalves Xavier, E., Alves Vieira, T., Campos Gonçalves, E., Brum, H., & Siqueira de Oliveira, J. L. (2007). Dietas para frangos de corte contendo quirera de arroz. *Ciência Rural*, 37(5), 1423–1429. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000500032>
- Cordeiro, J. (2015). *Farelo de arroz integral em dietas de frango para corte* [Universidad Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/156647>
- Ebling, P. D. (2014). *Arroz e proteína isolada de soja em dietas pré-iniciais para frangos de corte* [Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <http://hdl.handle.net/10183/109686>
- Fawcett, R. H., & Webster, M. (1999). Variabilidade de alimento e dos ingredientes do alimento: impacto na performance de frangos e corte e lucro. *I Simpósio Internacional ACAV*, 59–68. <https://silo.tips/download/variabilidade-de-alimento-e-dos-ingredientes-do-alimento-impacto-na-performance>

- Larios-Saldana, A., Porcayo-Calderon, J., & Poggi-Varaldo, H. M. (2005). Obtención de una harina de pulido de arroz desengrasado con bajo contenido de fibra neutro detergente. *Interciencia*, 30(1), 29–32. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442005000100006&script=sci_abstract
- Luna González, C. R. (2015). *Uso de polvillo de arroz con adición de complejo multienzimático, en dietas de aves de postura comercial* [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/1153>
- Paredes A., M., & Risso, A. L. (2020). Efectos de la inclusión dietaria de harina de alfalfa sobre rendimiento productivo, carcasa y peso de órganos digestivos y linfoides del pollo de engorde tipo orgánico. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2), 1–11. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17846>
- Rostagno, H. S., Teixeira Albino, L. F., Hannas, E. I., Lopes Donzele, J., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Lobão Teixeira, M., Borges Rodrigues, P., De Oliveira, R. F., De Toledo Barreto, S. L., & Oliveira Brito, C. (2017). Tabelas brasileiras para aves e suínos. In *Composição de alimentos e exigências nutricionais* (4th ed., p. 488). Departamento de Zootecnia.
- Rostagno, H. S., Teixeira Albino, L. F., Lopes Donzele, J., Gomes, P. C., De Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Soares Ferreira, A., & De Toledo Barreto, S. L. (2005). Tabelas brasileiras para aves e suínos. In *Composição de alimentos e exigências nutricionais* (2nd ed., p. 186). Departamento de Zootecnia.
- Souza de Brito, M., Santos de Oliveira, C. F., Gomes da Silva, T. R., Barbosa de Lima, R., Normando Moraes, S., & Vilar da Silva, J. H. (2008). Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, 2(4), 111–117. <https://doi.org/10.21708/avb.2008.2.4.917>
- Sugiharto, S., & Ranjitkar, S. (2019). Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. *Animal Nutrition*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.11.001>
- Tinarelli, A. (1989). *El arroz* (2nd ed.). Mundi - Prensa.
- Vieira, A. R., Bôa-Viagem Rabello, C., Mohaupt Marques Ludke, M. D. C., Moreira Dutra Júnior, W., Torres, D. M., & Batista Lopes, J. (2007). Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 29(3), 267–275. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v29i3.554>

Artículo Original / Original Article

Respuesta productiva e integridad intestinal de cuy (*Cavia porcellus* L.) alimentados con forraje de maíz (*Zea mays* L.) inoculado con microorganismos eficientes

Productive response and intestinal integrity of guinea pig (*Cavia porcellus* L.) fed Maize (*Zea mays* L.) forage inoculated with efficient microorganisms

Juvenal Napuchi-Linares^{1*} ; Christian Roker Flores-Guerra¹ ; José Virgilio Aguilar-Vásquez¹ ; William Celis-Pinedo¹ ; Jorge Cáceres-Coral¹ ; Laura Acosta-Mendoza¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

La producción pecuaria pretende lograr mayor productividad, utilizando insumos en la alimentación de especies que sean cultivadas con el menor impacto para el medio ambiente. Determinamos la mejor respuesta productiva e integridad intestinal de cuyes alimentados con forraje de maíz inoculado con microorganismos eficientes. Empleamos 48 cuyes (24 machos y 24 hembras), de 50 días de edad, de la raza Perú con peso vivo promedio de 450 – 550g. Evaluamos el consumo de ración (g), incremento de peso (g), conversión alimenticia, longitud de vellosidad intestinal (μm) y profundidad de la cripta (μm). Los cuyes machos obtuvieron el mayor consumo ración (449 g), el mayor ($P<0,05$) incremento de peso (746,3 g) y la mejor conversión alimenticia (0,6). Además, registraron la mayor longitud de vellosidad intestinal (0,507 μm) y profundidad de la cripta (0,141 μm). El tratamiento con forraje de maíz inoculado con bacterias rizosféricas B5 y SMN3 obtuvo el mayor incremento de peso (736 g). La conversión alimenticia más eficiente la evidenció el forraje de maíz sin inoculación de bacterias benéficas (0,57). Además, este forraje registró una mayor profundidad de la cripta.

Palabras clave: alimentación; bacterias rizosféricas; cuyes; forraje de maíz

ABSTRACT

Livestock production aims to achieve greater productivity, using inputs in the feeding of species, which are cultivated with the least impact on the environment. The objective was to determine the best productive response and intestinal integrity of guinea pigs fed corn forage inoculated with efficient microorganisms. Forty-eight guinea pigs (24 males and 24 females), 50 days old, of the Peru breed with an average live weight of 450-550g were used. Ration consumption (g), weight gain (g), feed conversion, intestinal villus length (μm) and crypt depth (μm) were evaluated. The male guinea pigs obtained the highest ration consumption (449 g), the highest ($P<0.05$) weight gain (746.3 g) and the best feed conversion (0.6). In addition, they recorded the greatest intestinal villus length (0.507 μm) and crypt depth (0.141 μm). The treatment with maize forage inoculated with rhizospheric bacteria B5 and SMN3 obtained the highest weight increase (736 g). The most efficient feed conversion was evidenced by corn forage without inoculation of beneficial bacteria (0.57). In addition, this forage recorded a greater depth of the crypt.

Keywords: feeding; rhizospheric bacteria; guinea pigs; corn fodder

Cómo citar / Citation: Napuchi-Linares, J., Flores-Guerra, C. R., Aguilar-Vásquez, J. V., Celis-Pinedo, W., Cáceres-Coral, J. & Acosta-Mendoza, L. (2022). Respuesta productiva e integridad intestinal de cuy (*Cavia porcellus* L.) alimentados con forraje de maíz (*Zea mays* L.) inoculado con microorganismos eficientes. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(2), e21. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.21>

1. INTRODUCCIÓN

Recibido: 18/07/2022

Aceptado: 03/09/2022

Publicado: 20/10/2022

*Juvenal Napuchi-Linares - jnapuchi@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

La región Loreto se caracteriza por la escasa tecnología local disponible para producir cuyes con alto valor biológico, donde la calidad del filete esté libre de restos de agroquímicos y otras sustancias nocivas para la salud humana. Es conocido que el uso de altos niveles de fertilizantes químicos, herbicidas y pesticidas tendientes a incrementar la producción agrícola, producen contaminación ambiental; muchos de los cultivos son destinados a la alimentación animal, quienes ingieren los residuos tóxicos de dichos agroquímicos y a través de la cadena alimenticia finalmente es el hombre.

Diferentes estudios revelan que la presencia de diversos compuestos puede resultar perjudicial para la salud, como lo expresan Montti et al. (2013), quienes encontraron restos de pesticidas en frutos de cítricos, mientras que Pernía et al. (2015) encontraron cadmio y plomo en muestras de leche de vaca; para el caso del plomo la concentración fue de 272 veces más de los niveles permitidos; es entendido que estas sustancias nocivas llegan al ser humano cuando se alimenta con productos de origen animal o vegetal que portan estos compuestos; al respecto Waliszewski et al. (2008) encontraron plaguicidas organoclorados en el tejido adiposo de humanos en México.

Por otra parte, los cuyes al ser herbívoros, se alimentan casi exclusivamente de pasto, y en Alto Amazonas - Loreto no existe reportes científicos sobre metodologías de producción de forrajes de maíz, que sean limpias y que sustituyan el uso de agroquímicos; con los microorganismos eficientes del suelo por ejemplo, ya que estos son importantes debido a que permiten disminuir el uso de fertilizantes y pesticidas (Rodríguez-Hernández et al., 2020), pues tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, descomponer residuos orgánicos, así como aporte de vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas (Puente Flores et al., 2016); estas características de los microorganismos pueden incrementar la producción de forraje de maíz, mejorar su valor nutricional y por ende mejorar la respuesta productiva de los cuyes cuando son alimentados con forraje de maíz inoculado con microorganismos eficientes.

En el presente estudio determinamos la respuesta productiva e integridad intestinal de cuyes alimentados con forraje de maíz inoculado con microorganismos eficientes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

Desarrollamos la investigación en las instalaciones del campus universitario de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, con sede en la ciudad de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto. La ciudad de Yurimaguas se ubica entre las coordenadas geográficas de 5°53'43.26" latitud sur y 76°6'15.3" longitud oeste y en coordenadas UTM 9348243 377763 18M1, con una temperatura que varía entre los 22 a 34°C y una precipitación pluvial anual de 2,400 mm.

2.2. Instalaciones y equipos

Realizamos el proceso de crianza en jaulas de madera divididas en dos partes. Estas fueron instaladas en un galpón con un área construida de 20 m² de material noble y rodeada de malla de alambre que nos permitió tener buena ventilación. Para la alimentación e hidratación de los animales empleamos comederos y bebederos de cerámica de forma redondeada, con una capacidad de 250 g de forraje

y 200 ml de agua. Efectuamos el pesaje del forraje suministrado y el peso de los animales con una balanza de 5 kg de capacidad con aproximación de 0,1 g.

