

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**EFECTO BIOECONÓMICO DE INCLUSIÓN DE HARINA INTEGRAL PLÁTANO
MOQUICHO *Musa acuminata* AA EN RACIONES PARA POLLOS COBB 500,
TINGO MARÍA**

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO ZOOTECNISTA**

PRESENTADO POR:

Bach. DOLORES SANCHEZ, DENIS RAQUEL

TINGO MARIA – Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y, de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A las 07:00 p.m. del 11 de noviembre de 2024, se reunieron los Miembros del Jurado que suscriben, para calificar la Tesis titulada "EFECTO BIOECONÓMICO DE INCLUSIÓN DE HARINA INTEGRAL PLÁTANO MOQUICHO *Musa acuminata* AA EN RACIONES PARA POLLOS COBB 500, TINGO MARÍA", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias **DENIS RAQUEL DOLORES SANCHEZ**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "EXCELENTE".

En consecuencia, la sustentante queda capacitada para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para el otorgamiento del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 46°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 02 de diciembre de 2024


Ing. M. Sc. **JUAN LAO GONZÁLES**
Presidente


Dr. **RIZAL ALCIDES NOBLES HUAYNATE**
Miembro


Ing. **WALTER ALBERTO PAREDES ORELLANA**
Miembro


Dr. **MEDARDO ANTONIO DÍAZ CÉSPEDES**
Asesor


Dr. **CARLOS ENRIQUE ARÉVALO ARÉVALO**
Asesor

Copia : Archivo

JLG/RRRR/WAPO/MADC/CEAA/slcp



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 364 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

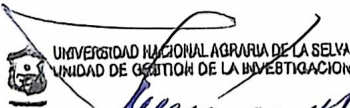
Zootecnia

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO BIOECONÓMICO DE INCLUSIÓN DE HARINA INTEGRAL PLÁTANO MOQUICHO <i>Musa acuminata</i> AA EN RACIONES PARA POLLOS COBB 500, TINGO MARÍA	DOLORES SANCHEZ, DENIS RAQUEL	16 % Dieciséis

Tingo María, 17 de diciembre de 2024



Dr. Tomas Menacho Malladi

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



PROYECTO DE TESIS

EFFECTO BIOECONÓMICO DE INCLUSIÓN DE HARINA INTEGRAL PLÁTANO

MOQUICHO *Musa acuminata* AA EN RACIONES PARA POLLOS COBB 500,

TINGO MARÍA

Autora	:	Dolores Sánchez, Denís Raquel
Asesores	:	Dr. Carlos E. Arévalo Arévalo Dr. Medardo A. Díaz Céspedes
Programa de investigación	:	Producción animal sostenible
Línea de investigación	:	Valoración nutricional de alimentos y necesidades nutricionales de alimentos domésticos.
Eje temático de investigación	:	Nutrición y alimentación en aves
Lugar de ejecución	:	Tingo María
Duración del trabajo	:	03 meses.
Financiamiento	:	S/. 3520.335
FEDU	:	No
Propio	:	Si

TINGO MARIA – Perú. 2024

DEDICATORIA

A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza. A Él, por guiar cada uno de mis pasos, iluminar mi camino en momentos de duda y concederme la perseverancia para alcanzar mis metas.

A mis amados padres, Fernando y Mariela, cuya paciencia, amor y sacrificio han sido el pilar sobre el que he construido mis sueños. Gracias por creer en mí, por sus consejos y por enseñarme.

A mis hermanos, Lincol y Maikel, cuya presencia ha sido un faro de luz y esperanza. A Ronald, Sayuri y Luz, por su apoyo incondicional en cada desafío. Gracias por estar siempre, en las buenas y en las malas.

A mis docentes y compañeros de la Facultad de Zootecnia de mi alma mater, la UNAS. Gracias por su guía, apoyo y la riqueza de conocimientos compartidos. Cada uno de ustedes ha contribuido de manera invaluable en mi formación y en la realización de este logro.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a la Facultad de Zootecnia por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

Agradezco profundamente a PRONABEC (Beca Permanencia) por su invaluable apoyo en mi educación universitaria y en la realización de mi tesis.

Mi gratitud infinita a mis asesores de tesis, al Dr. Carlos Enrique, Arévalo y al Dr. Medardo A. Díaz Céspedes por su orientación, paciencia y apoyo constante. Sus conocimientos y consejos han sido fundamentales para la culminación de este trabajo.

A mis tres jurados, al Ing. M. Sc. Juan Lao Gonzáles, al Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate y al Ing. Walter Alberto Paredes Orellana, gracias por sus valiosas observaciones y por contribuir al rigor académico de este trabajo.

Agradezco infinitamente al Ing. Walter Alberto Paredes Orellana por ser una guía constante y por brindarme su valioso apoyo académico desde mis primeros años en la universidad, siempre compartiendo sus sabias enseñanzas.

A mis profesores, quienes con su dedicación y compromiso me han proporcionado las herramientas y conocimientos necesarios para enfrentar los retos académicos y profesionales.

A Ronald Bardales y Luz Idrogo, a quienes les estoy profundamente agradecida por su apoyo incondicional durante todo el proceso de ejecución de mi tesis.

Un agradecimiento especial a mis familiares, por su amor incondicional, comprensión y por estar siempre a mi lado. Sin su apoyo, esta meta no habría sido posible.

Finalmente, agradezco a Thalía Rodas que de alguna manera contribuyeron a la realización de esta tesis. Su apoyo ha sido invaluable y siempre lo llevaré en mi corazón.

Gracias a todos.

Nish.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General.....	2
1.2. Objetivos específicos:.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes sobre el uso de harina de plátano en aves.....	3
2.2. Bases teóricas de la utilización de harina de plátano en aves.....	6
2.2.1. Generalidades de la avicultura.....	6
2.2.2. Alimentación de las aves de carne.....	6
2.2.3. Estrés por calor y el uso de cortinas	6
2.2.4. Requerimiento nutricional y desempeño productivo de pollos Cobb 500.....	6
2.2.5. Costo de producción avícola.....	7
2.2.6. Harina de plátano integral	7
2.2.7. Composición nutricional de la harina de plátano	7
2.2.8. Composición anti nutricional de la harina de plátano	8
2.3. Bases conceptuales	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Lugar y fecha de ejecución	10
3.2. Tipo de investigación.....	10
3.3. Animales experimentales	10
3.4. Instalaciones y equipos	10
3.5. Harina integral de plátano moquicho (HIPM).....	11
3.6. Metodología de la elaboración de la HIPM	11
3.7. Dietas experimentales	13
3.8. Sanidad	15
3.9. Variable independiente	16

3.10. Tratamientos experimentales	16
3.10.1. Croquis de la distribución del experimento	16
3.11. Variables dependientes y metodología de evaluación	16
3.11.1. Consumo diario de alimento (CDA).....	16
3.11.2. Ganancia diaria de peso (GDP)	16
3.11.3. Conversión alimenticia (CA).....	17
3.11.4. Merito económico (ME)	17
3.11.5. Beneficio Neto (BN).....	17
3.11.6. Nivel óptimo de inclusión de harina de plátano moquicho.....	17
3.11.7. Diseño y análisis estadístico.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1. Parámetros zootécnicos de pollos Cobb 500 alimentados con inclusión de harina integral de plátano Moquicho.	19
4.1.1. Consumo diario de Alimento (CDA).....	19
4.1.2. Ganancia diaria de peso (GDP).....	20
4.1.3. Conversión alimenticia (CA).....	26
4.2. Parámetros económicos con inclusión de harina integral de plátano moquicho en pollos Cobb 500.....	29
4.2.1. Merito económico (ME) y Beneficio Neto (BN)	30
4.3. Nivel óptimo de inclusión de harina integral de plátano moquicho en pollos Cobb 500	
31	
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. PROPUESTAS A FUTURO	33
VII. REFERENCIAS	34
ANEXO	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis del perfil nutricional completo de la harina integral de plátano moquicho: análisis proximal, energético, fibras y minerales.....	12
Tabla 2. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos Cobb 500 en inicio.....	13
Tabla 3. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos Cobb 500 en crecimiento.	14
Tabla 4. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos Cobb 500 en acabado...	15
Tabla 5. Consumo diario de alimento de pollos Cobb 500 en las tres fases y el total.	19
Tabla 6. Ganancia diaria de peso de la fase de inicio, crecimiento, acabado y total.....	20
Tabla 7. Conversión alimenticia en la fase de inicio, crecimiento, acabado y total.....	26
Tabla 8. Análisis económico en función a la inclusión de harina integral de plátano en raciones para pollos Cobb 500.....	30

**EFFECTO BIOECONÓMICO DE INCLUSIÓN DE HARINA INTEGRAL PLÁTANO
MOQUICHO *Musa acuminata* AA EN RACIONES PARA POLLOS COBB 500,
TINGO MARÍA**

RESUMEN

Esta investigación, se desarrolló en la unidad de avicultura del Laboratorio Granja Zootécnica, de la Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el distrito Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; el objetivo general fue evaluar el efecto bioeconómico de la inclusión de harina integral de plátano moquicho (HIPM) *Musa acuminata* AA en pollos Cobb 500, y como objetivos específicos fue (determinar los parámetros zootécnicos, el análisis económico y el nivel óptimo en Tingo María). Se utilizaron 125 pollitos de un día con peso promedio de 39 ± 3.06 g, distribuidos en 5 tratamientos con 5 réplicas cada uno. Los tratamientos fueron: T₁ (control), T₂ (3% HIPM), T₃ (6% HIPM), T₄ (9% HIPM) y T₅ (12% HIPM). Se utilizó un DCA, ANOVA, la prueba de Tukey y regresión cuadrática. Los resultados indican que el tratamiento con 12% HIPM (T₅) mejoró significativamente el consumo de alimento y la ganancia de peso, aunque el tratamiento control tuvo mejor conversión alimenticia en las fases iniciales, pero en la etapa de acabado, los tratamientos T₂ y T₅ alcanzaron una mejor eficiencia. En términos económicos, el T₅ presentó la mayor rentabilidad (32.64%) y beneficio neto de S/ 3.577 por pollo.

Palabras clave: Harina integral de plátano moquicho, pollos Cobb 500, etapas de inicio, crecimiento y acabado.

The Biochemical Effect from the Inclusion of Dwarf Banana *Musa acuminata* AA Integral Flour in the Rations of Cobb 500 Chickens in Tingo Maria

Abstract

This research was carried out in the poultry farming unit of the school of zootechnics zootechnics farm laboratory [at the] Universidad Nacional Agraria de la Selva, located in the Rupa Rupa district of the Leoncio Prado province in the Huanuco region [of Peru]. The general objective was to evaluate the bioeconomic effect from the inclusion of dwarf banana integral flour (HIPM- acronym in Spanish) *Musa acuminata* AA for Cobb 500 chickens, and the specific objectives were to determine the zootechnical parameters, the economic analysis and the optimal level in Tingo Maria. One hundred twenty five one day old chickens with an average weight of 39 ± 3.06 g were used [and] distributed into five treatments with five repetitions each. The treatments were: T1 (control), T2 (3% HIPM), T3 (6% HIPM), T4 (9% HIPM), and T5 (12% HIPM). A CRD (DCA in Spanish), ANOVA, the Tukey test and the quadratic regression were used. The results indicated that the treatment with 12% HIPM (T5) significantly improved the feed consumption and the weight gain, though the control treatment had a better feed conversion during the initial phases, but during the finishing phase treatments T2 and T5 achieved better efficiency. In economic terms, T5 presented the greatest profitability (32.64%) and a net benefit S/ 3.577 per chicken.

Keywords: dwarf banana integral flour, Cobb 500 chickens, initial stages, growth, finishing

I. INTRODUCCIÓN

El consumo global de carne muestra una marcada preferencia por el pollo, constituyendo el 41% del consumo total. Esta tendencia ha intensificado la competitividad en la industria avícola, donde los costos de alimentación representan entre 70-75% de los gastos totales de producción. En respuesta, el sector busca alternativas alimenticias no convencionales que sean nutritivas y económicamente viables. En Perú, el sector avícola experimentó un crecimiento del 4.1% respecto a diciembre 2020, concentrándose principalmente en La Libertad (5.5%), Lima (4.3%), Arequipa (4.2%) e Ica (1.8%), que representan el 85.3% de la producción nacional (INEI, 2022). Este crecimiento responde a la alta demanda, especialmente en sectores de bajos ingresos donde el pollo es fundamental para la nutrición y economía familiar (FAO, 2013).

El plátano verde, en especial la variedad moquicho (*Musa acuminata* AA), es un cultivo relevante en varias regiones, como Rupa Rupa, donde se usa como sombra en sistemas agroforestales (Daza, 2023). El mismo presenta un buen perfil nutricional, donde los estudios arrojan que contiene 4.25% de proteína, 0.56% de grasa, 1.36% de fibra cruda, 3.34% de cenizas y 78.13% de extracto libre de nitrógeno. También presenta un contenido significativo de fibra, con 3.43% de Fibra Detergente Ácida (FDA) y 9.40% de Fibra Detergente Neutra (FDN), así como energía bruta 3,630.21 kcal/kg. Su perfil mineral incluye 0.154% de fósforo, 0.132% de calcio y 1.216% de potasio.

En la región, existe una práctica característica de comercialización de plátanos conocida como "moquicho", en la que se cortan las puntas de los racimos, seleccionando un tamaño adecuado para su venta en el mercado. Sin embargo, esto genera una cantidad significativa de residuos. Además, en temporadas bajan los precios de los plátanos porque la ciudad de Lima, se abastece de otras regiones y variedades de plátanos. Esto deja a los productores con plátanos no vendidos y sin ganancias. Por lo tanto, una solución sería aprovechar estos plátanos

produciendo harina integral para alimentar pollos, lo que podría reducir los costos de producción de aves.

Este estudio ofrece nuevas opciones a los avicultores que se enfrentan a precios elevados de los insumos tradicionales para la alimentación de los pollos parrilleros. La propuesta se centra en el uso de harina integral de plátano moquicho (HIPM) que es una alternativa más accesible en términos de costos y fácilmente disponible en la zona. Esta alternativa podría beneficiar especialmente a los pequeños avicultores, ofreciendo una solución económica y efectiva para sus necesidades alimenticias.

En función a lo antes mencionado y con la intención de obtener información que pueda ser aprovechada por pequeños, medianos e inclusive la avicultura industrial, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuál será el efecto bioeconómico de inclusión de harina integral de plátano moquicho (HIPM) *Musa acuminata* AA en raciones para pollos Cobb 500 en Tingo María?

Como respuesta a dicha inquietud proponemos la siguiente hipótesis: La inclusión hasta el 12 % de harina integral de plátano moquicho (HIPM) *Musa acuminata* AA en raciones para pollos Cobb 500, tendrá un mejor desempeño productivo y económico en condiciones de Tingo María.

1.1. Objetivo General.

- Evaluar el efecto bioeconómico de la inclusión de harina integral de plátano moquicho (HIPM) *Musa acuminata* AA en raciones para pollos Cobb 500, Tingo María

1.2. Objetivos específicos:

- Determinar el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia incluyendo harina integral de plátano moquicho (HIPM) *Musa acuminata* AA en raciones para pollos Cobb 500 en la etapa de inicio, crecimiento y acabado en Tingo María.
- Determinar el mérito económico y beneficio neto incluyendo harina integral de plátano moquicho (HIPM) *Musa acuminata* AA en raciones para pollos Cobb 500 en Tingo María.
- Determinar el nivel óptimo de inclusión de harina integral de plátano moquicho (HIPM) *Musa acuminata* AA en raciones para pollos Cobb 500, en las diferentes etapas (inicio, crecimiento y acabado) en Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes sobre el uso de harina de plátano en aves

Sosa y Saavedra (2023) desarrollaron el estudio en Piura sobre la eficacia de la harina de banano (*Musa paradisiaca L.*) de descarte en ración de pollos Cobb 500 durante las tres fases. Utilizaron 90 pollos distribuidos en 3 tratamientos (0%, 15% y 20% de harina de banano) con 3 repeticiones. Analizaron variables como costo/beneficio, conversión alimenticia, ganancia de peso, consumo de alimento y características sensoriales. Los resultados mostraron diferencias significativas en el CDA, GDP y CA, siendo el tratamiento testigo T0 el más eficiente y en la relación beneficio/costo fue el más ventajoso, seguido por T1 (15% de harina de banano) y T2 (20% de harina de banano). La evaluación sensorial no reveló diferencias significativas. En conclusión, aunque la dieta basada en maíz resultó ser la más eficiente, la inclusión de 15% de harina de banano podría ser una alternativa viable.