2.3. Animales Experimentales

Adquirimos los cuyes en la región San Martín, seleccionamos ejemplares hembras y machos con 21 días de destete, verificamos los registros de reproducción y libres de anomalías físicas. Después de la selección, los trasladamos en jaulas a la ciudad de Yurimaguas y las dirigimos al campus de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas para iniciar el estudio. Previamente, preparamos el galpón para estar en condiciones óptimas, desinfectando con todas las normas de seguridad.

2.4. Obtención de los microorganismos eficientes

Adquirimos los microorganismos eficientes del laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM). Los microorganismos aislados fueron bacterias rizosféricas (cepas SMN3 y B5) de cultivos de maíz de la región San Martín, en base al estudio de sus propiedades microbiológicas y bioquímicas de promoción de crecimiento vegetal realizado por investigadores de la UNSM en el marco del proyecto "Potencial biotecnológico de bacterias promotoras de crecimiento vegetal aisladas de cultivos de maíz (*Zea mays* L.), en la región San Martín" y que ahora se encuentran preservadas en el banco de cepas de bacterias de la UNSM.

2.5. Inoculación de semillas de maíz con cepas de bacterias benéficas

Para la producción de bioinoculantes, obtuvimos frascos conteniendo medio Tryptic Soy Broth (TSB) con cada una de las cepas en forma individual a razón de 10^9 células ml^{-1} . Agregamos una solución de goma xantana y almidón (soporte líquido), en una proporción del 30% a cada uno de los recipientes. Los contenidos de los frascos compuestos por las cepas y el soporte líquido, se constituyeron en los bioinoculantes.

2.6. Instalación de parcelas para obtención de biomasa de plantas de maíz

Preparamos parcelas en condiciones de campo para la siembra del maíz, uniformizando el terreno, además de corregir su estado nutricional, previo análisis del suelo. Instalamos 4 áreas, una de ellas sirvió para la siembra de maíz conteniendo la cepa B5, otra para la siembra de maíz conteniendo la cepa SNM3 y otra para la siembra de maíz conteniendo la unión de las dos cepas (B5 + SNM3). En la cuarta área sembramos maíz sin inóculo, como control. Sembramos el maíz en líneas a un distanciamiento de 20 cm por golpe y entre líneas 30 cm. Sembramos 2 semillas por golpe. Realizamos el periodo de corte de las plantas entre 15 a 20 días después de la siembra. A fin de contar con biomasa permanente durante 2 meses, tiempo que fueron alimentados los cuyes con las plantas, la siembra y cuidado de las parcelas fueron permanentes.

2.7. Tratamientos

Desarrollamos la fase experimental en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, cada tratamiento estuvo conformado por un total de 12 cuyes. Hicimos la distribución de los animales a sus respectivos tratamientos de forma aleatoria, quedando de la siguiente manera:

Tratamiento 1: Forraje de maíz sin inóculo de bacterias benéficas.

Tratamiento 2: Forraje de maíz inoculado con bacteria Rizosféricas B5.

Tratamiento 3: Forraje de maíz inoculado con bacteria Rizosféricas SMN3.

Tratamiento 4: Forraje de maíz inoculado con bacterias Rizosféricas SMN3 y B5.

2.8. Diseño muestral

La población total fue de 48 cuyes. Para la determinación del rendimiento productivo evaluamos a todos los animales en estudio, en tanto que para la evaluación de la integridad intestinal tomamos un cuy al azar de cada unidad experimental.

2.9. Técnicas de recolección de datos para la obtención de los microorganismos eficientes

Para la colección de los datos del presente estudio evaluamos los siguientes parámetros:

Consumo de alimento

Medimos el consumo de alimento de forma diaria para conocer la cantidad de alimento consumido, pesamos la cantidad de alimento ofertado y la cantidad de alimento residual, es decir, la cantidad de alimento no consumido durante el día anterior, realizamos los pesajes a las 6 am de cada día. Realizamos el cálculo restando la cantidad de alimento ofertado menos la cantidad de alimento no consumido.

Incremento de peso

Obtuvimos la ganancia media diaria de peso de los cuyes por semana, para cada tratamiento; para la obtención de la ganancia media diaria de peso se empleó la siguiente fórmula:

Ganancia media diaria (g/cuy/día) = (Peso actual – peso semana anterior) / 7 días.

Conversión alimenticia

Para determinar la conversión alimenticia calculamos la cantidad de alimento promedio consumido por cuy entre la ganancia de peso promedio por cuy.

Conversión Alimenticia = Consumo de alimento / Ganancia de peso.

Integridad intestinal

Para el desarrollo de la evaluación de la integridad intestinal sacrificamos un animal al azar por cada repetición al término del experimento, recolectamos un segmento del intestino delgado (2 cm), ubicado en el punto medio del yeyuno, tomando como referencia la parte inicial del yeyuno a nivel de la desembocadura del conducto biliar y la parte final del yeyuno en la unión yeyuno-íleon, a nivel del divertículo de Meckel; colocamos cada muestra en formol bufferado al 10% durante 48 horas y, enviamos al laboratorio de patología responsable de la realización del análisis respectivo. Hicimos las mediciones siguiendo el protocolo de evaluación indicado por Shiva et al. (2012), tomando el promedio de 10 vellosidades. Hicimos las mediciones de altura de vellosidad y profundidad de cripta a un aumento de 10x. Con los resultados calculamos la relación altura de vellosidad con profundidad de cripta.

2.10. Técnicas estadísticas para el procesamiento de los datos

Aplicamos el diseño bloque completo al azar (DBCA), seleccionamos los cuyes de manera aleatoria para cada tratamiento donde fueron alimentados con el forraje de maíz. Conformamos el proceso experimental por bloques de cuyes machos y cuyes hembras.

Realizamos la prueba de Duncan y obtuvimos diferencia estadística significativa entre tratamientos $P < 0,05$. Esta prueba, también conocida como la prueba de rango múltiple disponible, es un método con una naturaleza secuencial que busca las diferencias significativas mínimas de las medias de cada tratamiento. Este trabajo de investigación con diseño experimental, estuvo conformado por 4 tratamientos, 4 repeticiones; cada tratamiento tuvo 12 cuyes, mientras que las repeticiones estuvieron conformadas de 3 cuyes. Todos los datos han sido procesados en el software estadístico SPSS y los resultados se presentan mediante tablas.

3. RESULTADOS

3.1. Consumo de ración

El mayor consumo de ración, lo reportaron los cuyes machos (449 g) (Tabla 1). Sin embargo, estos resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre ambos sexos ($P < 0,05$).

Por otro lado, el tratamiento que registró el mayor consumo de alimento fue el T2 con forraje de maíz inoculado con bacterias Rizosféricas B5 (509,8 g). Cabe mencionar, que los reportes no evidencian significancia estadística ($P < 0,05$) en el consumo de alimento entre los tratamientos.

Tabla 1.

Efecto del sexo y cuatro tipos de forrajes de Maíz, sobre la respuesta productiva de Cuyes

Factores	Consumo de ración (g)	Incremento de peso (g)	Conversión alimenticia
Sexo			
Hembras	425,2	639,8 a	0,60
Machos	449,0	746,3 b	0,67
Forrajes			
Forraje de Maíz sin bacterias Rizosféricas (T1)	374,9	650,4	0,57
Forraje de Maíz con bacterias Rizosféricas B5 (T2)	420,6	687,9	0,61
Forraje de Maíz con bacterias Rizosféricas SMN3 (T3)	442,9	736,0	0,62
Forraje de Maíz con bacterias Rizosféricas B5 y SMN3 (T4)	509,8	697,7	0,74

Nota: a y b letras desiguales dentro de columnas y grupo de factores indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

3.2. Incremento de peso

En este estudio, los cuyes machos registraron el mayor incremento de peso (746,3 g) (Tabla 1); estos datos demostraron que sí existe diferencias estadísticas significativas entre ambos sexos ($P < 0,05$). En

cambio, el tratamiento que reportó el mayor incremento de peso, fue el T4 con forraje de maíz inoculado con bacterias Rizosféricas SMN3 y B5 (736 g); los reportes no muestran diferencias significativas ($P < 0,05$) para el incremento de peso entre tratamientos.

3.3. Conversión alimenticia

La mejor conversión alimenticia lo reportaron los cuyes machos (0,6) (Tabla 1); pero no se encontró significancia estadística entre ambos sexos ($P < 0,05$).

Por otra parte, la conversión alimenticia más eficiente, la registró el tratamiento T1 (0,57), con forraje de maíz sin inóculo de bacterias benéficas. Es importante recalcar, que no existe diferencia significativa ($P < 0,05$) en la conversión alimenticia entre los tratamientos.

3.4. Longitud de vellosidad intestinal

La mayor longitud de vellosidad intestinal lo registraron los cuyes machos (0,507 μ m) (Tabla 2). Asimismo, el tratamiento T2, con cuyes alimentados con forraje de Maíz inoculadas con bacterias Rizosféricas B5 (0,531 μ m).

Tabla 2.