Dumorné *et al.*, (2020) realizaron un estudio pionero en Haití para evaluar el uso de harina de plátano en pollos de engorde. El experimento utilizó 75 pollos distribuidos en cinco grupos, (0%, 5%, 10%, 15% y 20% harina de plátano). Se evaluó por 40 días, observando que la inclusión de hasta un 20% de harina de plátano no afectó el peso corporal final, manteniéndose por encima de 1,400 g en todos los tratamientos. Notablemente, el tratamiento con 15% de harina de plátano mostró la mayor ganancia diaria de peso al día 10 ($37,56 \pm 4,52$ g), mientras que el consumo de alimento fue más alto en el grupo con 5% de harina de plátano al inicio del estudio. Los resultados sugieren que la harina de plátano puede ser una alternativa viable y económica, aliviando los problemas de escasez y altos costos de ingredientes convencionales.

Delgado *et al.*, (2013) realizaron un estudio en Venezuela para evaluar el uso de harina de plátano Hartón (*Musa AAB*) como alternativa alimenticia en la producción avícola. Utilizaron 60 pollos, adquiridos a los 7 días de edad y criados hasta los 35 días, cuando comenzó el estudio de 15 días de duración. Se probaron tres dietas: T0 (100% alimento comercial), T1 (75% comercial, 25% alternativo) y T2 (50% comercial, 50% alternativo). Las ganancias de peso total fueron similares (T0: 951,50 g, T1: 933,00 g, T2: 870,00 g) sin diferencias

estadísticas significativas. La dieta T1 resultó ser la más rentable, ofreciendo la mejor relación beneficio-costos. Este estudio demostró que la incorporación de harina de plátano en la dieta de pollos puede reducir costos en la producción avícola sin afectar significativamente el rendimiento, aprovechando así un recurso local abundante.

Atty (2021) Investigó la inclusión de harina de plátano verde en pollos Ross 308 en Cantón Mejía. Asignó cuatro tratamientos con cinco repeticiones: T0 (dieta base), T1 (dieta base + 2%), T2 (dieta base + 4%) y T3 (dieta base + 6%) harina de plátano verde, durante 49 días. Los resultados mostraron que el tratamiento con 6% de harina (T₃) mostró la mejor ganancia de peso con 561 gramos, también registró el mayor consumo de alimento (3257.2 g), mejor conversión alimenticia y la mayor rentabilidad, obteniendo 0.31 centavos de beneficio.

Aguilar y Delgado (2021) la investigación se centró en evaluar cómo afecta la sustitución parcial de la harina de plátano “*inguri*” por maíz en raciones para pollos broiler Cobb 500, se desarrolló en Rioja. Utilizaron 75 pollos, Se probaron cinco tratamientos: T₁ (control con alimento balanceado convencional), T₂ (20 %), T₃ (30 %), T₄ (40 %) y T₅ (50 %) de harina de plátano. Las variables evaluadas fueron el CDA, GDP y CA en tres etapas (inicio, crecimiento y engorde), además del análisis de beneficio/costo. Los resultados mostraron que el T₁ como el más efectivo, seguido por T₂ en todas las variables evaluadas. La investigación concluyó que un mayor porcentaje de harina de plátano en el alimento reduce su palatabilidad para los pollos.

Rahmawati *et al.*, (2023) exploraron el uso de harina de plátano verde como alternativa alimenticia para pollos de engorde, en el contexto de prohibición de antibióticos, aprovechando sus oligosacáridos con propiedades probióticas y antioxidantes. Utilizaron 392 pollos divididos en cuatro grupos: en control CONT (control), UBF (5% de harina de plátano verde), UBFPRO (5% de UBF más 0.05% de probióticos) y UBFZYM (5% de UBF más 0.05% de multienzima). Los resultados mostraron que UBFZYM tuvo la mejor ganancia de peso corporal en los diferentes períodos evaluados, seguido los demás tratamientos, y estos mayores al CONT. Aunque no hubo diferencias significativas en el índice de conversión alimenticia al inicio, se observaron diferencias significativas en días posteriores, donde CONT mostró menor eficiencia. Se concluye que un 5% de harina de plátano verde puede ser beneficioso.

Sjofjan *et al.*, (2021) este estudio investigó el efecto de sustituir el maíz por harina de tubérculo de banano modificada (M-BTM) en la dieta de patos híbridos Pekin x Khaki Campbell durante su crecimiento y finalización. Se llevó a cabo en Indonesia. Se utilizaron 196 patos distribuidos en cinco grupos con diferentes niveles de sustitución de maíz por M-BTM

(0%, 25%, 50%, 75% y 100%). El experimento siguió un diseño completamente aleatorizado y los datos se analizaron mediante análisis de varianza. Los resultados revelaron que la inclusión de M-BTM mejoró significativamente. En conclusión, la M-BTM demostró ser beneficiosa en ganancia de peso corporal e índice de conversión alimenticia de estos patos híbridos de plumaje colorido.

Chasipanta (2023) evaluó el uso de harina de cáscara de plátano como reemplazo parcial del maíz en la dieta de pollos de engorde para reducir costos sin afectar la productividad, en Ecuador. Se emplearon 100 pollos Cobb500 divididos en cuatro grupos con diferentes niveles de harina de cáscara de plátano: T₀ (control), T₁ (0.5%), T₂ (1%), T₃ (1.5%). Se realizó la caracterización bromatológica, microbiológica y física de la harina de cáscara de plátano, la investigación duró 42 días. Los resultados mostraron que el tratamiento con 1.5% de harina (T₃) tuvo la mejor GDP y CA, mientras que el tratamiento sin harina (T₀) tuvo la mejor conversión alimenticia. Aunque T₀ fue más rentable, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En conclusión, la harina de cáscara de plátano puede ser una alternativa viable en la alimentación de pollos de engorde.

Alzate y Vélez (2019) investigaron el efecto de agregar harina de cáscara de plátano Dominico hartón en la dieta de pollos de engorde en Colombia. Se realizó el estudio con 21 pollos de ambos sexos desde su nacimiento hasta los 45 días de vida. Se evaluó tres tratamientos (T₁: Alimento comercial, T₂: 5% de inclusión, T₃: 10% de inclusión). Utilizaron variables como: el CDA, GPT y CAA. Los resultados del estudio indicaron que T₁ obtuvo los mejores resultados GPT, CAA. Por eso menciona que es importante buscar alternativas que optimicen el proceso de obtención de la harina y las propiedades nutricionales.

Rochi *et al.*, (2020) este estudio investigó el efecto de la inclusión de cáscaras de plátano en pellets para conejos machos locales (*Lepus nigricollis*). Se utilizaron 20 conejos de 5 a 12 semanas de edad, distribuidos en 4 tratamientos y 5 repeticiones con diferentes niveles de cáscara de plátano: 0% (R0), 5% (R1), 10% (R2) y 15% (R3). No se observaron diferencias significativas en la digestibilidad de nutrientes, consumo de materia seca y proteína, ni en la tasa de conversión alimenticia. Sin embargo, los conejos alimentados con R1 mostraron un peso final y ganancia de peso significativamente mayores que R0 y R3, y un consumo de alimento más alto que los demás tratamientos. Además, se encontraron diferencias significativas en las variables de la canal entre los tratamientos. Estos resultados sugieren que la inclusión de un 5% de cáscara de plátano en la dieta puede mejorar el rendimiento de los conejos sin afectar negativamente otros parámetros importantes.

2.2. Bases teóricas de la utilización de harina de plátano en aves

2.2.1. Generalidades de la avicultura

La avicultura ha evolucionado hacia una industria rentable, impulsada por mejoras en genética, alimentación y prácticas de higiene, optimizando la producción de pollos de engorde (Zeledón, 2009). Este sector ha crecido globalmente, impulsado por la alta demanda, especialmente en países de bajos ingresos, donde los pollos son esenciales para la nutrición y la economía familiar (FAO, 2013). El aumento en el consumo de carne de pollo ha fomentado la industrialización y la producción sostenible (Flores y Cárdenas, 2019). En el país la producción creció un 4,1% en comparación con diciembre de 2020, aunque algunas regiones mostraron disminuciones, según el (INEI, 2022).

2.2.2. Alimentación de las aves de carne

La avicultura industrial ha reducido el tiempo de crecimiento de los pollos a 50 días y mejorado la conversión alimenticia gracias a avances en genética, alimentación balanceada y manejo automatizado (Flores y Cárdenas, 2019). En 38-42 días, los pollos alcanzan un peso de 2-2.2 kg (Cepero, s.f.), optimizando la productividad y el bienestar animal (Cobb, 2022). Dado que el tracto digestivo de los pollitos jóvenes es inmaduro, necesitan nutrientes altamente digeribles para un desarrollo óptimo (Acres, 2018). Se utiliza la fibra bruta hasta el 3% en inicio y crecimiento y de 3% al 5% en acabado para asegurar la salud intestinal.

2.2.3. Estrés por calor y el uso de cortinas

La temperatura ambiental es un factor crítico en la avicultura, siendo 20°C la temperatura óptima, mientras que valores inferiores a 10°C o superiores a 27°C pueden reducir el consumo de alimento entre 10-50% (Quishpe, 2006). Bajo estrés térmico, se recomienda aumentar la concentración calórica en la dieta mediante el uso de grasas y un balance adecuado de aminoácidos, reduciendo la fibra cruda para optimizar la energía metabolizable (Quishpe, 2006). Este estrés por calor afecta negativamente la eficiencia alimentaria y digestibilidad (Núñez, 2023), siendo fundamental el control ambiental mediante el manejo adecuado de cortinas para garantizar el bienestar y rendimiento de las aves (Chasipanta, 2023).

2.2.4. Requerimiento nutricional y desempeño productivo de pollos Cobb 500

La línea Cobb 500 requiere una formulación nutricional específica para maximizar su potencial productivo. La dieta debe proporcionarse en forma de migaja o pellet,

con niveles de proteína bruta entre 17% y 22%, y una energía metabolizable de 2,975 a 3,150 Kcal/kg, prestando especial atención al balance de aminoácidos esenciales como lisina y metionina, así como a los niveles de calcio y fósforo (Cobb 500, 2012). El rendimiento productivo de esta línea muestra una progresión significativa: a los 7 días, los pollos presentan una ganancia diaria de 28 g/día con un consumo de 30 g/día y una conversión alimenticia de 0.76; a los 22 días, el consumo aumenta a 118 g/día con una ganancia de 40.10 g/día y una conversión de 1.22; finalmente, a los 35 días alcanzan un consumo de 179 g/día, con una ganancia de 65.30 g/día y una conversión de 1.50, evidenciando una evolución constante en su desarrollo y eficiencia alimenticia (Cobb , 2022).

2.2.5. Costo de producción avícola

El alto impacto económico de la alimentación en la producción avícola, que representa entre 70-75% de los costos totales, ha impulsado la búsqueda de alternativas como la harina integral de plátano (Figuerola y Nery, 2017). Si bien algunos investigadores como Atty (2021) y Delgado *et al.*, (2013) respaldan su viabilidad económica y beneficios nutricionales.

2.2.6. Harina de plátano integral

La elaboración de harina integral de plátano moquicho (*Musa acuminata* AA), conocido también como plátano de oro (Daza, 2023), se aprovechó el fruto verde completo (pulpa y cáscara). Si bien autores como Paterson (2022) y Rangel (2021) trabajaron con harina de plátano convencional, reportando una relación de 8-10 kg de fruto fresco por kilogramo de harina y un proceso que incluyó lavado, corte, secado solar por ocho a diez días y molienda, nuestra investigación innova a utilizar el fruto integral del plátano moquicho, aprovechando así todos sus componentes nutritivos.

2.2.7. Composición nutricional de la harina de plátano

La harina de plátano es un insumo nutritivo y prometedor en la alimentación animal, caracterizado por su alto contenido en carbohidratos y bajo en taninos (Atty, 2021). La caracterización nutricional del plátano moquicho, según análisis laboratorial, revela una composición destacable: proteína bruta (4.25%), lípidos (0.56%), fibra cruda (1.36%), materia mineral (3.34%) y carbohidratos solubles (78.13%). Sus fracciones fibrosas presentan 3.43% de FDA y 9.40% de FDN, con un aporte energía bruta de 3,630.21 kcal/kg. Su perfil mineral exhibe concentraciones moderadas de P (0.154%), Ca (0.132%) y K (1.216%).

En cuanto al plátano verde, Dumorné *et al.*, (2020) reportan contenidos de almidón (70.6%–75.4%), amilosa (20.9%–23.5%), proteína (2.61%–2.99%), fibra soluble (2.29%–2.49%), fibra insoluble (5.35%–5.39%), ceniza (3.44–3.56%). Otro análisis del plátano Hartón tiene 5.76% de humedad y 3.80% de proteína, con aminoácidos como ácido aspártico (7.45%), ácido glutámico (12.74%), arginina (6.18%) en total tiene 16 aminoácidos que lo convierten en un alimento nutritivo y completo (Rodríguez y Pérez, 2015).

La pulpa de plátano, con un 66.2% de agua y 30.7% de carbohidratos, proporciona alrededor de 122 calorías (Velásquez, 2012). La harina de plátano varía: 100 g aportan entre 320 kcal, 3.3 g de grasa, 80 g de carbohidratos, 3.3 g de proteína y 1 g de fibra Fatsecret (2023), o bien 399.45 kcal, 47.35 g de carbohidratos, 8.75 g de proteínas, 9.8 g de fibra y 19.45 g de lípidos (Moresco y Righi, 2019). Según Rangel (2021), contiene 12.9 g de humedad, 2.76 g de cenizas, 0.55 g de extracto etéreo, 1.80 g de fibra cruda y 2.72 g de proteína.

Por otro lado, la cáscara de plátano destaca por su riqueza en carotenoides como el β -caroteno y luteínas, antioxidante y antimicrobiano (Chasipanta, 2023). Además, contiene un 9.3% de cenizas y un 86.1% de humedad, lo que la convierte en un recurso valioso para la alimentación animal (Alzate y Vélez, 2019).

2.2.8. Composición anti nutricional de la harina de plátano

Los factores antinutricionales (FAN), como inhibidores enzimáticos, taninos, fitatos, limitan la absorción de nutrientes en los alimentos para pollos, restringiendo el uso de cereales y leguminosas (Babot *et al.*, 2011). A pesar de estas limitaciones, la harina de plátano es una alternativa viable por su bajo costo y alto valor energético, recomendándose su inclusión hasta 20% Aguilar y Delgado (2021), y el 10% la (FAO, 2013). Los taninos en las dietas para animales causan astringencia y afectan la palatabilidad, induciendo el reflejo del llenado disminuyendo la digestión de proteínas, fibra y materia seca (Quintana, 2009).

Este se traduce en una menor eficiencia alimentaria, ya que forman complejos insolubles con proteínas, reduciendo la energía metabolizable y la disponibilidad de aminoácidos. Como consecuencia, hay una disminución en la absorción de aminoácidos y un aumento en la excreción de nitrógeno. Además, los taninos inhiben enzimas digestivas como la amilasa, lipasa y tripsina, lo que impacta negativamente la digestión de proteínas, grasas y almidones (Giménez, 2014).

2.3. Bases conceptuales

Ración alimenticia: es la cantidad de alimento que se suministra a un animal ya sea de una sola vez o durante las 24 horas.

Canal: es una manera de referirse técnicamente al momento a productos pecuarios como son las carnes de tipo animal, dándolo a conocer como la calidad de la misma. Cuerpo entero del ave, después de la insensibilización, sangría, desplumado, separación de cabeza y patas a nivel de la articulación tibio-tarsiana y evisceración.

Monogástricos: son los animales que presentan un estomago simple, con una capacidad de almacenamiento media, así pues, como la del ser humano.

Aves de carne: aves criadas principalmente con fines de producción de carne, como pollos y pavos.

Etapas de la crianza de carne: la crianza de carne de pollos generalmente implica tres etapas: **Inicio:** En esta etapa, los polluelos recién nacidos son cuidados en instalaciones controladas, proporcionándoles calor y condiciones óptimas para su desarrollo inicial.

Crecimiento: Durante esta etapa, los pollos son alimentados y cuidados para promover un rápido crecimiento y desarrollo muscular, preparándolos para la fase de engorde.

Acabado: En la fase de acabado, los pollos están cerca de la edad de sacrificio y se someten a una alimentación final para alcanzar el tamaño y peso deseado antes de ser procesados para su posterior distribución y venta.