Efecto del sexo y cuatro tipos de forrajes de Maíz, sobre la integridad intestinal de Cuyes

Factores	Longitud de vellosidad intestinal (μm)	Profundidad de la Cripta (μm)
Sexo		
Hembras	0,339	0,121
Machos	0,507	0,141
Forrajes		
Forraje de Maíz sin bacterias Rizosféricas (T1)	0,455	0,168
Forraje de Maíz con bacterias Rizosféricas B5 (T2)	0,531	0,145
Forraje de Maíz con bacterias Rizosféricas SMN3 (T3)	0,462	0,125
Forraje de Maíz con bacterias Rizosféricas B5 y SMN3 (T4)	0,512	0,160

3.5. Profundidad de la cripta

Los cuyes machos obtuvieron una mayor profundidad de la cripta (0,141 μ m) (Tabla 2). Del mismo modo, lo hicieron los cuyes alimentados con el tratamiento T1, cuya dieta consistió en forraje de maíz sin la inoculación de bacterias Rizosféricas (0,168 μ m).

4. DISCUSIÓN

El mayor consumo de ración, registrado por los cuyes machos, coincide con los encontrados por Sánchez Laiño et al. (2009), quienes evaluaron el efecto del follaje de maíz y otras gramíneas más

concentrado, sobre el sexo, en la etapa de engorde de los cuyes, reportando que los cuyes machos registraron mayor consumo de alimento (5292,7 g) en comparación con las hembras.

Por otro lado, los valores de mayor consumo para el tratamiento T2 quizá podría deberse a la mejor calidad del forraje, respecto a los otros; ya que las bacterias rizosféricas actúan permitiendo un aumento en la absorción de nutrientes y minerales solubles por parte de la planta (Stringlis et al. 2018); todo ello, sustentado en que los animales preferirán en primer lugar aquellos alimentos que tengan un mayor valor nutricional, tal como lo afirma Stephens et al. (2008).

El mayor incremento de peso logrado por los cuyes machos concuerda con los hallazgos de Sánchez Laiño et al. (2009), que al evaluar el efecto del follaje de maíz y otras gramíneas de mayor concentración, sobre el sexo, en la etapa de engorde de los cuyes, muestran que los cuyes machos evidenciaron mayor ganancia de peso (484,9 g) en relación a las hembras. Este mayor incremento de peso de los cuyes machos, podría deberse a la consecuencia del mayor consumo de ración por parte de los mismos, registrados en la presente investigación.

Por otra parte, el reporte del mayor incremento de peso con el T4, resulta superior a los encontrados por Sánchez Laiño et al. (2009), quienes evaluaron el efecto de las gramíneas tropicales sobre el engorde de cuyes mejorados, obteniendo un incremento de peso de 682,6 g, para el tratamiento con follaje de maíz más balanceado.

La mejor conversión alimenticia registrados por los cuyes machos concuerda con el reporte de Sánchez Laiño et al. (2009), quienes evaluaron el efecto del follaje de maíz y otras gramíneas de mayor concentración, sobre el sexo, en la etapa de engorde de los cuyes, encontrando que la mejor conversión alimenticia lo obtuvieron los cuyes machos (11,57) comparados con las hembras. Además, los resultados de la mejor conversión alimenticia para el T1, son coincidentes con lo evidenciado por Sánchez Laiño et al. (2009), que, al evaluar el efecto de las gramíneas tropicales sobre el engorde de cuyes mejorados, obtuvieron la conversión alimenticia más eficiente (10,7) con el tratamiento con follaje de maíz más balanceado. Esto debido posiblemente a la buena calidad del alimento ofrecido.

CONCLUSIONES

Con respecto a la respuesta productiva, los cuyes machos registraron el mayor consumo de ración e incremento de peso. Además, evidenciaron una mejor conversión alimenticia. Los cuyes alimentados con forraje de maíz con inoculación de bacterias Rizosféricas B5, registraron el mayor consumo de alimento.

El mayor incremento de peso, lo obtuvieron los cuyes cuya dieta fue a base de forraje de maíz inoculado con bacterias Rizosféricas B5 y SMN3. La conversión alimenticia más eficiente, fue logrado por los cuyes del tratamiento que consistió en una alimentación con forraje de maíz sin la inoculación de bacterias benéficas.

En lo referente a la integridad intestinal, la mayor longitud de vellosidad intestinal y mayor profundidad de la cripta, fue obtenido por los cuyes machos. Los cuyes cuya dieta fue a base de forraje de maíz inoculado con bacterias Rizosféricas B5, fueron los que registraron una mayor

longitud de vellosidad intestinal. La mayor profundidad de la cripta, lo obtuvieron los cuyes del tratamiento a base de forraje de maíz sin inoculación de bacterias Rizosféricas.

FINANCIAMIENTO

Esta investigación fue financiada por la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 131-2021-UNAAA/CO.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Napuchi-Linares, J., Flores-Guerra, C. R., Aguilar-Vásquez, J. V., Celis-Pinedo, W., Cáceres-Coral, J. y Acosta-Mendoza, L.

Curación de datos: Napuchi-Linares, J., Flores-Guerra, C. R. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Análisis formal: Celis-Pinedo, W., Cáceres-Coral, J. y Acosta-Mendoza, L.

Investigación: Napuchi-Linares, J., Flores-Guerra, C. R. y Aguilar-Vásquez, J. V.

Metodología: Celis-Pinedo, W., Cáceres-Coral, J. y Acosta-Mendoza, L.

Supervisión: Napuchi-Linares, J., Flores-Guerra, C. R., Aguilar-Vásquez, J. V., Celis-Pinedo, W., Cáceres-Coral, J. y Acosta-Mendoza, L.

Redacción-borrador original: Napuchi-Linares, J., Flores-Guerra, C. R., Aguilar-Vásquez, J. V., Celis-Pinedo, W., Cáceres-Coral, J. y Acosta-Mendoza, L.

Redacción-revisión y edición: Napuchi-Linares, J., Flores-Guerra, C. R., Aguilar-Vásquez, J. V., Celis-Pinedo, W., Cáceres-Coral, J. y Acosta-Mendoza, L.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Montti, M. I., Visciglio, S. B., Raviol, F. H., Subovich, G. E., & Munitz, M. S. (2013). Incidencia de la carga inicial de pesticidas en fruta sobre los niveles residuales en aceites esenciales cítricos. *Ciencias Exactas y Naturales*, 24(47), 187–218.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162013000200008

Pernía, B., Mero, M., Bravo, K., Ramírez, N., López, D., Muñoz, J., & Egas, F. (2015). Detección de cadmio y plomo en leche de vaca comercializada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, 8(2), 81–86.

<https://revistas.ug.edu.ec/index.php/cna/article/view/221>

Puente Flores, M., Rodríguez Herrera, S., Gayosso Barragan, O., Mendoza Villarreal, R., & Oyervides García, A. (2016). Inoculación de bacterias diazotroficas en Genotipos de Maíz Forrajero. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3(4), 37–44.

<http://www.reibci.org/publicados/2016/ago/1700104.pdf>

Rodríguez-Hernández, M. G., Gallegos-Robles, M. Á., Rodríguez-Sifuentes, L., Fortis-Hernández, M., Luna-Ortega, J. G., & González-Salas, U. (2020). Cepas nativas de *Bacillus spp.* como una

alternativa sostenible en el rendimiento de forraje de maíz. *Revista Terra Latinoamericana*, 38(2), 313–321. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.690>

Sánchez Laiño, A., Díaz Ocampo, R., Vega Pastuña, N., Godoy Becerra, S., & Sánchez Gallardo, S. (2009). Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia Porcellus* Linnaeus) en la zona de la maná. *Ciencia y Tecnología*, 2(1), 25–28. <https://doi.org/10.18779/cyt.v2i1.78>

Shiva, C., Bernal, S., Sauvain, M., Caldas, J., Kalinowski, J., Falcón, N., & Rojas, R. (2012). Evaluación de aceite esencial de oregano (*Origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*Zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 23(2), 160–170. <https://doi.org/10.15381/rivep.v23i2.896>

Stephens, D. W., Brown, J. S., & Ydenberg, R. C. (2008). *Foraging: Behavior and Ecology*. Ilustrada.

Stringlis, I. A., Proietti, S., Hickman, R., Van Verk, M. C., Zamioudis, C., & Pieterse, C. M. J. (2018). Root transcriptional dynamics induced by beneficial rhizobacteria and microbial immune elicitors reveal signatures of adaptation to mutualists. *The Plant Journal*, 93(1), 166–180. <https://doi.org/10.1111/tpj.13741>

Waliszewski, S. M., Herrero Mercado, M., & Cantú Martínez, P. C. (2008). Tejido adiposo: indicador de la contaminación por Plaguicidas organoclorados. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 9(2), 2–6. <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/215>

Artículo Original / Original Article

Efecto de Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y Nudillo (*Brachiaria mutica*) en el rendimiento productivo de cuyes mejorados en la etapa de recría

Effect of Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) and Nudillo (*Brachiaria mutica*) on the productive performance of improved guinea pigs in the rearing stage

José Virgilio Aguilar-Vásquez^{1*} ; Alonso Ramírez-García¹ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

RESUMEN

El objetivo del ensayo fue evaluar el efecto de Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y Nudillo (*Brachiaria mutica*) en el rendimiento productivo de cuyes mejorados en la etapa de recría. Se evaluaron cuatro tratamientos, T1: 100% Nudillo; T2: 75% Nudillo y 25% Centrosema; T3: 25% Nudillo y 75% Centrosema y T4: 100% Centrosema, utilizándose 32 cuyes machos y hembras que fueron distribuidos bajo el Diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2 (sexo) por 4 (tratamiento). Se encontró diferencias ($P<0,05$) para los incrementos de peso entre tratamientos siendo T3 (482,88 g) y T2 (442,88 g) semejantes entre sí y diferentes con T1 (388,37 g) y T4 (257,25 g), con relación a sexos, también se encontró diferencias ($P<0,01$) siendo el macho (422,19 g) superior a la hembra (363,50 g), asimismo se encontró diferencia ($P<0,01$) para la conversión alimenticia acumulada entre tratamientos siendo T3 (5,47) mejor a T2 (6,53), T1 (7,64) y T4 (8,61); del mismo modo se encontró diferencias ($P<0,05$) entre sexos siendo el macho (6,54) superior a la hembra (7,14). La alimentación de cuyes en la etapa de recría con combinaciones de gramínea y leguminosa reportó mejores resultados, lo que constituye una buena opción de alimentación de estos animales.

Palabras clave: conversión alimenticia; gramínea; incremento de peso; leguminosa; sexo

ABSTRACT

The objective of the trial was to evaluate the effect Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) and Nudillo (*Brachiaria mutica*) on the productive performance of improved guinea pigs in the rearing stage. Four treatments were evaluated, T1: 100% Nudillo; T2: 75% Nudillo and 25% Centrosema; T3: 25% Nudillo and 75% Centrosema and T4: 100% Centrosema, using 32 male and female guinea pigs that were distributed under a completely randomized block design with a factorial arrangement of 2 (sex) by 4 (treatment). Differences ($P<0.05$) were found for weight gains between treatments, with T3 (482.88 g) and T2 (442.88 g) similar to each other and different with T1 (388.37 g) and T4 (257 g). .25 g), in relation to sexes, differences were also found ($P<0.01$) being the male (422.19 g) superior to the female (363.50 g), also a difference was found ($P<0, 01$) for the cumulative feed conversion between treatments, with T3 (5.47) being better than T2 (6.53), T1 (7.64) and T4 (8.61); similarly, differences ($P<0.05$) were found between the sexes, with the male (6.54) being superior to the female (7.14). Feeding guinea pigs in the rearing stage with combinations of grass plus legumes reports better results, which is a good feeding option for these animals.

Keywords: feed conversion; grass; Increased weight; legume; sex

Cómo citar / Citation: Aguilar-Vásquez, J. V. & Ramírez-García, A. (2022). Efecto de Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y Nudillo (*Brachiaria mutica*) en el rendimiento productivo de cuyes mejorados en la etapa de recría. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(2), e18. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.18>

Recibido: 11/07/2022

Aceptado: 05/09/2022

Publicado: 20/10/2022

*José Virgilio Aguilar-Vásquez - jaguilar@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú la crianza de cuyes ha tenido un desarrollo notable, cumpliendo un importante papel social por su aporte nutricional que soluciona en parte el déficit de alimentos proteicos de origen animal en la dieta diaria del consumidor (Ortiz-Oblitas et al., 2021).

En la Amazonía Peruana, el cuy se presenta como una alternativa para continuar supliendo este déficit proteico en la dieta humana, con características como rusticidad, prolificidad y habilidad para utilizar residuos de cocina y subproductos agrícolas, y de esta manera producir carne de alto valor nutritivo (Cárdenas Villanueva, 2018), poniéndole en ventaja frente a especies que requieren alimentos que en muchos casos podrían ser utilizados directamente por el hombre (Cruz et al., 2021).

La gran diversidad y disponibilidad de forrajes existentes en la zona, ofrecen alternativas para la alimentación del cuy, tales como Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) (Cuibin et al., 2020), Amasisa (*Erythrina* sp.) (Rodrigo-Condori et al., 2020), Nudillo (*Brachiaria mutica*), etc., haciendo más atractiva la crianza de esta especie, debido al bajo costo que representa su instalación y mantenimiento (López A. et al., 2018).

El 96,8% de cuyes criados en la zona de Yurimaguas son bajo el sistema familiar tradicional, con un promedio de 27,5 cuyes criollos por criador, pesos de 661,7 g a los 90 días de edad; 1,9 crías por parto; 4,3 partos al año; con una alimentación en 77,4% de forraje más desperdicios de cocina (Cantaro Segura et al., 2021). Bajo este contexto, debemos mencionar que la alimentación de cuyes mejorados con forraje de la zona, constituye una alternativa viable para los sistemas de producción familiar (Huamaní Ñ. et al., 2016).

Bajo este panorama, el objetivo de nuestro trabajo fue evaluar el efecto de Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) y Nudillo (*Brachiaria mutica*) en el rendimiento productivo de cuyes mejorados en la etapa de recría.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Realizamos el estudio en las instalaciones del Centro Ganadero Yurimaguas, de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, ubicado en el Kilómetro 17 de la carretera Yurimaguas - Tarapoto, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto, a una altitud de 180 m.s.n.m., 5° 45' Latitud Sur y 76° 05' Longitud Oeste, con una temperatura promedio anual de 26°C y precipitación pluvial promedio de 2200 mm/año.

Condujimos el experimento en un galpón (30 m largo x 6 m ancho x 2 m de alto) con techo de crisnejas de Irapay y muro cerrado con tablas de madera contando con ventanas laterales para asegurar la luminosidad y ventilación.

Empleamos dos jaulas de madera con 2 m de largo x 0,90 m de ancho x 0,85 m de altura, el piso fue de malla tipo cocada de ½ pulgada, con divisiones que median 0,50 m de largo x 0,45 m de ancho x 0,45 m de alto, alojando dos animales cada una. En cada división colocamos un comedero de madera colocando el forraje en la parte superior. Para registrar los pesos de los animales y el alimento, utilizamos una balanza de 2 kg de capacidad con 1 g de sensibilidad.

Utilizamos una estufa eléctrica para determinar el porcentaje de materia seca de los forrajes; obteniéndose muestras de los mismos, a los cuales se les tomó el peso fresco, luego llevamos hacia la estufa eléctrica durante 24 h a una temperatura de 105 °C; posterior a este proceso tomamos el peso seco y por diferencia del mismo obtuvimos la cantidad de contenido seco de los forrajes.

Empleamos 16 cuyes machos y 16 cuyes hembras mejoradas de cinco semanas de edad en promedio, procedentes de una granja particular de la ciudad de Lima. Sometimos los cuyes a un proceso de adaptación por 15 días al ambiente, alimentación y manejo. Luego los agrupamos en bloques por sexo, dentro de cada bloque distribuimos los cuyes aleatoriamente entre los cuatro tratamientos formando grupos de dos cuyes por jaula.

Utilizamos dos especies forrajeras, una gramínea, Nudillo (*Brachiaria mutica*) y una leguminosa, Centrosema (*Centrosema macrocarpum*); suministrando a los animales en forma fresca, entera y en cantidades establecidas para cada tratamiento, incluyendo asimismo las hojas y el tallo de la parte media de la planta. Los forrajes lo obtuvimos de parcelas seleccionadas del Centro Ganadero Yurimaguas.

El corte o cosecha de los forrajes lo realizamos en horas de la tarde (5:00 – 6:00 p.m.); estos lo suministramos a los animales 1 h después del corte. El llenado de los comederos con forraje lo realizamos dos veces por día (8:00 a.m. y 6:00 p.m.) previa limpieza del sobrante, el cual pesamos para obtener el consumo del mismo.

Los tratamientos a comparar fueron los siguientes:

T1: Nudillo (*Brachiaria mutica*) 100%.

T2: Nudillo (*Brachiaria mutica*) 75 % + Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) 25 %.

T3: Nudillo (*Brachiaria mutica*) 25 % + Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) 75 %.

T4: Centrosema (*Centrosema macrocarpum*) 100%.

Pesamos los cuyes individualmente, al inicio del experimento, semanalmente y al final de la prueba. La toma de los pesos lo realizamos en ayunas antes del suministro de los forrajes.

Registramos el consumo diario de materia seca de los forrajes por cada bloque. Además, determinamos el contenido de materia seca de los forrajes por día.

De acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Incremento de peso}} \times 100$$

Analizamos la composición nutricional de los forrajes en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria la Molina, mediante análisis proximal de acuerdo a lo descrito por la A.O.A.C. 1984 (*Association Of Official Agricultural Chemists*).

Tabla 1.

Análisis proximal de los forrajes evaluados expresados en porcentaje

Componentes	<i>Brachiaria mutica</i>	<i>Centrosema macrocarpum</i>
	Porcentaje (%)	
Humedad	79,08	80,87
Proteína	2,62	3,74
Grasa	0,26	0,31
Fibra	6,82	8,18
Ceniza	2,02	1,23
Nifex	9,2	5,67

Fuente: Laboratorio LENA – UNALM

El experimento se condujo bajo el Diseño de bloques completamente randomizado con arreglo factorial de 2 (sexo) por 4 (tratamientos). La unidad experimental definida la obtuvimos por dos divisiones, ambos de sexo diferente.

El modelo aditivo lineal empleado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + B_j + S_k + (t \times s)_{ik} + e$$

Donde:

Y_{ijk} : Unidad experimental

μ : Media poblacional

t_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j : Efecto del j -ésimo bloque

S_k : Efecto del k -ésimo sexo

$(t \times s)_{ik}$: Efecto de la ik -ésima interacción tratamiento por sexo

e : Error experimental

Realizamos el análisis de variancia para los parámetros siguientes: pesos (inicial, semanal, final e incrementos), consumos de materia seca semanal y total y conversión alimenticia acumulada; efectuando la comparación de medias entre tratamientos y sexos mediante la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad (Calzada Benza, 1970).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo las condiciones del presente estudio obtuvimos los siguientes resultados, en función a los parámetros evaluados:

La Tabla 2 evidencia que los pesos finales de los tratamientos T1 (843,75 g), T2 (902,63 g) y T3 (917,88 g) fueron similares y estadísticamente ($P < 0,05$) superiores a T4 (722,88 g); respecto a sexos también hubo diferencias significativas correspondiendo 889,13 g y 804,44 g para machos y hembras, respectivamente.