Harina integral: harina que se obtiene al moler plátano deshidratado por los rayos solares, que contiene todas las partes del mismo. Es más nutritiva que la harina refinada, ya que conserva más vitaminas, minerales y fibra.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El estudio tuvo lugar en la Unidad de Avicultura del Laboratorio Granja Zootécnica, perteneciente a la Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional Agraria de la Selva. El sitio experimental está ubicado en el distrito de Rupa Rupa (Leoncio Prado, Huánuco), se encuentra a 660 msnm en una zona de bosque tropical (bh-pmt). Las condiciones climáticas, según SENAMHI (2021), incluyen una humedad relativa promedio de 84,09%, temperatura media de 25, 5° C y precipitaciones anuales de 3100 mm, con coordenadas geográficas de 76° 0' 1" longitud oeste y 09° 17' 24" latitud sur. El trabajo se realizó entre marzo y abril del 2024.

3.2. Tipo de investigación

La investigación corresponde al tipo experimental.

3.3. Animales experimentales

La investigación partió de una población de 150 pollos línea Cobb 500 recién nacidos. Se procedió a seleccionar 125 pollos que cumplían con el criterio de peso establecido (39 ± 3.06 gramos). La distribución experimental se organizó en 5 tratamientos, contemplando 5 repeticiones por tratamiento y 5 unidades experimentales cada una. El protocolo de manejo se adaptó a las tres fases: inicio (1 a 7 días), crecimiento (8 a 22 días) y acabado (23 a 35 días).

3.4. Instalaciones y equipos

El experimento se realizó en una instalación de 20 x 12 m, con piso de cemento, orientación este-oeste y pendiente del 3%. La construcción combina una base de bloques de concreto con soportes de madera, cerramientos de malla y techo de claraboya. Se utilizaron 25 jaulas de fierro y malla metálica (80 cm de ancho, 1 m de largo, 1 m de alto), cada una con 5 aves. La infraestructura incluye sistemas independientes de alimentación e hidratación, además de sustrato de viruta para controlar la humedad y mantenimiento sanitario.

3.5. Harina integral de plátano moquicho (HIPM)

En el experimento propuesto, se utilizó harina integral (cáscara y pulpa) de plátano moquicho verde, estos fueron adquiridos de los productores del caserío El Milagro. Los productores tienen una práctica de comercialización: donde cortan las puntas del racimo de plátano y venden solo la parte central porque alcanzaron el tamaño adecuado del mercado como fruta. Los plátanos que no alcanzan el tamaño adecuado de dicho racimo no son comercializados, por ende, se desperdician. El estudio planteó la utilización del sobrante de plátanos, procesándolo como harina integral, para su posterior evaluación en la alimentación de pollos línea Cobb 500. Las plantaciones de plátano empleados en esta investigación tenían una edad aproximada de un año y tres meses.

3.6. Metodología de la elaboración de la HIPM

Paso 1: Se recolectaron los plátanos que no fueron comercializados debido a su tamaño, provenientes del Milagro, ubicado a 25 kilómetros de la carretera Tingo María-Aucayacu.

Paso 2: Se limpiaron con paño húmedo las resinas o sucios que presentaron los plátanos.

Paso 3: Fueron cortados y retirados las dos puntas de los extremos de los plátanos.

Paso 4: Fueron pesados los plátanos en base humedad para tener datos exactos.

Paso 5: Posteriormente, los plátanos fueron cortados en rodajas junto con su cáscara para llevar a cabo el proceso de deshidratación.

Paso 6: Se dispusieron los plátanos sobre una manta de arpillera negra.

Paso 7: Se expusieron al sol radiante durante 4 días; sin embargo, en días de lluvia de 7 a 9 días.

Paso 8: Fueron pesados en base seca para llevar el respectivo control.

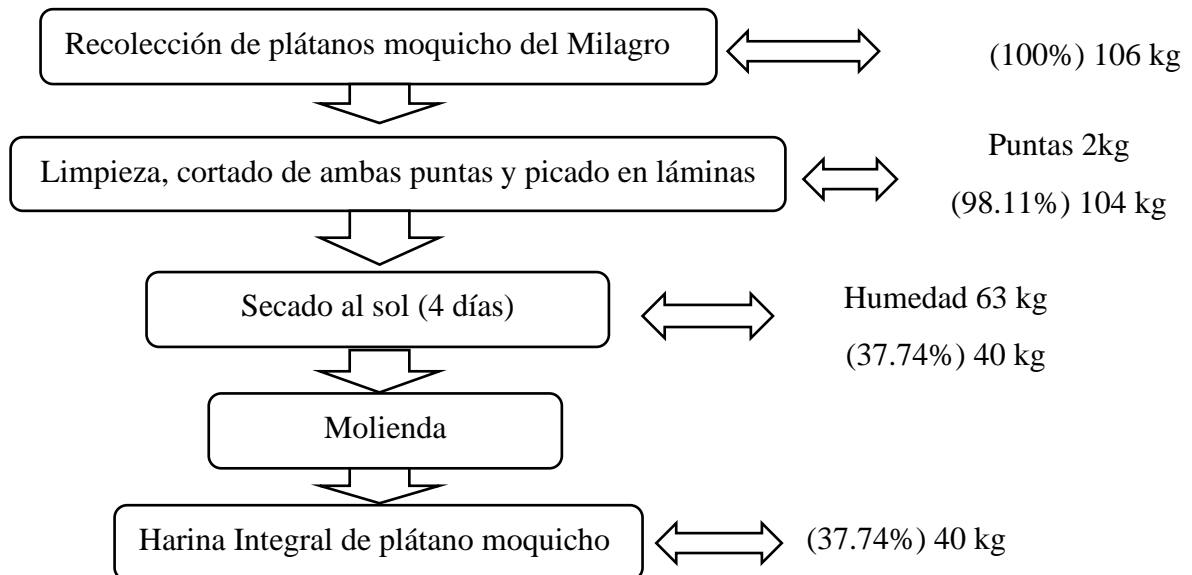
Paso 9: Se molió manualmente con un molino marca Corona, obteniendo harina integral. Se pesó y almacenó en recipientes con tapas herméticas.

Paso 10: Se incluyó en la ración de pollos en las tres fases. (inicio - crecimiento y acabado)

La caracterización externa de la harina integral de plátano moquicho presenta un color que corresponde al código Pantone 1205M, y tiene un sabor semi-dulce.

La caracterización analítica de las muestras se realizó en tres laboratorios especializados: la composición proximal se determinó en el Laboratorio de Evaluación

Nutricional de Alimentos (LENA) perteneciente a la UNALM. El contenido energético del ingrediente y las dietas (inicio y crecimiento), así como las fibras detergentes ácida y neutra, fueron analizados en el LANA (Laboratorio de Nutrición Animal) de la UNAS. La composición mineral (fósforo, potasio y calcio) se determinó en el LASAE (Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología) de la UNAS. Ver (**Tabla 1**). De 2.6 kg de plátanos verde Moquicho en promedio, ya extraídos las dos puntas de los extremos, se obtiene 1 kg de harina integral.



Flujograma 1. Procesamiento de la harina integral de plátano moquicho.

Tabla 1. Análisis del perfil nutricional completo de la harina integral de plátano moquicho: análisis proximal, energético, fibras y minerales

Nutrientes	Unidad	Valor	Nutrientes	Unidad	Valor
Humedad	%	12.36	Energía bruta	kcal/kg	3,630.21
Materia seca	%	87.64	FDN	%	9.40
Proteína total	%	4.25	FDA	%	3.43
Grasa cruda	%	0.56	Calcio	%	0.132
Fibra cruda	%	1.36	Fósforo total	%	0.154
Ceniza total	%	3.34	Potasio	%	1.216
ELN	%	78.13			

Energía bruta (kcal/kg) de las Raciones					
Fases	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Inicio	3,682.09	3,724.74	3,745.82	3,783.81	3,844.39
Crecimiento	3,939.58	3,898.30	3,898.32	3,891.64	3,866.89

Determinados en laboratorio de evaluación nutricional de alimentos UNALM, también en Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología (LASAE) de la UNAS.

3.7. Dietas experimentales

Las raciones se formularon según los tratamientos y las necesidades nutricionales específicas de cada etapa: inicio, crecimiento y acabado. La composición nutricional de las raciones y el valor nutricional de los pollos Cobb 500 se detallan en las **Tabla 2**, **Tabla 3** y **Tabla 4**, según (Rostagno *et al.*, 2011).

Tabla 2. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos Cobb 500 en inicio

Ingredientes	0%	3%	6%	9%	12%
Maíz Molido	55.01	51.58	48.57	44.82	41.43
Torta de Soya	36.01	36.42	36.69	37.16	37.55
Aceite de Palma	0.75	0.86	0.58	0.93	0.97
HIPM	0	3.00	6.00	9.00	12.00
Soya integral	0.60	0.55	0.55	0.47	0.43
Afrecho de trigo	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Fosfato di cálcico	1.95	1.93	1.93	1.93	1.93
Carbonato de calcio	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
Lisina HCL	0.23	0.21	0.21	0.21	0.21
Metionina	0.38	0.38	0.39	0.40	0.40
Cloruro de Colina	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Mycofungi	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Precio por kg (S/.)	2.39	2.37	2.32	2.31	2.29
Valor nutricional de la ración Inicio	Proteína Bruta (%)				22.00
	Energía Metabolizable Aves (kcal/kg)				2,975
	Lisina Digestible Aves (%)				1.22
	Metionina Digestible Aves (%)				0.46
	Met + Cisteína Digestible Aves (%)				0.91
	Triptófano Digestible Aves (%)				0.20
	Calcio (%)				0.90
	Fósforo Disponible (%)				0.45

Tabla 3. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos Cobb 500 en crecimiento.

Ingredientes	0%	3%	6%	9%	12%
Maíz Molido	56.94	53.91	50.90	50.90	44.87
Torta de Soya	32.46	32.75	33.02	33.02	33.58
Aceite de Palma	2.20	1.93	1.65	1.65	1.11
HIPM	0	3.00	6.00	9.00	12.00
Soya integral	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
Afrecho de trigo	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Fosfato di cálcico	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73
Carbonato de calcio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Lisina HCL	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Metionina	0.33	0.33	0.34	0.34	0.35
Cloruro de Colina	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Mycofungi	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Precio por kg (S/.)	2.35	2.32	2.30	2.27	2.24
	Proteína Bruta (%)				20.00
	Energía Metabolizable Aves (kcal/kg)				3,025
	Lisina Digestible Aves (%)				1.12
Valor nutricional de la ración Crecimiento	Metionina Digestible Aves (%)				0.45
	Met + Cisteína Digestible Aves (%)				0.85
	Triptófano Digestible Aves (%)				0.18
	Calcio (%)				0.84
	Fósforo Disponible (%)				0.42

Tabla 4. Composición porcentual y nutricional de dieta para pollos Cobb 500 en acabado.

Ingredientes	0%	3%	6%	9%	12%
Maíz Molido	63.71	60.69	57.68	54.67	51.65
Torta de Soya	27.41	27.70	27.97	28.25	28.53
Aceite de Palma	2.15	1.88	1.61	1.33	1.07
HIPM	0	3.00	6.00	9.00	12.00
Soya integral	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Afrecho de trigo	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Fosfato di cálcico	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
Carbonato de calcio	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Lisina HCL	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Metionina	0.29	0.29	0.30	0.31	0.31
Cloruro de Colina	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Mycofungi	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Precio por kg (S/.)	2.20	2.18	2.16	2.13	2.10
	Proteína Bruta (%)				19.00
	Energía Metabolizable Aves (kcal/kg)				3,100
	Lisina Digestible Aves (%)				1.02
Valor nutricional de la ración Acabado	Metionina Digestible Aves (%)				0.42
	Met + Cisteína Digestible Aves (%)				0.80
	Triptófano Digestible Aves (%)				0.18
	Calcio (%)				0.76
	Fósforo Disponible (%)				0.38

3.8. Sanidad

El área y materiales de estudio fueron desinfectados antes de la ejecución de la investigación, para ello se utilizó vanodine, lejía, detergente y cal viva. Para prevenir enfermedades en los pollos Cobb 500; se realizó el siguiente programa de vacunación: a los 7 días de edad se aplicó la vacuna triple aviar por vía ocular, a los 28 días se repitió la vacuna triple aviar.

3.9. Variable independiente

Niveles de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

3.10. Tratamientos experimentales

T₁: Dieta con 0% de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

T₂: Dieta con 3% de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

T₃: Dieta con 6% de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

T₄: Dieta con 9% de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

T₅: Dieta con 12% de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

3.10.1. Croquis de la distribución del experimento

T5R3	T2R4	T1R3	T4R2	T1R4
T4R3	T5R5	T1R1	T2R2	T1R2
T5R4	T2R3	T3R2	T5R2	T1R5
T2R5	T2R1	T4R4	T3R3	T3R4
T3R1	T5R1	T3R5	T4R5	T4R1

3.11. Variables dependientes y metodología de evaluación

3.11.1. Consumo diario de alimento (CDA)

El consumo de alimento se registró diariamente calculando el total mediante la suma de los consumos netos diarios, que se determina restando el sobrante del alimento ofrecido.

$$CDA = \frac{\text{Consumo total}}{\text{Número de días}} \dots \dots \dots f1$$

3.11.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

Los pollos fueron pesados al inicio y al final del ensayo, registrándose en la mañana a las 6 am. La ganancia diaria de peso se calculó utilizando una fórmula:

$$GPD = \frac{\text{Peso final} - \text{peso inicial}}{\text{Número de días}} \dots \dots \dots f2$$

3.11.3. Conversión alimenticia (CA)

La evaluación del experimento se realizó durante el período de estudio, determinando la eficiencia alimentaria al relacionar el alimento consumido con la ganancia de peso para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$CDA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}} \dots \dots \dots f3$$

3.11.4. Merito económico (ME)

El análisis de viabilidad económica se realizó empleando la siguiente ecuación:

$$\text{Merito económico (ME) \%} = \frac{\text{Beneficio por tratamiento}}{\text{Costo total por tratamiento}} * 100 \dots \dots \dots f4$$

3.11.5. Beneficio Neto (BN)

El cálculo del beneficio neto se basó en los ingresos estimados por la venta potencial de los pollos, así como en los costos fijos y variables asociados a la producción. Para determinar el beneficio neto, se utilizará la siguiente fórmula:

$$BN_i = PY_i - (CF_i + CV_i)$$

Dónde:

BN_i = Beneficio neto por ave por tratamiento S/.

I = Tratamiento

PY_i = Ingreso bruto por tratamiento S/.

CF_i = Costo fijo por pollo por tratamiento S/.

CV_i = Costo variable por pollo para cada tratamiento S/.

3.11.6. Nivel óptimo de inclusión de harina de plátano moquicho

Para establecer el nivel ideal de inclusión, se desarrolló un análisis estadístico que correlacionó, mediante regresión cuadrática, las distintas concentraciones de harina de plátano con los indicadores zootécnicos (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia). La derivada primera de la ecuación generada permitió identificar el punto óptimo de incorporación.

3.11.7. Diseño y análisis estadístico

Las aves se distribuyeron en un diseño completamente al azar (DCA) con 5 niveles de harina integral de plátano moquicho y 5 repeticiones, usando 5 pollos Cobb 500 por unidad experimental. La ecuación del ANOVA en un DCA se utilizó para evaluar la variabilidad entre tratamientos y el error experimental.

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

Dónde:

Y_{ij} = Observación del i -ésimo peso de los pollos Cobb 500 que reciben la j -ésimo nivel de inclusión de harina de plátanos.

μ = Media poblacional

T_i = Efecto de la i -ésimo nivel de inclusión de harina de plátanos (0%, 03%, 06%, 09% y 12%).

e_{ij} = Error experimental.

Se realizó la prueba de Tukey para identificar diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos, utilizando letras para identificar qué grupos difieren significativamente entre sí.

Modelo de regresión cuadrática:

Este modelo evaluó el efecto lineal y cuadrático de la variable x sobre la respuesta Y , permitiendo identificar puntos óptimos, como el nivel de inclusión de harina de plátano que maximiza el rendimiento zootécnico. El análisis se realizó con el software InfoStat (Infostat, 2020). El modelo de regresión cuadrática fue la siguiente:

$$Y_{ij} = a + bx + cx^2$$

Dónde:

Y_{ij} = estimación de la i -ésima respuesta en función del nivel óptimo de nivel de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

a = intercepto (intercepto de la línea de regresión n con el eje Y)

b = coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

c^2 = coeficiente de regresión cuadrática (siendo siempre distinto a cero).

x_i = la i -ésima respuesta del nivel óptimo de nivel de inclusión de harina integral de plátano moquicho.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros zootécnicos de pollos Cobb 500 alimentados con inclusión de harina integral de plátano Moquicho.

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros zootécnicos evaluados en las tablas. Los análisis de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia muestran que los niveles de inclusión de harina integral de plátano moquicho influyen en todos los parámetros zootécnicos.