En cuanto a incrementos de peso total promedio, los tratamientos T3 (482,88 g) y T2 (442,88 g), fueron semejantes entre sí y significativamente superiores ($P < 0,05$) a T1 (388,37 g) y T4 (257,25 g). Lo mismo sucedió entre sexos existiendo diferencias significativas ($P < 0,01$), siendo para el macho de 422,19 g y para la hembra de 365,50 g.

Tabla 2.

Rendimiento productivo de cuyes mejorados alimentados con Centrosema y Nudillo en la etapa de recría

Parámetros	Tratamientos				Sexos	
	1	2	3	4	M	H
Peso Inicial (6 semanas de edad)	455,38a	902,63a	435,00a	465,63a	466,94a	440,94a
Peso Final (14 semanas de edad)	843,75a	442,88a	917,88a	722,88 b	889,13a	804,44b
Incremento total de peso	388,38b	7,91a	482,88a	257,25c	422,19a	365,50b
Incremento diario de peso	6,94b	2890,26a	8,62a	4,59c	7,54a	6,49b
Consumo total de materia seca	2965,93a	49,46	2639,59b	2215,70c	2761,44a	2594,29b
Consumo promedio de materia seca/semana/100 pv.	55,04	6,53b	45,50	43,30	47,90	48,76
Conversión alimenticia acumulada	7,64c	902,63a	5,47a	8,61 d	6,54a	7,14b

Nota: Letras diferentes dentro de cada fila indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Encontramos interacción entre tratamientos y sexos en el incremento acumulativo de peso, lo que demuestra que los machos tienen mayor eficiencia en la ganancia de peso que las hembras.

Comparativamente los mejores incrementos de pesos de los cuyes obtenidos en este trabajo, resultan similares a lo reportado por Meza Bone et al., (2014), logrando 6,82; 6,34; 6,20 y 8,06 g/cuy a base de gramínea y forrajera arbustivas tropicales.

Otros autores reportaron incrementos de peso superiores con dietas de diferentes forrajes, tal como Yamada A. et al. (2019), quienes lograron un incremento de peso diario promedio de $10,5 \pm 1,4$ g para los cuyes de línea G y de $10,2 \pm 0,9$ g para los cuyes de línea H, utilizando maíz chala con adición de concentrado; por otra parte Choez A. & Ravillet S. (2018) evaluaron niveles de inclusión de frejol castilla en la ración con un sistema de alimentación mixto (concentrado y alfalfa), hallando incrementos de peso promedio de 10,3 g/d a 12 g/d a las 9 semanas de edad, y Reynaga Roja et al. (2020) obtuvieron mayor incremento de peso diario con alimentación mixta de 15,31 g e integral de 14,61 g en cuyes de raza Perú, respectivamente, en relación con las otras razas Andina e Inti.

El lograr incrementos de pesos superiores en comparación a otros trabajos que utilizaron forrajes más concentrado en la dieta de los cuyes, es atribuible a la calidad genética de los animales con que se trabajó, al buen manejo de los mismos y a un adecuado período de adaptación.

El consumo de alimento lo determinamos en términos de materia seca para mejor comparación de los resultados. El consumo total de materia seca del alimento durante el periodo experimental (56 días). Donde los tratamientos T1 (2965,93 g) y T2 (2890,26 g) no muestran diferencia significativa, pero son superiores a los demás tratamientos T3 (2639,59 g) y T4 (2215,70 g). Asimismo, T3 fue superior a T4, logrando consumos promedio de materia seca semanal/100 g de peso vivo de 55,04; 49,46; 45,50; y 43,30.

Con relación a los sexos también encontramos diferencias significativas ($P < 0,05$), siendo para el macho un consumo total de 2761,44 g, en tanto que para la hembra de 2594,29 g con consumos promedio de materia seca/100 g de peso vivo de 47,90 y 48,76 respectivamente.

En el consumo de materia seca no encontramos interacción entre tratamiento y sexo. El mayor consumo de materia seca total por los cuyes de los tratamientos 1 y 2 podría ser explicado por la mayor preferencia hacia la gramínea; en tanto, que el menor consumo de T4 se debe al parecer a la menor palatabilidad y exclusividad de la leguminosa.

Comparativamente los consumos obtenidos en este estudio resultan mayores a los registrados por Reynaga Roja et al. (2020), siendo el mayor consumo de alimento en materia seca por cuyes de la raza Perú en el sistema de alimentación mixto 2357 g y el menor a los cuyes Inti en el sistema integral con 1600 g; similar a Andrade-Yucailla et al. (2016) quienes reportan el mayor consumo de materia seca con gramíneas tropicales de *Axonopus scoparius* (1960 g) y el menor con *Echinochloa polystachya* (1890 g). A diferencia de Yamada A. et al. (2019) que obtuvieron consumo de materia seca de $3500 \pm$ para cuyes de línea G y 3535 ± 58 para la línea H, superiores a los resultados en el presente trabajo, pudiendo deberse a la menor eficiencia que se logra con cuyes de línea de carne.

En la Tabla 2, se muestran los valores de conversión alimenticia acumulada (Materia seca consumida/incremento de peso vivo $\times 100$) a lo largo del período experimental encontrándose interacción entre tratamiento y sexo, con una probabilidad de $P < 0,01$ y $P < 0,05$ respectivamente. Todos los tratamientos difieren entre sí, obteniéndose para T1 (7,64); T2 (6,53); T3 (5,47) y T4 (8,61). Asimismo, respecto a sexos, se encontró diferencias para los machos (6,54) en comparación con las hembras (7,14).

Los valores de conversión alimenticia logrados en el presente trabajo resultan mayores a lo reportado por Reynaga et al. (2020) ya que obtuvieron una conversión alimenticia en el sistema integral de un valor de 2,81 en comparación con el de 3,26 para el sistema mixto, lo que significa que se ha establecido una menor eficiencia en comparación a otros autores. En tanto Yamada A. et al. (2019), reportan conversiones alimenticias de $5,40 \pm 0,71$ y $5,55 \pm 0,41$ en cuyes de línea G y H. Asimismo, Meza Bone et al. (2014), obtuvieron conversiones alimenticias que oscilaban entre (4,48 a 6,80). Por otra parte, los valores de conversión resultan menores a lo obtenido por Jácome et al. (2016) quienes reportan la conversión alimenticia al utilizar *Pennisetum* sp. de 9,065, mientras que con *Axonopus scoparius*, *Echinochloa polystachya* y *Axonopus micay* se incrementaron a 9,727; 10,525 y 10,842 respectivamente.

El lograr conversiones alimenticias acumuladas menos eficientes en comparación a lo obtenido por otros autores mencionados puede deberse a que las dietas constaban exclusivamente de forraje.

CONCLUSIONES

El uso de combinaciones de gramínea y leguminosa reportaron mejores resultados, lo que constituye una buena opción de alimentación de estos animales.

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Aguilar-Vásquez, J. V.

Curación de datos: Ramírez-García, A.

Análisis formal: Aguilar-Vásquez, J. V.

Investigación: Aguilar-Vásquez, J. V.

Metodología: Aguilar-Vásquez, J. V.

Supervisión: Aguilar-Vásquez, J. V.

Redacción-borrador original: Aguilar-Vásquez, J. V. y Ramírez-García, A.

Redacción-revisión y edición: Aguilar-Vásquez, J. V. y Ramírez-García, A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Yucailla, V., Fuentes, I., Vargas-Burgos, J. C., Lima-Orozco, R., & Jácome, A. (2016). Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. *Revista Electronica de Veterinaria*, 17(1), 1–8. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63646008003>
- Calzada Benza, J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación* (3rd ed.). Editorial Jurídica.
- Cantaro Segura, J. L., Delgado Palma, D., & Cayetano Robles, J. L. (2021). Caracterización de la crianza de cuyes en una zona de la sierra de Huarochirí - Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 8(2), 72–78. <https://doi.org/10.53287/hffs7980xc24q>
- Cárdenas Villanueva, L. Á. (2018). Características productivas y tecnológicas de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) utilizando dietas basadas en pisonay (*Erythrina* sp). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(4), 451–476. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.422>
- Choez A., K., & Ravillet S., V. (2018). Frejol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp) como ingrediente en raciones de crecimiento-engorde de cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(1), 180–187. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14086>

- Cruz, D. J., Passuni Huayta, J., Corredor, F. A., & Pascual, M. (2021). Parámetros productivos y reproductivos de cuyes (*Cavia porcellus*) de las líneas Saños y Mantaro. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(3), e20397. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20397>
- Cuibin, R., Zea M., O., Palacios P., G., Norabuena M., E., Collazos P., L., & Sotelo M., A. (2020). Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en el cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(4), e19020. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19020>
- Huamaní Ñ., G., Zea M., O., Gutiérrez R., G., & Vílchez P., C. (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de Cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(3), 486. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- López A., G., Nuñez D., J., Aguirre T., L., & Flores M., E. (2018). Dinámica de la producción primaria y valor nutritivo de tres gramíneas tropicales (*Melinis minutiflora*, *Setaria sphacelata* y *Brachiaria mutica*) en tres estados fenológicos. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(2), 396–409. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14494>
- Meza Bone, G. A., Cabrera Verdezoto, R. P., Morán Morán, J. J., Meza Bone, F. F., Cabrera Verdesoto, C. A., Meza Bone, C. J., Meza Bone, J. S., Cabanilla Campos, M. G., López Mejía, F. X., Pincay Jiménez, J. L., Bohórquez Barros, T., & Ortiz Dicado, J. (2014). Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia (Arica)*, 32(3), 75–80. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000300010>
- Ortiz-Oblitas, P., Florián-Alcántara, A., Estela-Manrique, J., Rivera-Jacinto, M., Hobán-Vergara, C., & Murga-Moreno, C. (2021). Caracterización de la crianza de cuyes en tres provincias de la Región Cajamarca, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(2), e20019. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20019>
- Reynaga Roja, M. F., Vergara Rubín, V., Chauca Francia, L., Muscari Greco, J., & Higaonna Oshiro, R. (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(3), e18173. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>
- Rodrigo-Condori, N. T., Flores-Merma, H., Ramos-Zuñiga, R., & Cárdenas-Villanueva, L. A. (2020). Perfil bioquímico renal en cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con pisonay (*Erythrina* sp). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(4), e19249. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19249>
- Yamada A., G., Bazán R., V., & Fuentes N., N. (2019). Comparación de parámetros productivos de dos líneas cárnicas de cuyes en la costa central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(1), 240–246. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15678>

Artículo Original / Original Article

Prototipo de trasplantador portátil para el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo

Portable transplanter prototype for the process of transplanting rice (*Oryza sativa* L.) in the field

Lenin Cabanillas-Pardo^{1*} ; Ubert William Estela-Deza¹ ; Jorge Luis Rojas-Casique¹ ; Nicanor Martínez-Guevara¹ 

¹Agroterra Innova E. I. R. L, Moyobamba, Perú

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.), alimento básico de la población mundial y especialmente peruana, es un cereal que por la deficiente tecnificación de sus procesos en Perú hace uso intensivo de mano de obra. Diseñamos un prototipo de plantadora portátil para mecanizar el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo. Para ello, realizamos el análisis de diferentes propuestas de trasplantadoras junto con sus respectivos niveles de efectividad a fin de diseñar un prototipo que se ajuste a las características del suelo de la región San Martín. Diseñamos un prototipo compacto que realiza el trasplante en un tiempo promedio de 27,1 minutos por cada 0,25 ha de terreno a sembrarse, con 5,5 plántulas por manojo sembrado y una efectividad promedio de 99%. El prototipo portátil diseñado mecaniza y automatiza el proceso de trasplante de arroz en campo.

Palabras clave: economía; mecanización; sembrado; tecnificación

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.), a staple food for the world's population and especially for Peru, is a cereal that, due to the poor technology of its processes in Peru, makes intensive use of labor. We designed a portable planter prototype to mechanize the process of transplanting rice (*Oryza sativa* L.) in the field. For this, we carry out the analysis of different proposals of transplanters together with their respective levels of effectiveness in order to design a prototype that adjusts to the characteristics of the soil of the San Martín Region. We designed a compact prototype that performs the transplant in an average time of 27.1 minutes for every 0.25 ha of land to be planted, with 5.5 seedlings per bunch planted and an average effectiveness of 99%. The designed portable prototype mechanizes and automates the process of transplanting rice in the field.

Keywords: economy; mechanization; sown; technification

Cómo citar / Citation: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. & Martínez-Guevara, N. (2022). Prototipo de trasplantador portátil para el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(2), e22. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.22>

Recibido: 22/07/2022

Aceptado: 14/09/2022

Publicado: 20/10/2022

*Lenin Cabanillas-Pardo - lpardocab@unsm.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales más importantes a nivel mundial por su gran contribución a la alimentación humana (Heros Aguilar et al., 2019; Nawaz et al., 2022). De acuerdo con Orús (2022), durante la campaña 2020/2021 el país que ha liderado el consumo del arroz en el mundo fue China, en una lista de países principalmente asiáticos. Fuera de Asia, el país con mayor consumo es Brasil ubicado en la posición número diez.

Sin embargo, en términos proporcionales, el Perú, de acuerdo a MIDAGRI (2019), tiene el consumo per cápita de arroz más alto de Latino América, llegando a 54 kilos por año por persona, seguido por Brasil con 48 kilos. Esto se relaciona con el incremento de la población peruana; sin embargo, el hecho de que su demanda interna no puede ser cubierta por su producción, se debe entre otras cosas a la deficiente tecnificación y mecanización agrícola que repercute en su productividad.

Esta condición hace que el mercado peruano sea atractivo para los grandes productores de este cereal como Brasil, que tiene una producción anual de 12 millones de toneladas. Cabe mencionar, que la importación de arroz en el Perú repercute en los precios internos del mercado, haciendo que el cereal logre precios que, en algunas temporadas está por debajo de los costos de producción, trascendiendo de manera negativa en ese sector económico agrícola (Guzmán, 2016).

En Perú la importancia del cultivo de arroz radica en su contribución a la seguridad alimentaria. El arroz junto a la papa es uno de los principales alimentos consumidos por la población. La mayor producción nacional se obtiene entre los meses de marzo a julio de cada año (campaña grande), mientras que entre agosto y febrero del siguiente año se producen volúmenes poco significativos. Las regiones que participan con más del 80% de la producción nacional son seis. Entre estas regiones está el departamento de San Martín, con el 24% de la producción total en el 2019. Este departamento viene incrementando su participación de una manera muy dinámica, de este modo se estima en 25% en el 2020; por tanto, es una de las regiones que explicaría el incremento de la producción nacional.

San Martín como región es la productora más importante de arroz en el Perú y se encuentra ubicada en la Amazonía peruana y como tal, dispone de agua bajo secano y de riego. Es decir, dado que tiene agua durante todo el año, siembra y cosecha también durante todo el año. En ese sentido, el 50% del área sembrada en San Martín se realiza entre los meses de setiembre y febrero.

Y en esta región, el cultivo de este cereal es de importancia para su economía; pues su cultivo se extiende a 110,442 ha (Orús, 2022; Ríos-Ruiz et al., 2020) distribuidos en 14 mil productores, haciendo que esta actividad genere alrededor de 5 millones de jornales en toda su cadena productiva; además, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa) San Martín, destaca que el arroz constituye el principal cultivo alimenticio al que se dedican unos 14,500 productores, generando una productividad de 840 mil toneladas por año siendo la primera región en producir este cereal. Además de generar un movimiento económico de alrededor de 100 millones de dólares anuales.

La distribución de la producción geográfica en la región San Martín, comprende cuatro zonas productoras de arroz a riego, las cuales en orden de mayor a menor área sembrada se ordenan de la siguiente manera: provincias de Rioja y Moyobamba (zona Alto Mayo), San Martín (zona Bajo Mayo), Picota, Bellavista y Mariscal Cáceres (zona Huallaga Central) y Tocache (zona Alto Huallaga).

La zona del Alto Mayo (Rioja – Moyobamba), concentra la mayor cantidad de siembra y producción, con el 61 % de la producción total del corredor y la más variada, con doce variedades distintas de arroz. Mientras que las zonas comprendidas entre las provincias de San Martín, Picota y Bellavista concentran el 34 % de la producción del corredor y con una variedad homogénea entre las tres provincias.

La siembra de arroz comprende el proceso de producir plántulas, trasplante en las unidades productivas, manejo productivo y cosecha. En este estudio, identificamos que el proceso de sembrado de las plántulas se caracteriza por no ser uniforme en distancias de sembrado (Ortiz Zelada & Cáceres Guerrero, 2018); y, el cálculo deficiente del número de plántulas por manejo debido a la inexperiencia del jornalero. El problema se agudiza debido a que su cultivo sigue el método tradicional (Orús, 2022), a la escasa mano de obra dada, la demanda sincronizada del proceso de siembra repercute en el sembrado fuera del calendario arrocero, generando hasta un 20% de grano inmaduro durante la cosecha. En general, como lo indican Crespo-Amaya et al. (2018) y Miranda-Caballero et al. (2021) el trasplante del arroz es una de las operaciones tecnológicas más laboriosas e importantes dentro de este cultivo, actividad que se realiza por nuestros agricultores de forma manual generalmente.

Todo el proceso de sembrado manual con el protocolo productivo en uso, genera que en promedio solo se cosechen 7,5 tn de arroz por ha en la región, pudiendo con ello asegurar que la productividad es baja. Debe mencionarse que, según Miranda Caballero (2020) el trasplante del arroz es una de las operaciones tecnológicas más laboriosas e importantes dentro de este cultivo, actividad que se realiza por los agricultores de manera tradicional.

Las consecuencias de la deficiente tecnificación son la pérdida económica en las unidades productivas, pues los productores de arroz no reducen sus costes y son afectados económicamente al reducir sus ingresos para la canasta familiar debido al costo de la mano de obra para trasplante (Jun et al., 2015).

Finalmente, debemos mencionar que la tecnología del trasplante mecanizado, ha sido validada por el continente asiático, en países como Japón y Corea del Sur, que para el 2002 sembró 10,53 millones de ha, de las cuales 8,13 millones de ha, que representan el 77%; fueron sembradas mediante el sistema de trasplante mecanizado y de hecho la mecanización de la siembra es una tendencia principal del desarrollo de todo el curso de producción de arroz en China.

Por otro lado, para el año 2005, Taiwán, empleó un 99 % de la siembra del cultivo de arroz, mediante el trasplante mecanizado y tan sólo unos pocos mediante la siembra directa.