4.1.1. Consumo diario de Alimento (CDA)

En la **Tabla 5** se sistematiza los valores obtenidos del alimento diario de pollos Cobb 500 durante las tres fases inicio, crecimiento y acabado; bajo diferentes tratamientos con variaciones en el porcentaje de inclusión de harina integral de plátano Moquicho.

Tabla 5. Consumo diario de alimento de pollos Cobb 500 en las tres fases y el total.

Tratamientos	Inicio	Crecimiento	Acabado	Total
T ₁	14.87 ± 0.17 ^d	54.60 ± 1.43 ^d	152.92 ± 1.74 ^c	83.17 ± 1.24 ^d
T ₂	16.05 ± 0.50 ^c	57.47 ± 0.49 ^{cd}	156.84 ± 0.92 ^b	86.10 ± 0.39 ^c
T ₃	17.66 ± 0.32 ^b	59.56 ± 1.96 ^{bc}	157.44 ± 1.28 ^b	87.53 ± 1.18 ^{bc}
T ₄	17.72 ± 0.41 ^b	60.51 ± 1.24 ^b	158.63 ± 0.81 ^b	88.40 ± 0.60 ^b
T ₅	18.72 ± 0.33 ^a	68.38 ± 2.21 ^a	161.94 ± 1.29 ^a	93.20 ± 0.84 ^a
p – valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
CV (%)	2.14	2.63	0.79	1.04
Tendencia	C (0.0055)	C (0.0032)	L (<0.0001)	C (0.0499)

Los promedios que no comparten el mismo superíndice en una columna presentan diferencias significativas según el análisis de comparaciones múltiples de Tukey. T₁: al 0% HIPM, T₂ al 3% HIPM, T₃ al 6% HIPM, T₄ al 9% HIPM, T₅ al 12% HIPM. HIPM: harina integral de plátano moquicho. L: lineal C: cuadrática NS: no significativo.

4.1.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

La **Tabla 6** presenta los resultados de la ganancia diaria de peso de pollos Cobb 500 durante la fase de inicio, crecimiento, acabado y la fase total bajo diferentes tratamientos de inclusión de harina integral de plátano moquicho. A continuación, se describen:

Tabla 6. Ganancia diaria de peso de la fase de inicio, crecimiento, acabado y total.

Tratamientos	Inicio	Crecimiento	Acabado	Total
T ₁	15.51 ± 0.43 ^b	51.57 ± 0.57 ^a	73.18 ± 0.67 ^c	52.39 ± 0.13 ^c
T ₂	16.05 ± 1.10 ^{ab}	51.78 ± 0.94 ^a	76.87 ± 0.68 ^b	53.95 ± 0.37 ^b
T ₃	17.14 ± 0.58 ^{ab}	52.07 ± 0.55 ^a	76.83 ± 0.71 ^b	54.28 ± 0.33 ^b
T ₄	15.75 ± 1.39 ^b	52.21 ± 0.63 ^a	76.98 ± 0.86 ^b	54.12 ± 0.34 ^b
T ₅	17.55 ± 0.32 ^a	52.08 ± 0.50 ^a	79.53 ± 0.55 ^a	55.37 ± 0.28 ^a
p – valor	0.0044	0.5439	<0.0001	<0.0001
CV	5.29	1.26	0.92	0.56
Tendencia	L (0.0059)	0.1328 (NS)	L (<0.0001)	C (0.0384)

Los promedios que no comparten el mismo superíndice en una columna presentan diferencias significativas según el análisis de comparaciones múltiples de Tukey. T₁: al 0% HIPM, T₂ al 3% HIPM, T₃ al 6% HIPM, T₄ al 9% HIPM, T₅ al 12% HIPM. HIPM: harina integral de plátano moquicho. L: lineal C: cuadrática NS: no significativo.

- Fase de inicio

El tratamiento T₁ en la fase inicial del estudio mostró un consumo diario de alimento de 14.87 g/día y una ganancia diaria de peso de 15.51 g/día. Estos resultados contrastan de estudios previos realizados en condiciones climáticas similares. Saavedra (2018) reportó un mayor consumo (21.14 g/día) y una ganancia de peso inferior (12.79 g/día), mientras que Ruíz (2018) obtuvo valores superiores tanto en consumo (25.00 g/día) como en ganancia de peso (22.76 g/día). Todos estos resultados son inferiores a los estándares de la línea Cobb 500 (Cobb, 2022). Las variaciones pueden atribuirse a diversos factores, incluidos manejo, alimentación, períodos de estudio y características específicas de las aves (Peco *et al.*, 2016).

Por otro lado, el tratamiento T₅ con 12% de HIPM, alcanzó 18.72 g/día en consumo diario de alimento y 17.55 g/día en ganancia diario de peso, siendo T₁ el que menos consumió y ganó peso. Esta tendencia observada puede explicarse por la composición nutricional de la harina integral de plátano, que, según los análisis es rica en carbohidratos y un alto contenido de energético y minerales como: fósforo, potasio y calcio. Sin embargo, Sosa y Saavedra (2023)

advirtieron que niveles de inclusión superiores al 20% pueden ser contraproducentes por la acumulación de taninos, que pueden formar complejos insolubles con proteínas, comprometiendo así la energía metabolizable y la biodisponibilidad proteica.

Diversos estudios han investigado el uso de harina de plátano en la alimentación avícola con resultados variados. Sosa y Saavedra (2023) observaron un mayor consumo de alimento con niveles de inclusión del 15% y 20%, aunque el control sin inclusión mostró la mejor ganancia de peso. En Haití, Dumorné *et al.*, (2020) encontraron que una inclusión del 5% a los 10 días de edad promovió un mayor consumo diario de alimento, mientras que el 15% produjo una ganancia diaria de peso de 37.56 g/día. En Indonesia, Rahmawati *et al.*, (2023) concluyeron que hasta un 5% de inclusión de harina de plátano, combinado con 0.05% de multienzima, fue beneficioso para los pollos, especialmente como sustituto de antibióticos.

El estudio de Aguilar y Delgado (2021) en Rioja revelaron que el tratamiento sin harina de plátano verde 'inguiri' mostró los mejores resultados en consumo y ganancia de peso, seguido por la inclusión del 20%. Valverde (2016) considera la harina de plátano un insumo prometedor en la alimentación avícola, aunque Sosa y Saavedra (2023) advierten sobre no exceder el 20% por los taninos. Giménez (2014) enfatiza que altas concentraciones de taninos afectan la energía metabolizable y la disponibilidad de proteínas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de un uso cuidadoso y equilibrado de la harina de plátano en la alimentación de pollos.

- Fase de crecimiento

En la fase de crecimiento, el tratamiento T₁ mostró un consumo diario de alimento de 54.6 g/día y una ganancia diaria de peso de 51.57 g/día, valores intermedios en comparación con estudios previos en Tingo María. Saavedra (2018) reportó un mayor consumo (64.39 g/día) y una ganancia ligeramente superior (52.21 g/día), mientras que Ruiz (2018) observó cifras más bajas (45.14 g/día en consumo y 31.81 g/día en ganancia). Todos estos resultados están por debajo de los estándares de la línea Cobb 500 (Cobb, 2022), lo cual puede atribuirse a otros factores como: manejo, alimentación y características genéticas de las aves (Peco *et al.*, 2016).

El tratamiento T₅ (12% de inclusión de HIPM) destacó por su mayor consumo diario de alimento (68.38 g/día). Esta alta ingesta se atribuye a las propiedades nutricionales de la HIPM, que aporta grasa (0.56%), fibra cruda (1.36%), alta energía bruta (3630.21 cal/g), fósforo (0.154%), calcio (0.132%) y potasio (1.216%) según los análisis de laboratorio. Además, según Rodríguez y Pérez (2015), contiene 16 aminoácidos, lo que la convierte en un alimento

completo. Velásquez (2012) señala que la pulpa de plátano proporciona 122 calorías por cada 100 gramos.

En términos de ganancia diaria de peso, T₅ alcanzó 52.08 g/día, ligeramente superior al estándar de Cobb 500 (49.1 g/día) (Cobb, 2022). Las variaciones en la ganancia diario de peso entre tratamientos (T₁ a T₅) fueron mínimas: T₁ obtuvo 51.57 g/día, T₂ 51.78 g/día, T₃ 52.07 g/día, T₄ 52.21 g/día y T₅ 52.08 g/día. Aguilar y Delgado (2021) destacan la importancia de un metabolismo adecuado de nutrientes para promover un crecimiento eficiente en las aves.

- Fase de acabado

En la fase de acabado, el tratamiento T₁ del presente estudio registró un consumo diario de alimento de 152.92 g/día y una ganancia diaria de peso de 73.18 g/día. Estos valores contrastan con los obtenidos por Saavedra (2018), quien reportó un consumo ligeramente superior de 157.44 g/día, pero una ganancia de peso de 113.78 g/día. En contraste, Ruíz (2018) reportó cifras considerablemente inferiores: 83.77 g/día en consumo y 48.10 g/día en ganancia. Todos estos resultados se sitúan por debajo de los estándares establecidos para la línea Cobb 500 (Cobb, 2022). Evidencian la complejidad de los factores que influyen en el rendimiento avícola, como el manejo, la alimentación y las características genéticas de las aves utilizadas en cada investigación.

El tratamiento T₅, con un 12% de inclusión de HIPM, destacó con un consumo diario de alimento (161.94 g/día) y ganancia de peso (79.53 g/día). Estos resultados positivos se atribuyen a los nutrientes aportados por la HIPM, según los análisis de laboratorio. Estos hallazgos coinciden con Sosa y Saavedra (2023), quienes observaron mejoras en el consumo con inclusiones del 15% y 20%. Dumorné *et al.*, (2020) también reportaron alta ganancia diaria de peso con un 20% de inclusión. Sin embargo, otros estudios muestran resultados diversos. Aguilar y Delgado (2021) encontraron que el tratamiento control superó a las dietas con harina de plátano, posiblemente debido a la presencia de taninos, que según Quintana (2009) los taninos pueden afectar la disponibilidad de proteínas e inhibir enzimas digestivas. Atty (2021) sugiere que un 6% de inclusión mejoró la ganancia de peso en pollos Ross 308, mientras que Chasipanta (2023) reportó beneficios con solo un 1.5% de harina de cáscara de plátano.

En nuestro estudio, utilizando un 12% de harina integral (pulpa y cáscara), mostró resultados positivos en consumo y ganancia de peso, contrastando con Alzate y Vélez (2019), quienes observaron la menor ganancia de peso con un 10% de inclusión de harina de cáscara.

Estas diferencias destacan la importancia de considerar la composición de la harina (integral vs. cáscara), el nivel de inclusión y las características específicas de cada estudio al evaluar el impacto de la harina de plátano en la nutrición avícola.

- Fase total

El análisis de la fase total del estudio revela variaciones interesantes entre diferentes investigaciones realizadas en condiciones similares. El tratamiento testigo (T₁) del presente estudio registró un consumo diario de alimento de 83.17 g/día y una ganancia diaria de peso de 52.39 g/día. Estos resultados difieren de los obtenidos por Saavedra (2018), quien reportó un consumo diario de alimento notablemente mayor (94.74 g/día), pero una ganancia diaria de peso ligeramente inferior (49.30 g/día). Por otro lado, Ruiz (2018), en un estudio realizado en la misma localidad, obtuvo resultados muy similares en cuanto al consumo diario de alimento (83.77 g/día) comparado con el presente estudio, pero mostró una ganancia diaria de peso menor (47.21 g/día). Es destacable que todos estos resultados, incluyendo los del presente estudio, se mantienen por debajo de los estándares establecidos para la línea Cobb 500 (Cobb, 2022), lo que sugiere la influencia de otros factores locales como calidad de insumos de la zona.

En la comparación de los tratamientos, se destacó el T₅, con 12% de inclusión de HIPM, obtuvo un mayor consumo diario de alimento (93.20 g/día) y la ganancia diaria de peso (55.37 g/día). Este rendimiento superior podría atribuirse al alto contenido de energía bruta 3630.21 cal/g que aporta la HIPM. Esta densidad energética contribuye a optimizar el equilibrio nutricional de la dieta, proporcionando energía inmediata tanto para el mantenimiento como para la producción. Es importante señalar que los pollos de engorde ajustan su ingesta alimentaria en función del aporte energético de la dieta, consumiendo una cantidad específica de energía diaria cuando se les ofrece una dieta nutricionalmente equilibrada (Quishpe, 2006). Además, la HIPM no solo aporta energía, sino que también enriquece la dieta con 16 aminoácidos esenciales y otros nutrientes valiosos, como señalan Rodríguez y Pérez (2015), lo que podría explicar su impacto positivo en el crecimiento y desarrollo de las aves.

Dumorné *et al.*, (2020) demostraron que una incorporación de hasta 20% de harina de plátano no comprometió el peso corporal final, superando incluso al grupo control después de 40 días. Esta observación sugiere que la harina de plátano podría ser una alternativa viable en la alimentación avícola. En línea con estos hallazgos, Atty (2021) reportó que una inclusión del 6% de harina de plátano verde resultó en mayor ganancia de peso y consumo de alimento. Sin

embargo, otros estudios han arrojado resultados contrastantes: Delgado *et al.*, (2013) no encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso, mientras que Sosa y Saavedra, así como Aguilar y Delgado (2021), observaron que el grupo control superó a los tratamientos con harina de plátano. La variabilidad en los resultados podría explicarse por diferencias en las metodologías, duración de los estudios y condiciones específicas de cada experimento.

Rahmawati *et al.*, (2023) encontraron que una inclusión del 5% de harina de plátano verde combinada con multienzima mejoró la ganancia de peso corporal, sugiriendo que esta combinación podría ser una alternativa viable a los antibióticos. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar no solo el porcentaje de inclusión, sino también la forma de preparación y los complementos dietéticos al evaluar la eficacia de la harina de plátano en la alimentación avícola.

El uso de harina de cáscara de plátano también ha sido investigado, aunque con resultados menos concluyentes. Chasipanta (2023) reportó que una inclusión del 1.5% de harina de cáscara de plátano mejoró la ganancia de peso y el consumo de alimento en pollos, sugiriendo que bajas concentraciones pueden ser beneficiosas. En contraste, Alzate y Vélez (2019) encontraron que el tratamiento control superó a una inclusión del 10% de harina de cáscara. Estos investigadores señalaron la necesidad de optimizar el proceso de obtención de la harina y mejorar sus propiedades nutricionales, dado que la presencia de taninos en la cáscara puede reducir la digestibilidad.

En patos, Sjofjan *et al.*, (2021) demostraron que la sustitución con harina de tubérculo de banano modificada fue beneficiosa para la ganancia de peso corporal, atribuyendo esto a su alto valor nutricional y contenido de β -celulosa. En conejos, Rochi *et al.*, (2020) encontraron que una inclusión del 5% de cáscara de plátano en pellets resultó en mayor peso final y ganancia de peso, superando significativamente al control y otros tratamientos. Estos estudios sugieren que los subproductos del plátano podrían tener aplicaciones más amplias en la nutrición animal, más allá de la avicultura.

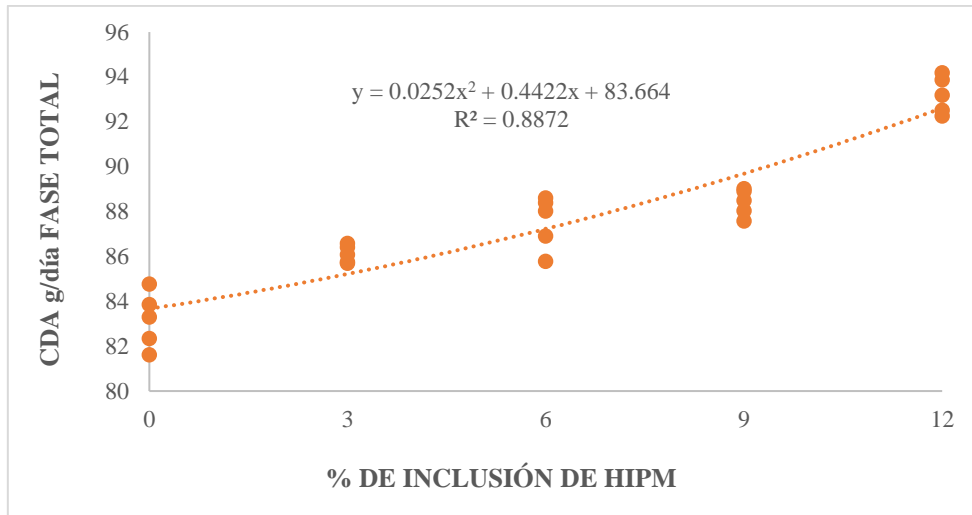


Figura 1. Relación de la influencia de la harina Integral de plátano moquicho con el consumo diario de alimento en la fase total.