Bajo este panorama, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar un prototipo de plantadora portátil para mecanizar el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la propuesta lo realizamos en tres fases:

2.1. Ingeniería definida en diseño y tecnología del prototipo de plantadora de arroz

Durante esta fase como equipo técnico definimos mediante prospección la especie de arroz más cultivada y requerida en el mercado; el tipo de suelos existente, el número de plántulas por manojo estandarizadas y otras recomendaciones. Realizamos el diseño de un prototipo con sistema de manojos, sistema de plante, ubicación del sistema de sensores conectados al PLC y tipo de tecnología de software usada en base a simulaciones y ajustes para minimizar el riesgo de su construcción y puesta en marcha. Así mismo, hicimos diversas revisiones de propuestas como la de Miranda-Caballero et al. (2022) con su prototipo de trasplante, y los protocolos de siembra como el de Valdivieso López & Vera Montenegro (2018).

2.2. Funcionalidad del prototipo de plantadora de arroz ensamblado

En esta fase, con el diseño definido construimos el prototipo de plantadora de plántulas de arroz, teniendo en cuenta el ensamblaje correcto de las partes. Ensamblamos la tecnología del sistema de manojos y plante de manera coordinada con la parte mecánica; realizamos las calibraciones y ajustes hasta tener un prototipo con pruebas funcionales.

Realizamos el proceso de ensamblaje por etapas el cual describimos a continuación:

Etapa 1: Soportes o chasis. Realizamos el proceso de ensamblaje, fabricación y adecuación de los componentes para luego juntarlos y generar una estructura base. Fabricamos el marco de conducción a partir de una plancha lisa de acero de 1,20 x 2,40 de espesor de 3 mm que cortamos y soldamos tipo MIG. Fabricamos el patín en base de fibra de vidrio con un espesor de 8 mm. Acondicionamos la base que va hacia el suelo para generar el surco. A continuación, fabricamos el tubo de soporte a base de fierro fundido de 1" de espesor, que plegamos y acondicionamos para el descanso o soporte donde estarán el sistema de rieles, la caja de cadenas y el brazo de soporte. Fabricamos el soporte del motor a base de fierro fundido que cortamos, plegamos y perforamos para darle estabilidad. Fabricamos una rueda fangueadora a base de fierro de 1/4, las aspas fueron a base de fierro estriado de 1/4. Con estos componentes fabricados armamos el chasis estructural y en la siguiente etapa enchapamos el patín junto a los rieles para darle rigidez a la fibra de vidrio.

Etapa 2: Sistema de Plante. Fabricamos el brazo de trasplante a partir de piezas prefabricadas y adherimos las placas electrónicas para reforzar el agarre y el tejido. Luego adherimos la caja de cadenas prefabricadas al brazo de trasplante. Con estos componentes procedimos a ensamblar y hacer pruebas de funcionalidad en el contexto de tejido y sembrado para que sean fijados en el tubo de soporte.

Etapa 3: Ensamblamos el motor de 4,5 Hp y 1700 RPM conectado con dos fajas y dos poleas a la caja de engranajes, la rueda fangueadora y acoplamos el sistema de velocidades, la caja de transmisión y la caja de dirección que adquirimos para ser enchapado a unos engranajes que están acoplados a la caja de transmisión.

Teniendo los componentes fabricados y adquiridos procedimos a ensamblar, primeramente, el motor y su soporte para luego posicionar los elementos de dirección, caja transmisión y caja de engranajes; que aprovechamos en adherir a la rueda fangueadora para hacer las pruebas funcionales de arranque motor, rotación de la rueda fangueadora y del sistema de dirección.

Etapas 4: Ensamblaje final del prototipo. Finalmente, con los componentes listos procedimos al ensamblaje del prototipo.

2.3. Puesta en marcha del prototipo de plantadora de plántulas de arroz

La puesta en marcha es la etapa crucial, para ello realizamos pruebas de validación en base a las zonas, variedad, número de plántulas por manojos, densidad de plante (distancia) y velocidad de plante. Realizamos la validación verificando la pertinencia de realizar ajustes o mejoras al prototipo, una vez validado el prototipo quedó en estado de puesta en marcha listo para replicarse en escala comercial.

Preparación del terreno

Instalamos el ensayo en el sector "El Milagro", a 40 min del puente río Indoche, entrando a la izquierda de la carretera Moyobamba - Calzada. Esta zona presenta buenas características de suelo, riego por bombeo, hay disponibilidad de maquinaria y materiales necesarios para la instalación. Las dimensiones fueron: 1,50 m de ancho por 13,3 m de largo, posa de forma rectangular con bordos por el perímetro para retener el agua. Colocamos el plástico con las mismas dimensiones de la posa sobre la superficie del suelo. Luego cubrimos el plástico con barro de una lámina de 2 cm de grosor. Aplicamos el protocolo de preparación de batido con maquinaria y pusimos agua para generar batido, luego retiramos agua por cinco días para endurecer el suelo para luego aplicar una capa de agua.

Preparación de las plántulas

Realizamos la pre germinación de la semilla de arroz variedad HP102FL-El Valor. Remojamos por un período de 20 h y luego abrigamos la semilla por un período de 23 h. Acondicionamos un espacio para germinar las plántulas para garantizar la efectividad del tejido del brazo del prototipo, por encima de los 20 cm y con camas forradas con plástico cubiertas de aserrín con arena y control de riego. Realizamos el voleo sobre una lámina de agua de 10 cm para proteger las semillas de los rayos solares y que no se sequen, la lámina de agua se mantiene hasta que la semilla introduzca sus raíces en el suelo y empiecen a desarrollar el primer par de hojas. Luego aplicamos riegos intermitentes cada vez que la semilla lo requiera.

Ejecución de las pruebas de trasplante

Realizamos las pruebas de trasplante en el terreno preparado con el prototipo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ingeniería definida en diseño y tecnología del prototipo de plantadora de arroz

Realizamos el proceso de ensamblaje en cuatro etapas como describimos en materiales y métodos y siguiendo las especificaciones de los planos como se muestra a continuación.

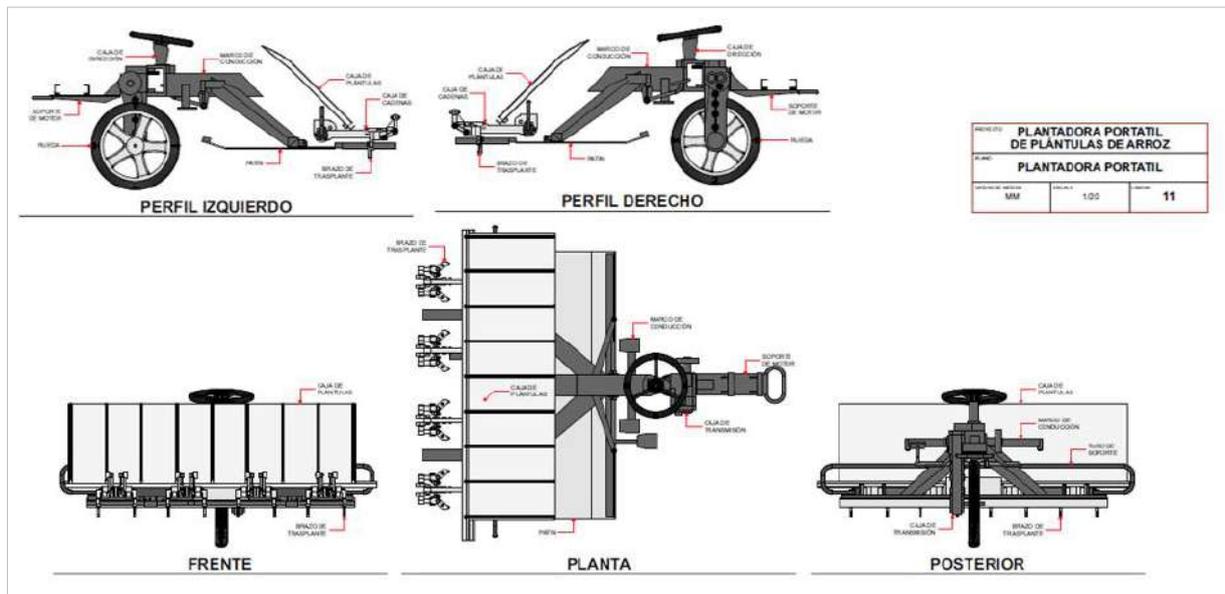


Figura 1. Diseño del prototipo de plantadora de arroz



Figura 2. Prototipo de plantadora de arroz construido

3.2. Funcionalidad del prototipo de plantadora de arroz ensamblado

Durante las pruebas finales realizamos el trasplante de 1 ha de forma tradicional y 5 ha con la máquina trasplantadora el cual determinamos que el trasplante de 1 ha es equivalente a ocho jornadas laborales. Recopilamos los datos y comparamos con el indicador de la plantadora portátil que es equivalente a 1 h x ha. Así mismo la evaluación que realizamos del trasplante tradicional y el trasplante mecánico es en función a dos trabajadores debido a que la máquina trasplantadora requiere de dos personas para realizar el trasplante (conductor y el co-conductor) que a diferencia de la trasplantadora de Menéndez Cardentey et al. (2012) solo utiliza un operario. Adicionalmente, pudimos comprobar lo planteado por Nawaz et al. (2022) pues solo requerimos una fina capa de

agua (1–2 cm) para el trasplante mecánico, en comparación con el trasplante convencional en suelo inundado (3–4 cm de capa de agua) con trabajadores.



Figura 3. Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales además resultaron satisfactorias, pues durante las mismas solo fueron necesarios pequeños ajustes.