El análisis de regresión muestra que el modelo cuadrático ($R^2 = 88.72\%$) explica ligeramente mejor la variabilidad que el modelo lineal ($R^2 = 87.46\%$). Ambos valores de R^2 son elevados, indicando que aproximadamente el 89% y 87% de la variabilidad en la variable dependiente puede atribuirse a los cambios en el porcentaje de HIPM en la ración, respectivamente. Estos altos coeficientes de determinación sugieren una fuerte relación entre las variables y una excelente capacidad predictiva de ambos modelos.

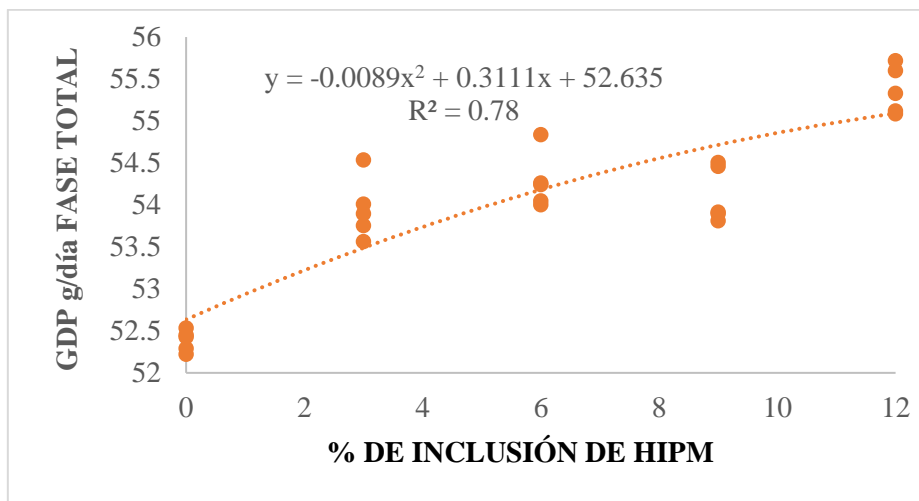


Figura 2. Relación de la influencia de la harina integral de plátano moquicho con la ganancia diaria de peso en la fase total.

El análisis de regresión revela que tanto el modelo cuadrático ($R^2 = 78\%$) como el modelo lineal ($R^2 = 76.19\%$) explican proporciones similares de la variabilidad, indicando que aproximadamente entre el 76-78% de los cambios en la variable dependiente pueden atribuirse

a las variaciones en el porcentaje de HIPM en la ración. Estos valores de R² substanciales sugieren una relación consistente entre las variables y una buena capacidad predictiva de ambos modelos.

4.1.3. Conversión alimenticia (CA)

La **Tabla 7** presenta los datos de conversión alimenticia de pollos de engorde durante la fase de inicio, crecimiento, acabado y la fase total en función de diferentes tratamientos de inclusión de harina integral de plátano (0%, 3%, 6%, 9%, y 12%).

Tabla 7. Conversión alimenticia en la fase de inicio, crecimiento, acabado y total.

Tratamientos	Inicio	Crecimiento	Acabado	Total
T₁	0.96 ± 0.03 ^b	1.06 ± 0.03 ^c	2.09 ± 0.03 ^a	1.59 ± 0.02 ^c
T₂	1.00 ± 0.09 ^{ab}	1.11 ± 0.02 ^{bc}	2.04 ± 0.02 ^b	1.60 ± 0.02 ^{bc}
T₃	1.03 ± 0.05 ^{ab}	1.14 ± 0.05 ^b	2.05 ± 0.02 ^{ab}	1.61 ± 0.02 ^{bc}
T₄	1.13 ± 0.11 ^a	1.16 ± 0.02 ^b	2.06 ± 0.03 ^{ab}	1.63 ± 0.02 ^b
T₅	1.07 ± 0.03 ^{ab}	1.31 ± 0.04 ^a	2.04 ± 0.01 ^b	1.68 ± 0.02 ^a
P – valor	0.0089	<0.0001	0.0213	<0.0001
CV	6.57	2.79	1.22	1.27
Tendencia	L (0.002)	C (0.0025)	L (0.0239)	C (0.0203)

Los promedios que no comparten el mismo superíndice en una columna presentan diferencias significativas según el análisis de comparaciones múltiples de Tukey. T₁: al 0% HIPM, T₂ al 3% HIPM, T₃ al 6% HIPM, T₄ al 9% HIPM, T₅ al 12% HIPM. HIPM: harina integral de plátano moquicho. L: lineal C: cuadrática NS: no significativo.

- Fase de inicio y crecimiento

En la **Tabla 7**, durante la fase de inicio, el tratamiento T₁ (sin HIPM) alcanzó una conversión alimenticia de 0.96, seguida de 1.06 en la fase de crecimiento. Estos resultados contrastan con estudios realizados en la misma zona de Tingo María, donde Saavedra (2018) reportó valores de 1.67 y 1.24 para las fases de inicio y crecimiento respectivamente, mientras que Ruiz (2018) obtuvo 1.16 y 1.46. La variabilidad en los resultados, pese a la similitud geográfica, sugiere la influencia de otros factores no controlados. No obstante, los valores obtenidos en el presente estudio superaron los estándares establecidos por la línea Cobb 500 en ambas fases (Cobb, 2022)

Durante las etapas de inicio y crecimiento, el tratamiento control demostró mayor eficiencia en la conversión alimenticia comparado con los demás tratamientos. Esta diferencia puede atribuirse principalmente a la presencia de taninos, particularmente en la cáscara del plátano, considerando que la formulación utilizó una proporción de 20% de cáscara y 80% de pulpa. Es importante señalar que en la formulación de las raciones se trabajó con fibra cruda y no con fibra dietética, lo cual podría haber afectado la precisión en la estimación del contenido real de fibra total, resultando en una menor digestibilidad del alimento durante estas etapas. Adicionalmente, la presencia de factores antinutricionales podría haber interferido con la absorción eficiente de los nutrientes, afectando así la conversión alimenticia (Quintana, 2009).

Los resultados obtenidos son consistentes con los reportados por Sosa y Saavedra (2023), quienes encontraron que en la fase de inicio la conversión alimenticia más eficiente correspondió al tratamiento control (1.33), seguido por el tratamiento con 15% de inclusión (1.44), mientras que el 20% mostró la menor eficiencia (1.63). Estos valores, aunque superiores a los de nuestro estudio, probablemente se deben a los mayores niveles de inclusión empleados. De manera similar, Aguilar y Delgado (2021) observaron mejor eficiencia en el tratamiento control (1.49), sugiriendo que niveles intermedios de inclusión podrían ser más beneficiosos. En contraste, Rahmawati *et al.*, (2023) no encontraron diferencias significativas con una inclusión del 5% de harina de plátano, lo que podría indicar que bajos niveles de inclusión tienen un impacto menor en la conversión alimenticia.

- Fase de acabado

En la fase de acabado, el tratamiento control (T₁) registró una conversión alimenticia de 1.59. Al comparar con estudios similares realizados en Tingo María, Saavedra (2018) reportó una conversión alimenticia más eficiente de 1.39, mientras que Ruiz (2018) obtuvo un valor menos eficiente de 1.72. Los resultados del presente estudio fueron menos favorables que el estándar establecido por la línea Cobb 500, que indica una conversión alimenticia de 1.50 para esta fase (Cobb, 2022).

En esta etapa, los tratamientos T₂ y T₅, ambos con inclusión de harina integral de plátano, alcanzaron una eficiencia alimenticia de 2.04, mientras que el tratamiento sin harina T₁, obtuvo 2.09. Los tratamientos, T₃ (2.05) y T₄ (2.06), presentaron valores similares sin diferencias significativas. Este desempeño se debe a que los pollos han completado el desarrollo de su tracto gastrointestinal, lo que les permite una mejor absorción de nutrientes (Acres, 2018).

Además, la harina de plátano, rica en potasio, calcio, vitaminas, aminoácidos y minerales Rodríguez y Pérez (2015) contribuyen en la dieta y pueden ser aprovechados por los pollos.

Estos hallazgos difieren con Sosa y Saavedra (2023), quienes encontraron que el alimento comercial tenía una mejor eficiencia (1.95) en comparación con los demás tratamientos. Asimismo, Aguilar y Delgado (2021) encontraron que niveles elevados de harina se asociaban con menores eficiencias, mientras que Chasipanta (2023) y Alzaste y Vélez (2019) señalaron en su investigación sobre la harina de cáscara de plátano que el tratamiento control mostró la mejor conversión alimenticia. Sin embargo, también consideran viable el uso de esta harina de cáscara porque es rica en potasio, vitamina B6, calcio, antioxidantes, manganeso, fibra, biotina y cobre, lo que la convierte en una fuente valiosa de nutrientes, según Chasipanta (2023).

- Fase total

En la fase total, el tratamiento control (T₁) mostró una conversión alimenticia de 1.59, demostrando mayor eficiencia que estudios previos realizados en la misma localidad, donde Saavedra (2018) y Ruiz (2018) obtuvieron valores de 1.92 y 1.77, respectivamente. Sin embargo, pese a esta mejor eficiencia comparativa, los resultados fueron menos eficientes que los estándares establecidos por la línea Cobb (Cobb, 2022).

En la fase total, el tratamiento T₁ (control) demostró la mejor eficiencia alimenticia (1.59), seguido por T₂ (1.60), T₃ (1.61) y T₄ (1.63). Es notable que el T₅, con 12% de inclusión de harina de plátano moquicho, aunque alcanzó la mayor ganancia de peso, presentó la menor eficiencia en conversión alimenticia (1.68). Si bien este tratamiento sobresalió en la fase de acabado, no logró compensar completamente las diferencias observadas en las fases anteriores, lo cual se refleja en los resultados totales. Esta menor eficiencia podría atribuirse a la presencia de taninos y otros factores antinutricionales que, aunque la fibra estuviera controlada en la ración, podrían haber afectado la digestibilidad y aprovechamiento del alimento.

En pollos de engorde, varios investigadores encontraron mayor eficiencia en los tratamientos control. Sosa y Saavedra (2023) reportaron que, aunque la harina de plátano es rica en nutrientes, la presencia de taninos afecta su aprovechamiento, sugiriendo el 15% como nivel óptimo de inclusión. Aguilar y Delgado (2021) observaron mejor rendimiento en el

control, seguido por 20% de inclusión, señalando que niveles más altos reducen la palatabilidad. Rahmawati *et al.* (2023) también confirmaron mayor eficiencia en el tratamiento control.

En estudios con harina de cáscara de plátano, tanto Chasipanta (2023) como Alzate y Vélez (2019) encontraron que el tratamiento control mostró la mejor conversión alimenticia. Sin embargo, Atty (2021) obtuvo resultados positivos con una inclusión del 6% de harina de plátano, demostrando mejor conversión alimenticia. En otras especies, los resultados fueron más alentadores. Sjojfan *et al.*, (2021) reportaron beneficios utilizando harina de tubérculo de banano modificado en patos. En conejos, Rochi *et al.*, (2020) obtuvieron mejor eficiencia usando cáscara de plátano en pellet, recomendando una inclusión del 5% en la ración.

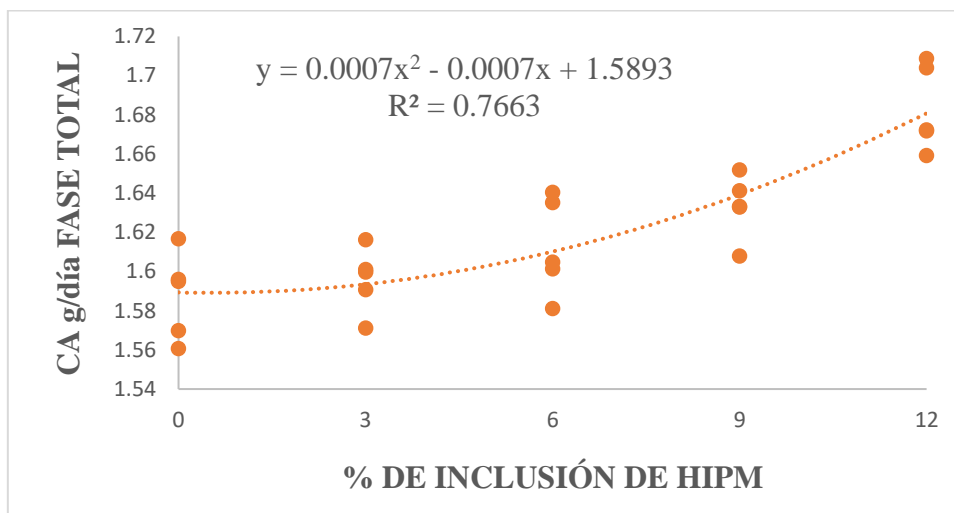


Figura 3. Relación de la influencia de la harina integral de plátano moquicho con la conversión alimenticia en la fase total.

El análisis de regresión muestra que el modelo cuadrático ($R^2 = 76.63\%$) explica mejor la variabilidad que el modelo lineal ($R^2 = 69.43\%$), indicando que cerca del 77% y 69% de los cambios en la variable dependiente, respectivamente, pueden atribuirse a las variaciones en el porcentaje de HIPM en la ración. Estos valores de R^2 substanciales sugieren una relación considerable entre las variables, siendo el modelo cuadrático el que presenta una mejor capacidad predictiva.

4.2. Parámetros económicos con inclusión de harina integral de plátano moquicho en pollos Cobb 500.

A continuación, se presentan los resultados económicos indican que la inclusión de harina integral de plátano en la dieta afecta positivamente la rentabilidad. A medida que aumenta la

proporción de harina de plátano, se observa una mejora en el mérito económico y el beneficio neto, sugiriendo que mayores niveles de inclusión contribuyen a una mayor rentabilidad.

4.2.1. Merito económico (ME) y Beneficio Neto (BN)

La evaluación económica del uso de harina integral de plátano en dietas para pollos Cobb 500 se basa en dos indicadores clave: el beneficio neto (BN) y el mérito económico (ME). El beneficio neto cuantifica la rentabilidad, analizando la relación entre el aumento de peso de los pollos y la estructura de costos. Por otra parte, el mérito económico determina la eficiencia económica de esta formulación en comparación con otras alternativas de alimentación.

Tabla 8. Análisis económico en función a la inclusión de harina integral de plátano en raciones para pollos Cobb 500.

Tratamientos	Yi ¹	PYi ²	Costo ³ total	BNI ⁴ (S/.)		ME ⁵ (%)
			por pollo	Por pollo	Por Trat.	
T₁	1.83352	13.7514	11.27	2.4834	62.09	22.04
T₂	1.88836	14.1627	11.20	2.9647	74.12	26.48
T₃	1.89984	14.2488	11.11	3.1408	78.52	28.28
T₄	1.89416	14.2062	11.04	3.1682	79.21	28.70
T₅	1.93800	14.535	10.96	3.577	89.43	32.64

Yi = Ganancia de peso periodo de evaluación

PY = Ingreso bruto por pollo para cada tratamiento (Precio relativo x kg. S/ 7.50)

CT = Costo total por pollo por tratamiento (S/)

BN = Beneficio neto (S/)

ME = Mérito económico (%)

El análisis económico se presenta en la **Tabla 8**. Los resultados evidencian una correlación positiva entre la inclusión de harina de plátano y los indicadores económicos. El tratamiento T₅, con 12% de inclusión, destacó por alcanzar el máximo ingreso bruto (S/. 14.535) y el mayor incremento ponderal (1.938 kg). Se observó una reducción progresiva en el costo total por ave conforme aumentaba el porcentaje de harina de plátano, generando beneficios netos superiores en los tratamientos con mayor inclusión. La máxima rentabilidad se registró en T₅ (12%), logrando un beneficio neto de S/. 3.577 y un mérito económico del 32.64%, demostrando la viabilidad económica de incorporar hasta 12% de harina integral de plátano moquicho en comparación con dietas convencionales.

Diversos estudios corroboran la factibilidad económica de incluir harina de plátano en la alimentación avícola. Atty (2021) evidenció una relación costo/beneficio favorable de 0.31 centavos con una inclusión del 6%. Por su parte, Delgado *et al.*, (2023) reportaron óptima rentabilidad con una inclusión del 25%. Sin embargo, las investigaciones presentan resultados contrastantes. Sosa y Saavedra (2023) y Chasipanta (2023) determinaron mayor eficiencia económica en el tratamiento control, sugiriendo el uso de harina de plátano como sustituto parcial para optimizar costos alimenticios. Particularmente, Chasipanta identificó potencial económico en la inclusión del 1.5% de harina de cáscara de plátano, ya que puede ofrecer oportunidades económicas, mejorar los márgenes de beneficio y contribuir al desarrollo económico local.

4.3. Nivel óptimo de inclusión de harina integral de plátano moquicho en pollos Cobb 500

Los resultados indican que el consumo de alimento muestra una tendencia cuadrática significativa en las fases de inicio ($p=0.0055$), crecimiento ($p=0.0032$) y total ($p=0.0499$), mientras que en la fase de acabado presenta una tendencia lineal ($p<0.0001$). En cuanto a la ganancia de peso, se observa una tendencia lineal en la fase de inicio ($p=0.0059$) y en la fase de acabado ($p<0.0001$) y sin significancia en la fase de crecimiento ($p=0.1328$), y una tendencia cuadrática en la fase total ($p=0.0384$). Por su parte, la conversión alimenticia muestra una tendencia lineal en las fases de inicio ($p=0.002$), acabado ($p=0.0239$), mientras que en la fase de crecimiento ($p=0.0025$) y total ($p=0.0203$) presentan una tendencia cuadrática. Estos resultados sugieren que es posible incrementar la proporción de harina integral de plátano moquicho en la dieta de pollos.

Los resultados indican que se puede aumentar el nivel de inclusión de harina de plátano moquicho en la dieta de pollos Cobb 500 más allá del 12% evaluado, sin afectar negativamente el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia en la fase final. Sin embargo, el tratamiento control mostró mejor eficiencia en conversión alimenticia en las etapas iniciales. Esto sugiere que existe un nivel óptimo por debajo del 12% para mantener una mejor conversión. Si bien no se determinó un punto óptimo, los datos respaldan incrementar seguramente la proporción de harina. Se recomienda más investigación para definir el nivel máximo que optimice el rendimiento sin afectar la conversión.

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados presentados en esta evaluación, se llega a las siguientes conclusiones:

Se acepta la hipótesis, ya que el tratamiento con 12% de inclusión de harina integral de plátano moquicho en la dieta de pollos Cobb 500 demostró mejor eficiencia en los índices productivos zootécnicos y en el análisis económico. Cabe señalar que el tratamiento control presentó mejor eficiencia en la conversión alimenticia durante las etapas de inicio y crecimiento.

En los parámetros zootécnicos en las fases de inicio y crecimiento y acabado el tratamiento T₅ (12% HIPM) mostró el mayor consumo de alimento (inicio: 18.72 g/día, crecimiento: 68.38 g/día, acabado: 161.94 g/día) también mayor ganancia de peso (inicio: 17.55 g/día, crecimiento: (no se presentó diferencia significativa) y acabado: 79.53 g/día). En cuanto a la conversión alimenticia el tratamiento testigo fue más eficiente en inicio (0.92) y crecimiento (1.06), mientras que en la fase acabado el T₂ y T₅ fueron superiores (2.04), indicando una mayor eficiencia en la fase final.

En los parámetros económicos en la fase total el tratamiento T₅ resultó el más rentable con un mérito económico de 32.64%, mayor ingreso bruto de (\$/ 14.535), menor costo (\$/ 10.96) y mayor beneficio neto (\$/ 3.577 por pollo).

No se pudo determinar un punto óptimo, ya que las respuestas observadas fueron lineales, no significativas y cuadráticas. Esto sugiere que se podría aumentar el nivel de harina por encima del 12% sin afectar negativamente el rendimiento tanto en consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, en la etapa de acabado en conversión alimenticia.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

De acuerdo con los resultados y conclusiones obtenidos en la investigación, se recomienda lo siguiente:

Realizar una investigación con niveles de harina integral de plátano moquicho superiores al 12% permitiría determinar mayor precisión del punto óptimo de inclusión en la dieta de pollos Cobb 500.

Probar niveles superiores de inclusión de harina integral de plátano moquicho en la fase de acabado sería especialmente relevante, ya que en esta etapa se obtuvieron mejores resultados en términos de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Evaluar cómo la inclusión de harina integral de plátano moquicho afecta la calidad de la carne de pollo en términos de sabor, textura y valor nutricional.

Evaluar la funcionalidad fisiológica de los órganos digestivos utilizando la harina integral de plátano moquicho a través de medidas alométricas para obtener una comprensión más precisa de su eficiencia y adaptación.

VII. REFERENCIAS

- Acres, A. (2018). Manual de manejo del pollo de engorde. Obtenido de https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_Tech_Docs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- Aguilar Silva Cristian Abel y Delgado Vásquez Jauner Yomar. (2021). Evaluación de la sustitución parcial de la harina de plátano (*Musa paradisiaca*) por el maíz (*Zea mays*) para la alimentación de pollos broiler (Cobb 500) en Rioja. Obtenido de https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1519/TESIS_JAUNER%20YOMAR%20DELGADO%20VASQUEZ%20Y%20CRISTIAN%20ABEL%20AGUILAR%20SILVA_actualizada.pdf?sequence=11&isAllowed=y
- Atty Rivera, C. (2021). Inclusión De Tres Niveles (2, 4 Y 6%) De Harina De Plátano Verde (*Musa × Paradisiaca*) Como Fuente De Carbohidratos En La Alimentacion De Pollos Broiler En El Cantón Mejía. Universidad Técnica De Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10210/1/PC-002608.pdf>
- Alzate Rodriguez , J., y Vélez Montes, J. (s/f de s/f de 2019). Efecto De La Inclusión De Harina De Cáscara De Plátano Dominic Hartón En El Desempeño De Pollos De Engorde En Elmunicipio De Dosquebradas, Risaralda. Universidad Tecnológica De Pereirafacultad De Ciencias Agrarias Y Agroindustria, Pereira. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/288157640>
- Babot , J., Argañaz Martínez , F., Apella , M., y Perez Chaia, A. (2011). Obtenido de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/74735#ds-main>
- Cepero, R. (s.f). Producción de huevos y pollos alternativos en España y en la U.E.: situación actual y perspectivas de futuro. Recuperado de http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/02_04_46_Produccion_en_la_UE.pdf
- Chasipanta Enrique, J. (Agosto 2023). "Utilización de diferentes niveles de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en sustituto parcial de carbohidratos para la alimentación de pollos Broiler". Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10905/1/PC-002901.pdf>

- Cobb . (2022). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Obtenido de <https://www.cobbgenetics.com/assets/Cobb-Files/2022-Cobb500-Broiler-Performance-Nutrition-Supplement.pdf>
- Cobb 500. (2012). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Obtenido de https://eliasnutri.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/04/cobb500_bpn_supp_spanish.pdf
- Daza Ponce, H. A. (2023). Producción de hijuelos de banano variedad “moquicho” con y sin dominancia apical al corno en tres sustratos, en camara térmica, Tingo María. Obtenido de https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2550/TS_HADP_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgado, Eduardo; Orozco , Yaina; Uribe, Pedro. (2013). Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692013000400002
- Dumorné K, Astorga-Eló M, Merino O, Severe R, Morante L (2020). Importance of banana flour and its effect on growth performance of broiler. Anim Sci J. 2020;91:e13419. <https://doi.org/10.1111/asj.13419>
- Fatsecret, E. (2023). Harina de plátano. Obtenido de <https://www.fatsecret.es/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/nativo/harina-de-platano/100g>
- Figueroa Sobrado, J. D., y Nery Rojas, A. P. (2017). Harina de cáscara de plátano inguiri verde (*Musa paradisiaca* L.) crudo y extruido cocido, como sustituto del maíz amarillo en la alimentación de pollos parrilleros . Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1495/TAI%2000096%20F49.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores Aguilar , E., y Cárdenas Gutiérrez, A. (04 de Abril de 2019). Crianza de pollos con alimentos naturales en zonas periurbanas como contribución al acceso a alimentos. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5600/560059566007/html/#ref11>

- Gimenez , J. (2014). Efecto de taninos en la nutrición de aves. Obtenido de https://www.engormix.com/balanceados/factores-anti-nutricionales-animales/efecto-taninos-sorgo-nutricion_a31276/
- Infostat. (2020). Software Estadístico InfoStat. Universidad de Córdoba, Argentina.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (01 de Marzo de 2022). Producción de aves. Obtenido de <https://actualidadavipecuaria.com/produccion-de-ave-aumento-en-15-departamentos-durante-diciembre-de-2021/>
- Moresco , C. M., y Righi, H. N. (2019). Harina de plátano verde. Obtenido de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/14229>
- Núñez , P. (2023). “Alternativas no Nutricionales para Reducir Estrés Térmico en Pollos de Engorde”. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6388/nunez-lopez-paulet-estefania.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Uno%20de%20los%20efectos%20del,consumo%20de%20energ%C3%ADa%20de%20alimentaci%C3%B3n.>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2013). Revisión del desarrollo avícola. Roma: FAO.
- Paterson, M. (08 de Marzo de 2022). ¿Conoces las propiedades de la harina de plátano verde? Obtenido de https://www.cuerpomente.com/alimentacion/harina-platano-propiedades-uso_8872#:~:text=La%20harina%20de%20pl%C3%A1tano%20se,deshidratadores%20y%20se%20trituran%20finamente.
- Peco Gálvez, M., Barragán Cos, J., y Garcés Narro, C. (2016). Influencia de las condiciones climáticas y meteorológicas sobre los rendimientos productivos en la industria del pollo de carne. Obtenido de https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/7096_40%20-%20influencia%20de%20las%20condiciones%20clim%C3%83%C2%A1ticas%20y%20meteorol%C3%83%C2%B3gicas%20sobre%20los%20rendimientos%20productivos%20en%20la%20industria%20del%20pollo%20de%20carne.pdf
- Quintana , R. (2009). Inhibición de factores antinutricionales (taninos), presentes en la semilla y torta del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante diferentes tratamientos térmicos. Universidad Nacional Agraria de la Selva , Tingo María. Obtenido de

<https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8038247c-3383-4367-8358-bb3d77fd742a/content>

Quishpe, G. (2006). Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Zamorano, Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/eb4e10d9-bf90-4a47-8171-14f048cdfa0e/content>

Rahmawati, O. M., Sugiharto, S., Yudiarti, T., Widiastuti, E., Wahyuni, H. I., Sartono, T. A., ... y Ayasan, T. (2023). Effect of unripe banana flour as a functional feed ingredient on growth performance, internal organ relative weight and carcass traits of broilers. *Veterinary Medicine and Science*, 9(2), 851-859.

Rangel Benavides, R. L. (Mayo 2021). Efecto de la Inclusión de Harina de Plátano Verde en la Dieta para Pollos de Engorde de la Línea ROSS 308. Obtenido de http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1945/1/Rangel_2021_TG.pdf

Rochi, R., G. A. M. K. Dewi, I. M. Nuriyasa (2020). "Using Banana Peels in Pellet Rations to Improve Performance of Local Male Rabbits (*Lepus Nigricollis*)." *International Journal of Life Sciences*, vol. 4, no. 3, 11 Dec. 2020, pp. 59-71, doi:10.29332/ijls.v4n3.550.

Rodríguez, P., y Pérez, E. (2015). Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de aminoácidos de harina de plátano de dos clones (*Musa* AAB, subgrupo cv Hartón común, y enano). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia . Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v28n1/v28n1a06.pdf>

Rostagno S, Albino F, Donzele J, Gomez P, Lopez D. 2011. Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 3Edición. 259p.

Ruíz Saavedra, E. (2018). Evaluación de nitrógeno en excretas y camas de pollos machos cobb 500 alimentados con diferentes niveles de microorganismos eficientes. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/01a0fb17-27f5-4258-b6e8-135a0c73bd46/content>

Saavedra Visitación, M. (2018). "Inclusión de microorganismos eficientes en dietas para pollos parrilleros machos de la línea cobb 500, en Tingo María". Universidad Nacional Agraria

de la Selva, Tingo María. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c8573ebd-525d-4787-b50c-118f85413bef/content>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. (2021). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologico-vigenteprueba&a=2021&b=3801&c=00&d=SENA>

Sjofjan, O., Adli, D. N., Natsir, M. H., Nuningtyas, Y. F., Wardani, T. S., Sholichatunnisa, I., ... & Firmansyah, O. (2021). Effect of dietary modified-banana-tuber meal substituting dietary corn on growth performance, carcass trait and dietary-nutrients digestibility of coloured-feather hybrid duck. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 26(1), 39-48.

Sosa León, J. L., y Saavedra Córdova, L. O. (2023). Evaluación de la harina de banano (*Musa paradisiaca*L.) utilizada en la alimentación de pollos Cobb 500 en las fases de inicio, crecimiento y engorde. *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*, 1-2.

Valverde , M. (2016). Aprovechamiento de la cáscara de banano *musa paradisiaca cavendish musaceae* y plátano dominico- hartón *mussa aab simonds* maduros para la elaboración de alimento balanceado en pollos broiler de engorde. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5970/1/03%20EIA%20416%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Vélasquez Flores, M. K. (2012). Caracterización fisicoquímica de la harina de plátano verde (*Musa acuminata* AA. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/265/FIA-186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zeledón Alaníz, G. A. (Febrero 2009). Costo de producción en la crianza de pollos de engorde broiler en las granjas avícolas. obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/6269/1/6296.pdf>

ANEXO

Anexo 1. Base de datos del consumo de alimento de la fase inicio, crecimiento, acabado y el total

Tratamientos	Repeticiones	CON-A/D/A Inicio	CON-A/D/A Crecimiento	CON-A/D/A Acabado	CON-A/D/A Total
0%	1	15.114	56.827	154.498	84.762
0%	2	14.914	54.720	154.591	83.854
0%	3	14.914	54.720	153.086	83.295
0%	4	14.714	53.600	151.920	82.342
0%	5	14.714	53.133	150.502	81.615
3%	1	15.571	57.533	156.957	86.070
3%	2	15.771	57.533	158.215	86.577
3%	3	16.771	57.347	155.643	85.742
3%	4	15.771	56.787	156.683	85.688
3%	5	16.371	58.160	156.717	86.409
6%	1	17.257	61.240	158.582	88.599
6%	2	17.457	60.507	158.754	88.389
6%	3	17.657	60.533	157.603	88.013
6%	4	18.057	59.200	155.926	86.898
6%	5	17.857	56.307	156.338	85.771
9%	1	18.200	61.627	158.742	89.013
9%	2	17.200	59.573	157.772	87.573
9%	3	17.400	61.573	157.825	88.489
9%	4	17.800	58.853	159.505	88.027
9%	5	18.000	60.947	159.317	88.895
12%	1	18.800	71.520	160.929	94.185
12%	2	19.000	69.253	162.591	93.871
12%	3	18.600	67.533	160.434	92.253
12%	4	19.000	68.040	162.129	93.179
12%	5	18.200	65.547	163.631	92.509

Fuente: propia

Anexo 2. Base de datos de ganancia de peso en la fase de inicio, crecimiento, acabado y total

Tratamientos	Repeticiones	GDP-A/D/A- Inicio	GDP- A/D/A- Crecimiento	GDP- A/D/A- Acabado	GDP- A/D/A-Total
0%	1	15.514	51.747	73.092	52.429
0%	2	15.143	52.400	72.831	52.537
0%	3	16.143	51.200	72.831	52.223
0%	4	15.086	50.893	74.369	52.451
0%	5	15.686	51.613	72.785	52.291
3%	1	16.571	51.240	76.677	53.754
3%	2	17.486	50.493	76.538	53.566
3%	3	15.886	52.013	76.538	53.897
3%	4	15.829	52.200	78.077	54.537
3%	5	14.486	52.933	76.538	54.011
6%	1	16.800	51.773	76.615	54.006
6%	2	17.829	51.347	76.677	54.051
6%	3	17.629	52.067	78.077	54.840
6%	4	16.429	52.747	76.385	54.263
6%	5	17.000	52.440	76.385	54.246
9%	1	15.571	52.387	77.923	54.509
9%	2	15.543	52.293	77.923	54.463
9%	3	15.829	52.213	76.385	53.914
9%	4	17.857	51.200	76.415	53.897
9%	5	13.971	52.947	76.262	53.811
12%	1	17.457	52.360	78.585	55.120
12%	2	17.171	51.480	79.662	55.086
12%	3	17.886	52.320	79.692	55.600
12%	4	17.886	52.627	79.662	55.720
12%	5	17.371	51.627	80.046	55.331

Fuente: propia

Anexo 3. Base de todos de conversión alimenticia de las fases de inicio, crecimiento, acabado y total

Tratamientos	Repeticiones	C.A-A/D/A Inicio	C.A-A/D/A Crecimiento	C.A-A/D/A Acabado	C.A-A/D/A Total
0%	1	0.974	1.098	2.114	1.617
0%	2	0.985	1.044	2.123	1.596
0%	3	0.924	1.069	2.102	1.595
0%	4	0.975	1.053	2.043	1.570
0%	5	0.938	1.029	2.068	1.561
3%	1	0.940	1.123	2.047	1.601
3%	2	0.902	1.139	2.067	1.616
3%	3	1.056	1.103	2.034	1.591
3%	4	0.996	1.088	2.007	1.571
3%	5	1.130	1.099	2.048	1.600
6%	1	1.027	1.183	2.070	1.641
6%	2	0.979	1.178	2.070	1.635
6%	3	1.002	1.163	2.019	1.605
6%	4	1.099	1.122	2.041	1.601
6%	5	1.050	1.074	2.047	1.581
9%	1	1.169	1.176	2.037	1.633
9%	2	1.107	1.139	2.025	1.608
9%	3	1.099	1.179	2.066	1.641
9%	4	0.997	1.149	2.087	1.633
9%	5	1.288	1.151	2.089	1.652
12%	1	1.077	1.366	2.048	1.709
12%	2	1.106	1.345	2.041	1.704
12%	3	1.040	1.291	2.013	1.659
12%	4	1.062	1.293	2.035	1.672
12%	5	1.048	1.270	2.044	1.672

Fuente: propia

Anexo 4. Pesos inicial y final

Tratamientos	Pesos día 1	Pesos día 35
	39	1856
	39	1752
T1R1	39	1859
	39	1851
	39	1857
	39	1859
	40	1851
T1R2	40	1865
	40	1869

	41	1750
	42	1845
T1R3	43	1852
	43	1838
	43	1852
	43	1752
	44	1824
T1R4	44	1837
	44	1834
	44	1841
	45	1843
	45	1753
T1R5	46	1843
	48	1828
	37	1848
	37	1879
	41	1797
T2R1	38	1907
	38	1900
	39	1905
	39	1898
	39	1904
T2R2	39	1910
	40	1897
	40	1785
	40	1878
	40	1908
T2R3	41	1915
	41	1806
	41	1900
	41	1896
	43	1910
T2R4	43	1925
	43	1919
	43	1901
	44	1889
	45	1921
T2R5	46	1909
	46	1917
	46	1795
	47	1910
	40	1838
T3R1	49	1897
	49	1890
	38	1897
	38	1929
	39	1819
	39	1923

T3R2	39	1921
	39	1911
	39	1885
T3R3	39	1923
	39	1916
	39	1903
	40	1918
	40	1937
T3R4	41	1832
	41	1937
	42	1907
	42	1904
	43	1916
T3R5	44	1916
	44	1829
	46	1930
	47	1926
	47	1892
T4R1	41	1902
	50	1902
	37	1926
	38	1903
	38	1906
T4R2	39	1913
	39	1912
	39	1898
	39	1906
	39	1902
T4R3	40	1816
	40	1912
	40	1902
	40	1894
	40	1911
T4R4	41	1904
	42	1909
	42	1914
	42	1788
	42	1917
T4R5	44	1889
	47	1818
	47	1893
	48	1903
	48	1914
T5R1	39	1958
	39	1859
	39	1943
	39	1932
	39	1954

	40	1953
	40	1854
T5R2	40	1950
	40	1953
	40	1930
	41	1942
	41	1932
T5R3	41	1954
	41	1945
	41	1957
	42	1957
	43	1948
T5R4	43	1950
	43	1947
	43	1949
	44	1952
	44	1927
T5R5	45	1935
	46	1938
	49	1931

Fuente: propia

Anexo 5. Análisis de varianza de consumo de alimento en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
CDA- inc.	25	0.95	0.94	2.14	
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	46.63	4	11.66	87.79	<0.0001
Error	2.66	20	0.13		
Total	49.29	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.68968

Error:	0.1328	gl:	20
--------	--------	-----	----

TRATA	Medidas	n	E. E	
12%	18.71	5	0.16	a
9%	17.72	5	0.16	b
6%	17.66	5	0.16	b
3%	16.05	5	0.16	c
0%	14.87	5	0.16	d

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Análisis de regresión lineal de consumo de alimento en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- inc.	25	0.89	0.88	0.27	39.03	42.69

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	15.13	0.17	14.78	15.48	89.44	<0.0001
TRATA	0.31	0.02	0.26	0.36	13.55	<0.0001

Anexo 7. Análisis de regresión cuadrática de consumo de alimento en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- inc.	25	0.91	0.91	0.23	34.36	39.23

Coef.	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	14.86	0.18	14.48	15.24	80.81	<0.0001
TRATA	0.49	0.07	0.34	0.64	6.78	<0.0001
TRATA ²	-0.02	0.01	-0.03	-3.0E-03	-2.59	0.0165

Anexo 8. Análisis de contrastes ortogonal de consumo de alimento en la fase de inicio

CON-ALI-INICIO				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CDA- inc.	25	0.95	0.94	2.14

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46.63	4	11.66	87.79	<0.0001
TRATA	46.63	4	11.66	87.79	<0.0001
Error	2.66	20	0.13		
Total	49.29	24			

Contrastes

TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	9.36	0.52	43.8	1	43.8	329.86	<0.0001
Cuadrático	-1.9	0.61	1.29	1	1.29	9.68	0.0055
Total			45.09	2	22.55	169.77	<0.0001

Anexo 9. Análisis de varianza de consumo de alimento en la fase de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CDA- crec.	25	0.91	0.90	2.63

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	530.8	4	132.7	52.91	<0.0001
Error	50.16	20	2.51		
Total	580.95	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.99705

Error:	2.5078	gl:	20	
TRATA	Medidas	n	E. E	
12%	68.38	5	0.71	a
9%	60.51	5	0.71	b

6%	59.56	5	0.71	bc
3%	57.47	5	0.71	cd
0%	54.60	5	0.71	d

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Anexo 10. Análisis de regresión lineal de consumo de alimento en la fase de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- crec.	25	0.81	0.80	5.88	114.61	118.27
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	53.98	0.77	52.40	55.57	70.38	<0.0001
TRATA	1.02	0.10	0.80	1.24	9.77	<0.0001

Anexo 11. Análisis de regresión cuadrática de consumo de alimento en la fase de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- crec.	25	0.85	0.84	5.02	109.47	114.35
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	55.25	0.83	53.54	56.96	66.88	<0.0001
TRATA	0.18	0.33	-0.50	0.85	0.54	0.5937
TRATA ²	0.07	0.03	0.02	0.12	2.70	0.0132

Anexo 12. Análisis de contraste ortogonales de consumo de alimento en la fase de crecimiento

CDA- crec.								
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV				
Con/d/a Cre	25	0.91	0.9	2.63				
Cuadro de Análisis de la Varianza								
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor			
Modelo	530.8	4	132.7	52.91	<0.0001			
TRATA	530.8	4	132.7	52.91	<0.0001			
Error	50.16	20	2.51					
Total	580.95	24						
Contrastes								
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Lineal		30.6	2.24	468.18	1	468.18	186.69	<0.0001
Cuadrático		8.86	2.65	28.01	1	28.01	11.17	0.0032
Total				496.19	2	248.1	98.93	<0.0001

Anexo 13. Análisis de varianza de consumo de alimentos en la fase de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
CDA- Acab.	25	0.87	0.85	0.79		
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor	

Trata	212.11	4	53.03	33.84	<0.0001
Error	31.34	20	1.57		
Total	243.45	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.36908

Error: 1.567 gl: 20

TRATA	Medidas	n	E. E	
12%	161.94	5	0.56	a
9%	158.63	5	0.56	b
6%	157.44	5	0.56	b
3%	156.84	5	0.56	b
0%	152.92	5	0.56	c

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Anexo 14. Análisis de regresión lineal de consumo de alimento en la fase de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- Acab.	25	0.81	0.80	2.44	92.58	96.24
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	153.59	0.49	152.57	154.61	311.09	<0.0001
TRATA	0.66	0.07	0.52	0.80	9.84	<0.0001

Anexo 15. Análisis de regresión cuadrática de consumo de alimento en la fase de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- Acab.	25	0.81	0.79	2.80	94.50	99.38
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	151.29	1.40	148.39	154.18	108.4	<0.0001
TRATA	2.25	1.06	0.05	4.46	2.12	0.0455
TRATA ²	-0.05	0.17	-0.41	0.32	-0.26	0.7976

Anexo 16. Análisis de contraste ortogonales de consumo de alimento en la fase de acabado

CDA- Acab								
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV				
Con-d/a Acb	25	0.87	0.85	0.79				
Cuadro de Análisis de la Varianza								
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor			
Modelo	212.11	4	53.03	33.84	<0.0001			
TRATA	212.11	4	53.03	33.84	<0.0001			
Error	31.34	20	1.57					
Total	243.45	24						
Contrastes								
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Lineal		19.84	1.77	196.73	1	196.73	125.54	<0.0001

Cuadrático	-0.63	2.09	0.14	1	0.14	0.09	0.766
Total			196.87	2	98.43	62.82	<0.0001

Anexo 17. Análisis de varianza de consumo de alimento total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
CDA- Total.	25	0.94	0.93	1.04	
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	269.08	4	67.27	81.06	<0.0001
Error	16.6	20	0.83		
Total	285.68	24			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.72405					
Error:	0.8299	gl:	20		
TRATA	Medidas	n	E. E		
12%	93.20	5	0.41	a	
6%	88.40	5	0.41	b	
9%	87.53	5	0.41	bc	
3%	86.10	5	0.41	c	
0%	83.17	5	0.41	d	

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 18. Análisis de regresión lineal de consumo de alimento en la fase total

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- Total.	25	0.87	0.87	1.87	85.94	89.60
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	83.21	0.43	82.32	84.10	192.46	<0.0001
TRATA	0.75	0.06	0.62	0.87	12.66	<0.0001

Anexo 19. Análisis de regresión cuadrática de consumo de alimento en la fase total

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CDA- Total.	25	0.89	0.88	1.89	85.29	90.16
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	83.66	0.51	82.61	84.72	164.27	<0.0001
TRATA	0.44	0.20	0.03	0.86	2.20	0.0387
TRATA ²	0.03	0.02	-0.01	0.06	1.57	0.1304

Anexo 20. Análisis de contraste ortogonal de consumo de alimento total

CDA- Total				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV

CON-A/D/A-total	25	0.94	0.93	1.04			
Cuadro de Análisis de la Varianza							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	269.08	4	67.27	81.06	<0.0001		
TRATA	269.08	4	67.27	81.06	<0.0001		
Error	16.6	20	0.83				
Total	285.68	24					
Contrastes							
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	22.35	1.29	249.85	1	249.85	301.07	<0.0001
Cuadrático	3.18	1.52	3.61	1	3.61	4.36	0.0499
Total			253.46	2	126.73	152.71	<0.0001

Anexo 21. Análisis de varianza de ganancia de peso en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
GDP-INICIO	25	0.52	0.42	5.29		
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Trata	15.99	4	4	5.31	0.0044	
Error	15.05	20	0.75			
Total	31.04	24				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.64171						
Error:	0.7525	gl:	20			
TRATA	Medidas	n	E. E			
12%	17.55	5	0.39	a		
6%	17.14	5	0.39	ab		
9%	16.05	5	0.39	ab		
3%	15.75	5	0.39	b		
0%	15.51	5	0.39	b		

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 22. Análisis de regresión lineal de ganancia de peso en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
GDP-INICIO	25	0.23	0.20	1.18	75.81	79.47
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	15.65	0.35	14.92	16.38	44.32	<0.0001
TRATA	0.13	0.05	0.03	0.23	2.62	0.0151

Anexo 23. Análisis de regresión cuadrática de ganancia de peso en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
GDP-INICIO	25	0.23	0.16	1.31	77.81	82.68

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	15.65	0.44	14.74	16.56	35.69	<0.0001
TRATA	0.12	0.17	-0.24	0.48	0.70	0.4933
TRATA^2	4.5E-04	0.01	-0.03	0.03	0.03	0.9742

Anexo 24. Análisis de contrastes ortogonales de ganancia de peso en la fase de inicio

GDP-INICIO								
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV				
GPD/I		25	0.52	0.42	5.29			
Cuadro de Análisis de la Varianza								
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor			
Modelo	15.99	4		4	5.31	0.0044		
TRATA	15.99	4		4	5.31	0.0044		
Error	15.05	20	0.75					
Total	31.04	24						
Contrastes								
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Lineal		3.78	1.23	7.16	1	7.16	9.51	0.0059
Cuadrático		0.06	1.45	1.20E-03	1	1.20E-03	1.50E-03	0.969
Total				7.16	2	3.58	4.75	0.0204

Anexo 25. Análisis de varianza de ganancia de peso en la fase de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV			
GDP-CRECIM	25	0.14	0	1.26			
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor		
Trata	1.37	4	0.34	0.79	0.5439		
Error	8.63	20	0.43				
Total	10	24					
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.24333							
Error:	0.7525	gl:	20				
TRATA	Medidas	n	E. E				
9%	52.21	5	0.29	a			
12%	52.08	5	0.29	a			
6%	52.07	5	0.29	a			
3%	51.78	5	0.29	a			
0%	51.57	5	0.29	a			

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 26. Análisis de regresión lineal de ganancia de peso en la fase de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
----------	---	----------------	-------------------	------	-----	-----

GDP-CRECIM	25	0.11	0.07	0.45	51.24	54.89
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	51.65	0.22	51.20	52.10	239.16	<0.0001
TRATA	0.05	0.03	-0.01	0.11	1.65	0.1123

Anexo 27. Análisis de regresión cuadrática de ganancia de peso en la fase de crecimiento

Variable	N	R²	R² Aj	ECMP	AIC	BIC
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
GDP-CRECIM	25	0.13	0.05	0.50	52.55	57.42
const	51.53	0.26	50.98	52.08	194.75	<0.0001
TRATA	0.13	0.10	-0.09	0.34	1.22	0.2361
TRATA ²	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.79	0.4404

Anexo 28. Análisis de contrastes ortogonales de ganancia de peso en la fase de crecimiento

GDP-CRECIM							
Variable	N	R²	R² Aj	CV			
GPD/CR	25	0.14	0	1.26			
Cuadro de Análisis de la Varianza							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	1.37	4	0.34	0.79	0.5439		
TRATA	1.37	4	0.34	0.79	0.5439		
Error	8.63	20	0.43				
Total	10	24					
Contrastes							
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	1.46	0.93	1.06	1	1.06	2.46	0.1328
Cuadrático	-0.83	1.1	0.24	1	0.24	0.57	0.4608
Total			1.3	2	0.65	1.51	0.2449

Anexo 29. Análisis de varianza de ganancia de peso en la fase de acabado

Variable	N	R²	R² Aj	CV		
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor	
GDP-ACABADO	25	0.91	0.89	0.92		
Trata	102.54	4	25.63	52.02	<0.0001	
Error	9.86	20	0.49			
Total	112.39	24				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.32857						
Error:	0.4928	gl:	20			
TRATA	Medidas	n	E. E			

12%	79.53	5	0.31	a
9%	76.98	5	0.31	b
6%	76.87	5	0.31	b
3%	76.83	5	0.31	b
0%	73.18	5	0.31	c

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 30. Análisis de regresión lineal de ganancia de peso en la fase de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
GDP-ACABADO	25	0.73	0.72	1.55	81.86	85.52
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	74.12	0.40	73.29	74.94	186.00	<0.0001
TRATA	0.43	0.05	0.31	0.54	7.87	<0.0001

Anexo 31. Análisis de regresión cuadrática de ganancia de peso en la fase de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
GDP-ACABADO	25	0.13	0.05	0.50	52.55	57.42
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	51.53	0.26	50.98	52.08	194.75	<0.0001
TRATA	0.13	0.10	-0.09	0.34	1.22	0.2361
TRATA ²	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.79	0.4404

Anexo 32. Análisis de contrastes ortogonales de ganancia de peso en la fase de acabado

GDP-ACABADO							
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV			
GPD/AC	25	0.91	0.89	0.92			
Cuadro de Análisis de la Varianza							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	102.54	4	25.63	52.02	<0.0001		
TRATA	102.54	4	25.63	52.02	<0.0001		
Error	9.86	20	0.49				
Total	112.39	24					
Contrastes							
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	12.8	0.99	81.96	1	81.96	166.31	<0.0001
Cuadrático	-2.09	1.17	1.56	1	1.56	3.16	0.0905
Total			83.52	2	41.76	84.74	<0.0001

Anexo 33. Análisis de varianza de ganancia de peso total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
GPD/TOTAL	25	0.93	0.91	0.56	
Trata	22.89	4	5.72	62.87	<0.0001
Error	1.82	20	0.09		
Total	24.71	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.57094

Error:	0.091	gl:	20
--------	-------	-----	----

TRATA	Medidas	n	E. E	
12%	55.37	5	0.13	a
6%	54.28	5	0.13	b
9%	54.12	5	0.13	b
3%	53.95	5	0.13	b
0%	52.39	5	0.13	c

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Anexo 34. Análisis de regresión lineal de ganancia de peso en la fase total

Variable	N	R²	R² Aj	ECMP	AIC	BIC
GPD/TOTAL	25	0.76	0.75	0.30	40.78	44.44

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	52.79	0.18	52.43	53.16	301.32	<0.0001
TRATA	0.20	0.02	0.16	0.25	8.58	<0.0001

Anexo 35. Análisis de regresión cuadrática de ganancia de peso en la fase total

Variable	N	R²	R² Aj	ECMP	AIC	BIC
GPD/TOTAL	25	0.78	0.78	0.31	40.81	45.68

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	51.54	0.21	52.20	53.07	251.75	<0.0001
TRATA	0.31	0.08	0.14	0.48	3.77	0.0011
TRATA ²	-0.01	0.01	-0.02	4.8E-03	-1.35	0.1923

Anexo 36. Análisis de contrastes ortogonales ganancia de peso total

GPD/TOTAL					
Variable	N	R²	R² Aj	CV	
GPD/TOTAL	25	0.93	0.91	0.56	

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22.89	4	5.72	62.87	<0.0001
TRATA	22.89	4	5.72	62.87	<0.0001
Error	1.82	20	0.09		
Total	24.71	24			

Contrastes							
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	6.14	0.43	18.83	1	18.83	206.85	<0.0001
Cuadrático	-1.12	0.5	0.45	1	0.45	4.91	0.0384
Total			19.27	2	9.64	105.88	<0.0001

Anexo 37. Análisis de varianza de conversión alimenticia en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C.A-INICIO	25	0.48	0.37	6.57

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Trata	0.08	4	0.02	4.56	0.0089
Error	0.09	20	4.70E-03		
Total	0.18	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12920

Error:	0.0047	gl:	20
--------	--------	-----	----

TRATA	Medidas	n	E. E	
12%	1.13	5	0.03	a
6%	1.07	5	0.03	ab
9%	1.03	5	0.03	ab
3%	1.00	5	0.03	ab
0%	0.96	5	0.03	b

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Anexo 38. Análisis de regresión lineal de conversión alimenticia en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CA-INICIO	25	0.33	0.30	0.01	-56.60	-52.94

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	0.97	0.02	0.92	1.02	38.83	<0.0001
TRATA	0.01	3.4E-03	4.4E-03	0.02	3.35	0.0028

Anexo 39. Análisis de regresión cuadrática de conversión alimenticia en la fase de inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CA-INICIO	25	0.37	0.31	0.01	-56.28	-51.41

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	0.95	0.03	0.89	1.01	31.63	<0.0001
TRATA	0.03	0.01	9.0E-04	0.05	2.15	0.0428
TRATA ²	-1.2E-03	9.5E-04	-3.1E-03	7.9E-04	-1.24	0.2284

Anexo 40. Análisis de contrastes ortogonales de conversión alimenticia en la fase de inicio

CA-INICIO							
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV			
C.A-IN		25	0.48	0.37	6.57		
Cuadro de Análisis de la Varianza							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	0.08	4	0.02	4.56	0.0089		
TRATA	0.08	4	0.02	4.56	0.0089		
Error	0.09	20	4.70E-03				
Total	0.18	24					
Contrastes							
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	0.34	0.1	0.06	1	0.06	12.54	0.002
Cuadrático	-0.15	0.11	0.01	1	0.01	1.68	0.2103
Total			0.07	2	0.03	7.11	0.0047

Anexo 41. Análisis de varianza de conversión alimenticia en la etapa de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
C.A-CRECI	25	0.9	0.88	2.79		
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Trata	0.18	4	0.05	43.69	<0.0001	
Error	0.02	20	1.00E-03			
Total	0.2	24				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06100						
Error:	0.001	gl:	20			
TRATA	Medidas	n	E. E			
12%	1.31	5	0.01	a		
9%	1.16	5	0.01	b		
6%	1.14	5	0.01	b		
3%	1.11	5	0.01	bc		
0%	1.06	5	0.01	c		

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 42. Análisis de regresión lineal de conversión alimenticia en la fase crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
C.A-CRECI	25	0.77	0.76	2.4E-03	-79.88	-76.22
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	1.05	0.02	1.01	1.08	66.65	<0.0001
TRATA	0.02	2.1E-03	0.01	0.02	8.70	<0.0001

Anexo 43. Análisis de regresión cuadrática de conversión alimenticia en la fase de crecimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
C.A-CRECI	25	0.83	0.81	2.0E-03	-85.47	-80.59
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	1.07	0.02	1.04	1.11	64.04	<0.0001
TRATA	8.6E-04	0.01	-0.01	0.01	0.13	0.8981
TRATA ²	1.5E-03	5.3E-04	3.8E-04	2.6E-03	2.79	0.0106

Anexo 44. Análisis de contrastes ortogonales de conversión alimenticia en la fase de crecimiento

C.A-CRECI							
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV			
C.A-CRE	25	0.9	0.88	2.79			
Cuadro de Análisis de la Varianza							
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	0.18	4	0.05	43.69	<0.0001		
TRATA	0.18	4	0.05	43.69	<0.0001		
Error	0.02	20	1.00E-03				
Total	0.2	24					
Contrastes							
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	0.56	0.05	0.16	1	0.16	149.35	<0.0001
Cuadrático	0.19	0.05	0.01	1	0.01	11.89	0.0025
Total			0.17	2	0.08	80.62	<0.0001

Anexo 45. Análisis de varianza de conversión alimenticia en la etapa de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
C.A-ACABADO	25	0.42	0.31	1.22		
F. V	SC	gl	CM	F	p-valor	
Trata	0.01	4	2.30E-03	3.67	0.0213	
Error	0.01	20	6.30E-04			
Total	0.02	24				
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04734						
Error:	0.0006	gl:	20			
TRATA	Medidas	n	E. E			
12%	2.04	5	0.01	a		
9%	2.06	5	0.01	ab		
6%	2.05	5	0.01	ab		
3%	2.04	5	0.01	b		

0%	2.09	5	0.01	b
----	------	---	------	---

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Anexo 46. Análisis de regresión lineal de conversión alimenticia en la fase de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
C.A-ACABADO	25	0.17	0.14	9.3E-04	-104.01	-100.35
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	2.07	0.01	2.05	2.09	214.09	<0.0001
TRATA	-2.9E-03	1.3E-03	-0.01	-1.6E-04	-2.19	0.0391

Anexo 47. Análisis de regresión cuadrática de conversión alimenticia en la fase de acabado

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
C.A-ACABADO	25	0.22	0.15	9.9E-04	-103.40	-98.52
Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	2.08	0.01	2.06	2.10	177.81	<0.0001
TRATA	-0.01	4.6E-03	-0.02	1.7E-03	-1.70	0.1037
TRATA ²	4.1E-04	3.7E-04	-3.5E-04	1.2E-03	1.12	0.2749

Anexo 48. Análisis de contrastes ortogonales de conversión de alimento en la etapa de acabado

C.A-ACABADO					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
C.A- ACAB	25	0.42	0.31	1.22	

Cuadro de Análisis de la Varianza						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	0.01	4	2.30E-03	3.67	0.0213	
TRATA	0.01	4	2.30E-03	3.67	0.0213	
Error	0.01	20	6.30E-04			
Total	0.02	24				

Contrastes							
TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Lineal	-0.09	0.04	3.70E-03	1	3.70E-03	5.97	0.0239
Cuadrático	0.05	0.04	9.70E-04	1	9.70E-04	1.55	0.2278
Total			4.70E-03	2	2.40E-03	3.76	0.0411

Anexo 49. Análisis de varianza de conversión alimenticia total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C.A-TOTAL	25	0.77	0.73	1.27

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Trata	0.03	4	0.01	17.07	<0.0001
Error	0.01	20	4.30E-04		
Total	0.04	24			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03910

Error:	0.8299	gl:	20
--------	--------	-----	----

TRATA	Medidas	n	E. E	
12%	1.68	5	0.01	a
6%	1.63	5	0.01	b
9%	1.61	5	0.01	bc
3%	1.60	5	0.01	bc
0%	1.59	5	0.01	c

Medias con la letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

Anexo 50. Análisis de regresión lineal de conversión alimenticia en la fase total

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
C.A-TOTAL	25	0.69	0.68	6.0E-04	-115.12	-111.46

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	0.58	0.01	1.56	1.59	203.40	<0.0001
TRATA	0.01	1.1E-03	0.01	0.01	7.23	<0.0001

Anexo 51. Análisis de regresión cuadrática de conversión alimenticia en la fase total

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
C.A-TOTAL	25	0.77	0.75	5.3E-04	-119.84	-114.96

Coef	Est.	E. E	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor
const	1.59	0.01	1.57	1.61	188.75	<0.0001
TRATA	-6.8E-04	3.3E-03	-0.01	0.01	-0.20	0.8402
TRATA ²	6.9E-04	2.7E-04	1.4E-04	1.2E-03	2.60	0.0162

Anexo 52. Análisis de contrastes ortogonales de conversión alimenticia total

C.A-TOTAL						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
C.A- TOTAL		25	0.77	0.73	1.27	

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	4	0.01	17.07	<0.0001
TRATA	0.03	4	0.01	17.07	<0.0001
Error	0.01	20	4.30E-04		
Total	0.04	24			

Contrastes

TRATA	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
-------	-----------	------	----	----	----	---	---------

Lineal	0.23	0.03	0.03	1	0.03	61.29	<0.0001
Cuadrático	0.09	0.03	2.70E-03	1	2.70E-03	6.36	0.0203
Total			0.03	2	0.01	33.83	<0.0001

Anexo 53. Costo del insumo utilizado en la investigación.

Descripción	40 kg	1 kg
Adquisición de los plátanos	16	0.151
Traslado de los plátanos moquicho	5.00	0.125
Picado	5.00	0.125
Secado	2.00	0.05
Molienda	3.00	0.075
Traslado al galpón	3.00	0.075
Total	S/. 34.00	S/. 0.60

Anexo 54. Costo de producción del T₁

Costos fijos		
Mano de obra	100	0.8
Servicios	5	0.04
semovientes	3	3
Costos variables		
Inicio	2.39	2.39
Crecimiento	2.35	2.35
Acabado	2.20	2.20
viruta	26	0.208
vacunas y fármacos	35	0.28
Total, costos Fijos	108	3.84
Total, costos Variables	67.94	7.43
Total	11.27	

Anexo 55. Costo de producción del T₂

Costos fijos		
Mano de obra	100	0.8
Servicios	5	0.04
semovientes	3	3
Costos variables		
Inicio	2.37	2.37
Crecimiento	2.32	2.32
Acabado	2.18	2.18

viruta	26	0.208
vacunas y fármacos	35	0.28
Total, costos Fijos	108	3.84
Total, costos Variables	67.87	7.36
Total	11.20	

Anexo 56. Costo de producción del T₃

Costos fijos		
Mano de obra	100	0.8
Servicios	5	0.04
semovientes	3	3
Costos variables		
Inicio	2.32	2.32
Crecimiento	2.30	2.30
Acabado	2.16	2.16
viruta	26	0.208
vacunas y fármacos	35	0.28
Total, costos Fijos	108	3.84
Total, costos Variables	67.78	7.27
Total	11.11	

Anexo 57. Costo de producción del T₄

Costos fijos		
Mano de obra	100	0.8
Servicios	5	0.04
semovientes	3	3
Costos variables		
Inicio	2.31	2.31
Crecimiento	2.27	2.27
Acabado	2.13	2.13
viruta	26	0.208
vacunas y fármacos	35	0.28
Total, costos Fijos	108	3.84
Total, costos Variables	67.71	7.20
Total	11.04	

Anexo 58. Costo de producción del T₅

Costos fijos		
Mano de obra	100	0.8
Servicios	5	0.04

semovientes	3	3
Costos variables		
Inicio	2.29	2.29
Crecimiento	2.24	2.24
Acabado	2.10	2.10
viruta	26	0.208
vacunas y fármacos	35	0.28
Total, costos Fijos	108	3.84
Total, costos Variables	67.63	7.12
Total	10.96	



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

INFORME DE ENSAYO LENA N.º 1021/2023

SOLICITANTE : DENIS DOLORES
 NOMBRE DEL PRODUCTO : HARINA DE PLATANO
 FECHA DE RECEPCION : 25/10/2023
 ENSAYO SOLICITADO : FISICO-QUIMICO
 IDENTIFICACION : AQ23 -1021

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CODIGO	AQ23 -1021
MUESTRA	HARINA DE PLATANO
a.- HUMEDAD, %	12.36
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	4.25
c.- GRASA, %	0.56
d.- FIBRA CRUDA, %	1.36
e.- CENIZA, %	3.34
f.- Extracto libre de Nitrógeno, %	78.13

Métodos utilizados:

- a.- Humedad: AOAC (2005), 950.46
 b.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13
 c.- Grasa: AOAC (2005), 2003.05
 d.- Fibra cruda: AOAC (2005), 962.09
 e.- Ceniza: AOAC (2005), 942.05

Atentamente,

Ph.D. Carlos Alfredo Gómez Bravo
 Jefe del Laboratorio de Evaluación
 Nutricional de Alimentos

La Molina, 06 de Noviembre del 2023



ANALISIS ESPECIAL

LASAE



1. DATOS

SOLICITANTE:	DENIS RAQUEL DOLORES SANCHEZ	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	LOS MILAGROS - DANIEL ALOMIA ROBLES - LEONCIO PRADO - HUANUCO	FECHA DE REPORTE:	5/03/2024
MUESTRA:	HARINA INTEGRAL DE PLATANO MOQUICHO	RECIBO O FACTURA:	37991

2. RESULTADOS DEL ANALISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA							RESULTADOS EN BASE SECA								
Código	Dato	PH (1:2)	CE (uS/cm)	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
E386	M1	--	--	--	--	--	--	--	0.7021	0.1320	--	--	1.216	--	--	--	--
E387	M2	--	--	--	--	--	--	--	0.6066	0.1142	--	--	1.230	--	--	--	--

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este Informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Extracto realizado por el solicitante

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Ing^o GILMER MILTON NEIRA TRUJILLO
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - UNAS
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL - LANA



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

INFORME DE ENSAYO- LANA N° 005/2024.

CLIENTE	: DENIS RAQUEL DOLORES SANCHEZ.
NOMBRE DEL PRODUCTO	: HARINA INTEGRAL DE PLÁTANO MOQUICHO.
PROCEDENCIA	: CASERIO LOS MILAGROS DISTRITO JOSE CRESPO Y CASTILLO.
MUESTRA	: PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 30 /01/2024.
FECHA DE ANÁLISIS	: Del 31 / 01 / 2024 al 21 / 05 / 2024.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 300 g.
PRESENTACIÓN	: BOLSA DE POLIETILENO.
IDENTIFICACION	: H.I.P.M.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS	HARINA INTEGRAL DE PLÁTANO MOQUICHO	ETAPAS	T1	T2	T3	T4	T5
CENIZA %	4.00						
FDA %	3.43						
FDN %	9.40						
ENERGIA TOTAL %	3630.21 cal/g	INICIO	3682.09 Cal/g	3724.74 Cal/g	3745.82 Cal/g	3783.81 Cal/g	3844.39 Cal/g
		CRECIMIENTO	3939.58 Cal/g	3876.30 Cal/g	3898.32 Cal/g	3891.64 Cal/g	3866.89 Cal/g
		DESCRIPCIÓN DE LAS RACIONES					
		Harina Integral de Plátano Moquiho. <i>Musa acuminata</i> AA	0 %	3 %	6 %	9 %	12 %

Tingo María, 12 de Agosto del 2024.

Atentamente,



Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Jefe del Laboratorio de Nutricional Animal - LANA

Av. Universitaria s/n km. 1.2 carretera Nacional Tingo María – Huánuco
E-mail: fz.labnutricion@unas.edu.pe

Dolores Sánchez Denis Raquel

Dolores Sánchez Denis Raquel

Ejecutor

Dr. Carlos E. Arévalo Arévalo

Dr. Carlos E. Arévalo Arévalo

Asesor

Dr. Medardo A. Díaz Céspedes

Dr. Medardo A. Díaz Céspedes

Asesor