3.3. Puesta en marcha del prototipo de plantadora de plántulas de arroz mediante validaciones con pruebas y ajustes

Trasplante de plántulas con el prototipo

Realizamos la preparación del terreno de acuerdo al protocolo establecido garantizando 99% de suelo mecanizado (batido), para evitar que el sistema de arrastre se encuentre con troncos, piedras y vetas de arcilla sobresalidas. El trasplante se inició en subáreas de 2,500 m² (0.25 ha), la apreciación técnica se categoriza en (1: pésimo, 2: bueno, 3: excelente).

Durante las pruebas, pudimos apreciar que la eficiencia del prototipo de plante es de 27,1 para 0,25 ha logrado sembrar una ha en menos de 2 h con una precisión de número de plántulas en promedio de 5,5 plántulas por manojo (Tabla 1), a diferencia de Menéndez Cardentey et al. (2012) que en promedio siembra 3. La supervivencia que un aspecto visual después de 15 días de sembrado se apreció un 99% que las plántulas no sufrieron desgastes o estrés una vez que fueron plantadas mejorando el resultado de Hernández Llanes (2017) quien logró un 98%.

Tabla 1.

Pruebas de validación realizadas

Código de prueba	Tiempo (minutos)	Plántulas/manojos	Apreciación técnica	% Efectividad
AgTe-01	31	7	2	99%
AgTe-02	28	4	2	99%
AgTe-03	30	7	2	99%
AgTe-04	27	4	2	99%
AgTe-05	29	7	2	99%
AgTe-06	26	4	2	99%

AgTe-07	28	7	3	99%
AgTe-08	25	4	3	99%
AgTe-09	28	7	3	99%
AgTe-10	25	4	3	99%
AgTe-11	28	7	3	99%
AgTe-12	25	4	3	99%
AgTe-13	28	7	3	99%
AgTe-14	25	4	3	99%
AgTe-15	28	7	3	99%
AgTe-16	25	4	3	99%
AgTe-17	28	7	3	99%
AgTe-18	25	4	3	99%
AgTe-19	28	7	3	99%
AgTe-20	25	4	3	99%
Promedio	27,1	5,5	3	99%

Monitoreo del crecimiento

Una vez plantadas, sometimos las plántulas a un monitoreo constante y su medición de crecimiento mensual. Monitoreamos cada una de las pruebas de forma independiente (Tabla 2).

Tabla 2.

Monitoreo del crecimiento a 30, 60, 90 y 120 días

Código de prueba	30 días	60 días	90 días	120 días
AgTe-01	37	52	58	67
AgTe-02	35	50	56	64
AgTe-03	38	53	61	70
AgTe-04	37	53	60	68
AgTe-05	35	51	57	66
AgTe-06	37	53	60	69
AgTe-07	37	55	62	70
AgTe-08	35	50	57	66
AgTe-09	35	49	57	64
AgTe-10	34	48	55	64
AgTe-11	36	50	57	67
AgTe-12	37	51	61	67
AgTe-13	36	53	62	67
AgTe-14	37	53	60	67
AgTe-15	38	55	62	71
AgTe-16	37	53	60	69
AgTe-17	37	54	62	70
AgTe-18	38	54	62	71
AgTe-19	35	49	54	65
AgTe-20	35	49	54	65
Promedio	36,3	51,75	58,85	67,35

El monitoreo demuestra que aplicando el protocolo establecido de deshierbo, abonamientos y cuidado existe un ligero avance del arroz en campo definitivo plantado con el prototipo de plantadora de plántulas de arroz, puesto que no sufre maltrato y sus raíces suspendidas en el agua y en el semillero permite que los brazos de la plantadora con facilidad cojan las plántulas y genere los manojos para sembrar en la tierra.

Análisis de eficiencia y costes del plante con el prototipo

El proceso de plante involucra la producción de plántula de arroz, el cual varía sus costes de acuerdo al sistema de germinación (Tabla 3).

Tabla 3.

Análisis de eficiencia y costes del plante

Tipo de trasplante		Tradicional			Con prototipo		
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio	Total	Cantidad	Precio	Total
Semilla certificada	Kilos	100,00	3,50	350,00	60,00	3,50	210,00
Siembra semillero	Jornal	1,00	45,00	45,00	1,00	50,00	50,00
Extracción de plántulas	Jornal	7,00	45,00	315,00	-	-	0,00
Preparación del terreno	Servicio	1,00	600,00	600,00	1,00	650,00	650,00
Personal para plante	Jornal	20,00	40,00	800,00	-	-	0,00
Combustible	Litros	-	-	0,00	4,00	14,00	56,00
Operarios plante	Jornal	-	-	0,00	2,00	80,00	160,00
Total				2,110.00			1,126.00

Se puede observar que, con el proceso tradicional que utiliza la empresa su proceso de trasplante cuesta 2,110.00 soles/ha el cual se considera alto debido a que la empresa siembra por año promedio de 20 ha y se complica la situación del proceso de plante debido a la falta de mano de obra.

CONCLUSIONES

Hemos diseñado, ensamblado y validado una máquina plantadora de plántulas de arroz con eficiencia de plantar 1 ha en 2 h, satisfaciendo las expectativas en la cadena productiva de arroz con una exactitud de distancia de plante del 99%, precisión de cálculo de plántulas por manojos de 99%, cosecha uniforme con un 98% de grano maduro, capacidad de reutilizar sus antiguos semilleros y con un incremento productivo de al menos el 25% (9,979.5 kg/ha).

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. y Martínez-Guevara, N.

Curación de datos: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L.

Análisis formal: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W.

Investigación: Cabanillas-Pardo, L., y Rojas-Casique, J. L.

Metodología: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W.

Supervisión: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. y Martínez-Guevara, N.

Redacción-borrador original: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. y Martínez-Guevara, N.

Redacción-revisión y edición: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. y Martínez-Guevara, N.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crespo-Amaya, R., Paneque-Rondón, P., & Miranda-Caballero, A. (2018). Determinación del costo energético y de explotación de la cosecha mecanizada del arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(2), 1–10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000200003

Guzmán, C. (2016). *Perú es uno de los mayores consumidores de arroz en América Latina*. PQS. <https://pqs.pe/actualidad/economia/peru-es-uno-de-los-mayores-consumidores-de-arroz-en-america-latina/>

Hernández Llanes, J. (2017). Resultados de la evaluación de la trasplantadora automática de arroz ISEKI. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(1), 51-55. <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/730/731>

Heros Aguilar, E. C., Villacorta Soplín, H., & Peralta Sosa, G. (2019). Incorporación de nitrógeno para mejorar la eficiencia de uso del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en La Libertad, Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 7, 41–56. <https://doi.org/10.5377/payds.v7i0.8426>

Jun, Z., Xinglong, W., Guangyue, S., ChangSheng, M., Baowei, G., Bizhong, L., Shuliang, F., Haikong, L., Zhonghong, L., Yongjin, Z., & Yuedong, Y. (2015). Yield and its formation of hybrid rice under different mechanical transplanted methods. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 31(10), 84–91. <https://www.ingentaconnect.com/content/tcsae/tcsae/2015/00000031/00000010/art00012#>

Menéndez Cardentey, L., Ramos Díaz, S., & Miranda Caballero, A. (2012). Evaluación de la calidad de trabajo de la trasplantadora semi-mecanizada TMA-4 en el cultivo del arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2), 34–37. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000200006

MIDAGRI. (2019). *El consumo de arroz en el Perú*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.midagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz/220-mercado#:~:text=Mercado&text=Elconsumodearroz,subajoprecioalconsumidor>

- Miranda-Caballero, A., Díaz-López, G. S., Ruiz-Sánchez, M., Domínguez-Vento, C., & Paneque-Rondón, P. (2022). Evaluación de la calidad del trasplante mecanizado de arroz en Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(2), 1–8.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93271464005>
- Miranda-Caballero, A., Domínguez-Vento, C., & Ruiz-Sánchez, M. (2021). Analysis of the Use of Shift Time of the ERP-60 Rice Transplanter. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(3), 1–8.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542021000300004&lng=en&nrm=i&tlng=en
- Miranda Caballero, A. (2020). Impacto de la tecnología de trasplante mecanizado de arroz. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 4(3), 334–349.
<https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/143>
- Nawaz, A., Rehman, A. U., Rehman, A., Ahmad, S., Siddique, K. H. M., & Farooq, M. (2022). Increasing sustainability for rice production systems. *Journal of Cereal Science*, 103, 103400.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103400>
- Ortiz Zelada, J. D., & Cáceres Guerrero, F. O. (2018). Comparación técnico-económico del trasplante tradicional vs el trasplante en hileras de arroz (*Oryza Sativa* L.) en la provincia Bellavista (departamento de San Martín). *Studium Veritatis*, 16(22), 201–227.
<https://doi.org/10.35626/sv.22.2018.290>
- Orús, A. (2022). *Los diez principales países consumidores de arroz a nivel mundial 2021/2022*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/598940/principales-paises-a-nivel-mundial-segun-el-consumo-de-arroz/>
- Ríos-Ruiz, W. F., Torres-Chávez, E. E., Torres-Delgado, J., Rojas-García, J. C., Bedmar, E. J., & Valdez-Nuñez, R. A. (2020). Inoculation of bacterial consortium increases rice yield (*Oryza sativa* L.) reducing applications of nitrogen fertilizer in San Martin region, Peru. *Rhizosphere*, 14, 100200. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100200>
- Valdivieso López, C. S., & Vera Montenegro, L. O. (2018). Tiempo de trasplante en la productividad del cultivo de arroz *Oryza sativa*, INIAP-11. *Revista ESPAMCIENCIA*, 99(1), 7–12.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7020067>



Esta obra se distribuye bajo los términos de la
Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional