

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Validación del empleo dietético de la harina de coquito en la productividad y
porciones comestibles de los pollos de engorde

Estudiantes

Leonardo Hauseman Mejia Arauz
Melvin Fernando Paguada Fajardo

Asesores

Yordan Martínez, D. Sc.
Patricio Paz, Ph.D.

Honduras, mayo 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Director(a) Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	10
Ubicación Experimental	10
Aves, Tratamientos y Dietas	10
Condiciones Experimentales.....	13
Desempeño Productivo.....	13
Peso de la Canal y Órganos	13
Análisis Estadístico	14
Resultados y Discusión.....	15
Conclusiones	23
Recomendaciones.....	24
Referencias	25

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales con harina de coquito en pollos de engorde Cobb-500 (0-8 días) . .	10
Cuadro 2 Dietas experimentales con harina de coquito en pollos de engorde Cobb-500 (9-18 días)	11
Cuadro 3 Dietas experimentales con harina de coquito en pollos de engorde Cobb-500 (19-32 días)	12
Cuadro 4 Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (0-8 días).	15
Cuadro 5 Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (9-18 días).	16
Cuadro 6 Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (19-32 días).	17
Cuadro 7 Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (0-32 días).	18
Cuadro 8 Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (32 días).	19
Cuadro 9 Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el costo del alimento consumido y el costo para producir un kg de peso vivo, canal y pechuga de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (32 días).	21

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión dietética de la harina de coquito con y sin enzimas en el desempeño productivo y porciones comestibles de pollos de engorde. Un total de 200 pollos Cobb 500® de un día de edad se aleatorizaron en tres tratamientos, 40 pollos por repetición y 5 repeticiones por tratamiento durante 32 días de edad. Los tratamientos consistieron en una dieta control y la inclusión de niveles crecientes (5, 10 y 15%) de la harina de coquito con y sin enzimas exógenas. Los niveles crecientes de harina de coquito+enzimas promovieron ($P<0.05$) el peso vivo y el consumo de alimento con relación a los otros tratamientos, y la conversión alimenticia no fue diferente ($P>0.05$) con el control, aunque la viabilidad disminuyó ($P>0.05$) con este tratamiento (harina de coquito+enzimas). La harina de coquito sin enzimas exógenas disminuyó ($P<0.05$) la eficiencia alimenticia, sin diferencias ($P>0.05$) para la viabilidad y consumo de alimento con el tratamiento control. Asimismo, este tratamiento redujo ($P<0.05$) el rendimiento de la pechuga y el control el rendimiento de la pierna y la molleja, las otras porciones comestibles no cambiaron entre tratamientos ($P>0.05$). La harina de coquito+enzimas incrementó el costo del alimento consumido, aunque las dietas con coquito sin enzimas aumentaron el costo para producir un kg de peso vivo, canal y pechuga. El empleo de niveles crecientes de harina de coquito más enzimas mejoró la eficiencia alimenticia y no deprimió las porciones comestibles, aunque incrementó la mortalidad de pollos de engorde.

Palabras clave: Alimentos alternativos, complejo multi-enzimático, desempeño productivo, harina de coquito, pollos de engorde.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of the dietary inclusion of palm kernel meal with and without enzymes on growth performance and edible portions of broilers. A total of 200 day-old Cobb 500® chickens were randomized into three treatments, 40 chickens per repetition and 5 replicates per treatment through 32 days of age. The treatments consisted of a control diet and the inclusion of increasing levels (5, 10 and 15%) of palm kernel meal with and without exogenous enzymes. Increasing levels of palm kernel meal + enzymes promoted ($P < 0.05$) body weight and feed intake in relation to the other treatments, and feed conversion was not different ($P > 0.05$) with the control, although viability decreased ($P > 0.05$) with this treatment (palm kernel meal + enzymes). Palm kernel meal without exogenous enzymes decreased ($P < 0.05$) feed efficiency, without differences ($P > 0.05$) for viability and feed intake with the control treatment. Likewise, this treatment reduced ($P < 0.05$) the breast yield and the control the leg yield and gizzard, the other edible portions did not change between treatments ($P > 0.05$). The palm kernel meal + enzymes increased the cost of the feed consumed, although the diets with palm kernel meal without enzymes increased the cost to produce a kg of body weight, carcass and breast. The use of increasing levels of palm kernel meal plus enzymes improved feed efficiency and did not depress edible portions, although it increased broiler mortality.

Key words: Alternative feeds, broilers, coquito meal, multi-enzyme complex, productive performance.

Introducción

Actualmente, la avicultura es una de las actividades pecuarias de mayor crecimiento dentro del rubro agropecuario en los últimos años. Debido a la globalización, la demanda del sector avícola continúa en constante aumento en países de diferentes tipos de ingresos económicos. Las aves domésticas tienen un papel fundamental en la seguridad alimentaria y nutrición de la población, puesto que proporcionan principalmente, energía, proteína y micronutrientes esenciales, siendo parte indispensable de la nutrición humana (Mottet y Tempio 2017).

El consumo total de carne aviar registrado durante el año 2020 aumentó 2,4% en relación con el mismo período del año 2019. Por su parte, el consumo per cápita alcanzó 45.9 kg/persona/año, un aumento de 1,2% respecto al año anterior (MAGyP 2020). Por su rápida producción en ciclos cortos, y la facilidad de usar una amplia gama de subproductos agroalimentarios en la nutrición humana, la producción avícola tiene el más amplio desarrollo del sector agropecuario. Se estima que la producción avícola continúe en desarrollo, puesto que el crecimiento de la población mundial tiene alta demanda de carne y huevos. Así, la producción avícola constituye un papel esencial en la subsistencia de la población mundial. Actualmente, se estima que las aves de corral constituyen el 80% de la fuente alimenticia en países con un déficit de alimentos y en poblaciones de escasos ingresos (FAO 2013).

La nutrición de las aves y en especial en los pollos de engorde sigue siendo el ente decisivo en los sistemas productivos. Se estima que el 80% de los costos en una producción avícola se deben a la alimentación. Por lo tanto, debido a los altos costos de las materias primas y situaciones difíciles a las que se enfrentan los avicultores durante el periodo de producción, es necesario encontrar productos y subproductos agroindustriales que por sus bajos costos nos permitan sustituir las actuales materias primas utilizados, lo que busca satisfacer las necesidades de energía y proteína requeridas por las aves (Estrada y Cando 2008).

La alimentación de las aves está basada, principalmente, en productos energéticos como el maíz, la cebada, la avena y trigo y alimentos proteicos de origen vegetal como las harinas de semillas oleaginosas (principalmente la soya) (Soler y Fonseca 2011). Según la FAO (2022), los precios de los cereales y granos básicos, con mayor énfasis el maíz debido al conflicto entre Ucrania y Rusia (principales países exportadores de estos granos) tendrá un aumento mensual del 19.1%, similar para el sorgo y la cebada.

En el trópico existen numerosas fuentes alimenticias que pueden ser utilizadas en la alimentación aviar, que por desconocimiento no se utiliza comúnmente en la nutrición avícola como la harina de coquito o palmiste obtenido de la palma africana o aceitera (*Elaeis guineensis*). Este cultivo de región tropical, posee un potencial elevado como fuente proteica para la alimentación y es la especie vegetal de mayor productividad de aceite en el mundo (García 1997).

La harina de coquito es un producto derivado de la fracción sólida proveniente del proceso de prensado mecánico de la almendra del fruto de la palma aceitera. Seguido, se empaca y se procesa como un ingrediente alimenticio para la elaboración de concentrados para el consumo animal. La necesidad de encontrar productos o subproductos generados por la agroindustria capaces de sustituir las actuales fuentes de proteína y energía y que cumplan con las condiciones antes mencionadas, al parecer la harina de coquito es una opción interesante para la alimentación avícola (Pérez 1997). La composición química es variable, lo que dependerá de los métodos de extracción del aceite y posterior almacenamiento (Campos y Arce-Vega 2016).

En consecuencia, de los factores que afectan las producciones avícolas, la preparación de dietas con alto valor nutritivo constituye el principal reto. El principal reto para los productores es formular dietas precisas que cumplan con las necesidades fisiológicas para un correcto desempeño, crecimiento y reproducción. Es la principal justificación para el uso de las enzimas exógenas que contribuye con la actividad enzimática y con la mayor disponibilidad de aminoácidos, minerales, energía y proteína (Martínez-Alesón Sanz 2012).

La inclusión de enzimas digestivas en la alimentación de aves se ha vuelto muy popular entre los nutricionistas, ya que sus acciones sinérgicas degradan eficazmente las estructuras de las fibras y mejorar la absorción de los AA, lo que aumenta la disponibilidad de los nutrientes. Según Geraert y Zenagui (2017) el uso de enzimas como fitasa mejora la disponibilidad y uso de energía metabolizable, fósforo y aminoácidos.

Asimismo, la suplementación con proteasas en las dietas de pollos incrementa el valor nutricional de una gran variedad de proteínas, así como su digestibilidad, lo que complementa la actividad de las enzimas digestivas como la pepsina, tripsina y otras proteasas pancreáticas (Martinez-Aleson 2010). El añadir enzimas fitasas sintéticas de *Aspergillus niger* incrementa la ganancia de peso, el consumo de alimento y las cenizas de hueso, comparada con una dieta si fitasas en pollos Cobb x Cobb (Sanmiguel 2011).

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño productivo en pollos de engorde alimentados con niveles crecientes de harina de coquito y la adición de complejo multi-enzimático Lumis Lbyme X50.

Materiales y Métodos

Ubicación Experimental

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y Capacitación Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicado en Valle del Yegüare, a 30 km de la carretera de Tegucigalpa-Danlí. La unidad avícola se encuentra 800 msnm, con una precipitación media anual de 1,100 mm y una temperatura media de 28 °C.

Aves, Tratamientos y Dietas

Un total de 600 pollos de engorde sin sexar de un día de edad del genotipo Cobb 500 MV × Cobb 500 FF se ubicaron aleatoriamente en 3 tratamientos experimentales, cinco repeticiones por tratamiento y 40 aves por repetición durante 32 días de edad a una densidad de 11.12 aves/m². Los tratamientos experimentales consistieron:

T1: Control

T2: 5 (inicio), 10 (crecimiento) y 15% (finalización) de harina de coquito.

T3: 5 (inicio), 10 (crecimiento) y 15% (finalización) de harina de coquito+complejo enzimático.

Cuadro 1

Dietas experimentales con harina de coquito en pollos de engorde Cobb-500 (0-8 días).

Ingredientes (%)	Control	5% de harina de coquito	5% de harina de coquito+enzimas
Harina de maíz	51.297	45.263	45.17
Harina de soya	39.252	38.27	38.278
Harina de coquito	0.00	5.00	5.00
Premezcla de minerales y vitaminas ¹	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	4.824	6.81	6.845
Colina	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.332	0.352	0.352
L-treonina	0.114	0.134	0.134
L-lisina	0.181	0.211	0.211
Carbonato de calcio	1.39	1.39	1.39
Biofos	1.495	1.505	1.505
Secuestrante de micotoxinas	0.075	0.075	0.075
Enzimas exógenas	0.05	0.00	0.05

Ingredientes	Control	5% harina	5% harina
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Costo (USD/t)	653.16	642.47	649.17
Aportes nutricionales			
EM (kcal/kg)	2975	2975	2975
PC (%)	22.00	22.00	22.00
Lisina (%)	1.22	1.22	1.22
Metionina+cistina (%)	0.91	0.91	0.91
Treonina (%)	0.83	0.83	0.83
Ca (%)	0.90	0.90	0.90
P disponible (%)	0.45	0.45	0.45
Na (%)	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.16	0.16	0.16

Nota. Cada kg contiene: vit. A, 10 x 10⁶ U.I.; vit. D₃, 1,5x 10⁶ U.I.; vit. K₃, 2100 mg; vit. E, 10000 mg; tiamina, 800 mg; riboflavina, 2500 mg; ac. pantoténico, 10000 mg; piridoxina, 2500 mg; ac. fólico, 250 mg; biotina, 100mg; vit. B₁₂, 15 mg; manganeso, 60000 mg; cobre, 8000 mg; hierro, 60000 mg; zinc, 50000 mg; selenio, 200 mg; iodo, 800 mg; cobalto, 500 mg; Antioxidante, 125000 mg.

Cuadro 2

Dietas experimentales con harina de coquito en pollos de engorde Cobb-500 (9-18 días)

Ingredientes (%)	Control	10% de harina de coquito	10% de harina de coquito+enzimas
Harina de maíz	56.945	44.836	44.746
Harina de soya	34.146	32.188	32.188
Harina de coquito	0.00	10.00	10.00
Premezcla de minerales y vitaminas ¹	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	639.29	624.28	630.99
Colina	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.308	0.339	0.339
L-treonina	0.07	0.116	0.116
L-lisina	0.189	0.245	0.245
Carbonato de calcio	1.299	1.28	1.28
Biofos	1.371	1.382	1.382
Secuestrante de micotoxinas	0.075	0.075	0.075
Enzimas exógenas	0.05	0.00	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Costo (USD/t)	604.73	596.48	603.99
Aportes nutricionales			
EM (kcal/kg)	3025	3025	3025
PC (%)	20.00	20.00	20.00
Lisina (%)	1.12	1.12	1.12
Metionina+cistina (%)	0.85	0.85	0.85

Ingredientes (%)	Control	10% de harina de coquito	10% de harina de coquito+enzimas
Treonina (%)	0.73	0.73	0.73
Ca (%)	0.84	0.84	0.84
P disponible (%)	0.42	0.42	0.42
Na (%)	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.16	0.16	0.16

Nota. Cada kg contiene: vit. A, 10 x 106 U.I.; vit. D3, 1,5x 106 U.I.; vit. K3, 2100 mg; vit. E, 10000 mg; tiamina, 800 mg; riboflavina, 2500 mg; ac. pantoténico, 10000 mg; piridoxina, 2500 mg; ac. fólico, 250 mg; biotina, 100mg; vit. B12, 15 mg; manganeso, 60000 mg; cobre,8000 mg; hierro, 60000 mg; zinc, 50000 mg; selenio, 200 mg; iodo, 800 mg; cobalto, 500 mg; Antioxidante, 125000 mg.

Cuadro 3

Dietas experimentales con harina de coquito en pollos de engorde Cobb-500 (19-32 días)

Ingredientes (%)	Control	10% de harina de coquito	10% de harina de coquito+enzimas
Harina de maíz	58.815	40.533	40.443
Harina de soya	31.892	28.995	28.995
Harina de coquito	0.00	15.00	15.00
Premezcla de minerales y vitaminas ¹	0.35	0.35	0.35
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	5.386	11.418	11.458
Colina	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.276	0.323	0.323
L-treonina	0.029	0.088	0.088
L-lisina	0.137	0.218	0.218
Carbonato de calcio	1.165	1.14	1.14
Biofos	1.185	1.22	1.22
Secuestrante de micotoxinas	0.075	0.075	0.075
Enzimas exógenas	0.05	0.00	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Costo (USD/t)	598.86	590.96	597.73
Aportes nutricionales			
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100
PC (%)	19.00	19.00	19.00
Lisina (%)	1.05	1.05	1.05
Metionina+cistina (%)	0.80	0.80	0.80
Treonina (%)	0.66	0.66	0.66
Ca (%)	0.76	0.76	0.76
P disponible (%)	0.38	0.38	0.38

Ingredientes (%)	Control	10% de harina de coquito	10% de harina de coquito+enzimas
Na (%)	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.16	0.16	0.16

Nota. -Cada kg contiene: vit. A, 10 x 10⁶ U.I.; vit. D3, 1,5x 10⁶ U.I.; vit. K3, 2100 mg; vit. E, 10000 mg; tiamina, 800 mg; riboflavina. 2500 mg; ac. pantoténico, 10000 mg, piridoxina, 2500 mg; ac. fólico, 250 mg; biotina, 100mg; vit. B12, 15 mg; manganeso, 60000 mg; cobre,8000 mg; hierro, 60000 mg; zinc, 50000 mg; selenio, 200 mg; iodo, 800 mg; cobalto, 500 mg; Antioxidante, 125000 mg.

Condiciones Experimentales

Cada repetición estuvo constituida por un corral con cama de viruta de madera. El alimento y el agua se suministró *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos de niple, respectivamente. La temperatura y la ventilación dentro del galpón se controló mediante criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores. La nave se desinfectó según las normas de calidad medioambientales. No se utilizaron medicamentos, ni atención veterinaria terapéutica durante toda la etapa experimental.

Desempeño Productivo

Al final de la fase experimental (inicio, crecimiento y finalización) se determinó el desempeño productivo de los pollos de engorde. El peso vivo (PV) se determinó tomando en cuenta el peso inicial y el peso final de las aves de forma individual mediante una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión ± 1.00 g, respectivamente. El consumo alimenticio (CA), se calculó en cada etapa mediante el método de oferta y rechazo. La conversión alimenticia (CON), se calculó tomando en cuenta la ingesta de alimento necesaria para obtener una ganancia de 1 kg de peso vivo. Por último, la viabilidad, se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento.

Peso de la Canal y Órganos

A los 32 días de edad se sacrificaron por el método de desangrado en la vena yugular con previo aturdimiento cervical 10 machos y 10 hembras/tratamiento para un total de 60 pollos. Los pollos de engorde ayunaron durante 8 horas. Para determinar el peso relativo de la canal, pechuga, pierna, hígado, corazón, molleja y grasa abdominal, se realizó un pesaje de los pollos de engorde antes del sacrificio en una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100-01-BK con precisión ± 0.1 g y se determinó los rendimientos.

Análisis Estadístico

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se utilizó la décima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Se realizó una interacción entre las dietas experimentales y sexo de los pollos para las porciones comestibles.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 4 se observa el efecto de los niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivos de pollos de engorde Cobb-500 de 0-8 días de edad. El peso vivo inicial, peso final, consumo de alimento y conversión alimenticia mostraron diferencias ($P \geq 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 4

Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (0-8 días).

Indicadores productivos	Tratamientos experimentales			EE±	Valor de P
	Control	Harina de coquito	Harina de coquito+enzimas		
Peso vivo inicial (g)	47.34	47.52	47.82	0.155	0.129
Peso vivo final (g)	216.10	220.46	220.54	3.758	0.644
Consumo de alimento (g)	187.96	201.30	191.77	4.495	0.139
Conversión alimenticia	1.12	1.15	1.10	0.021	0.369
Viabilidad	100.00	100.00	100.00		

Se observa en el Cuadro 4 se encontraron diferencias ($P \geq 0.05$) entre tratamientos, la inclusión de harina de coquito y harina de coquito + enzimas no deprimió el desempeño productivo de las aves en la etapa de inicio. Resultados similares reportaron Broz y Ward (2007) quienes encontraron que la utilización de enzimas en la alimentación de aves no cambio debido a la viscosidad en la digestión intestinal. De igual forma, Castillo (2000) menciona que en su experimento el uso de enzimas no incrementó el peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia de las aves en los primeros 7 días de edad. Esto difiere con lo reportado por Sundu B et al. (2005) quienes afirman que el β -manano, siendo este el principal componente de los subproductos de palma africana (*Elaeis guineensis*), lo que mejora la absorción de nutrientes y el sistema inmunológico de las aves actuando como prebiótico. Por su parte la viabilidad no presentó diferencias ($P \geq 0.05$) ya que se mantuvieron en condiciones ideales en los primeros días de edad, tal y como lo menciona Lovera (2021) el manejo inicial eficaz de los pollitos lleva a resultados de producción eficientes, con mejora constante en la calidad, como tasa de crecimiento saludable, rendimiento de carne y viabilidad. También, se observa

que la conversión alimenticia obtuvo diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, según los índices estos resultados son similares a lo estipulado por la línea genética, así mismo, METALTECO (2014) indica que los índices de conversión alimenticia de las aves define la rentabilidad económicas de la producción de pollos de engorde.

El Cuadro 5 muestra el efecto de la inclusión de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde Cobb 500 de 9-18 días de edad. El peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y viabilidad indicaron diferencias estadísticas ($P\leq 0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 5

Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (9-18 días).

Indicadores productivos	Tratamientos experimentales			EE±	Valor de P
	Control	Harina de coquito	Harina de coquito+enzimas		
Peso vivo (g)	721.18 ^b	738.20 ^b	794.50 ^a	4.665	<0.001
Consumo de alimento (g)	505.08 ^b	517.74 ^b	561.92 ^a	5.737	<0.001
Conversión alimenticia	1.47 ^b	1.52 ^a	1.40 ^c	0.013	<0.001
Viabilidad	100.00 ^a	100.00 ^a	98.50 ^b	0.236	<0.001

Nota. ^{a,b}Superíndices con letras diferentes entre tratamientos difieren a $P\leq 0.05$

El Cuadro 5 muestra que las dietas promovieron los principales indicadores productivos en los pollos de engorde, en la etapa de crecimiento de 9-18 días de edad. (García 1997), afirma que el 10% en niveles de inclusión de harina de coquito en la dieta de pollos de engorde tiene una mejor rentabilidad y productividad en las aves. Estos resultados coinciden con los encontrados por Zumbado et al. (1998) al formular niveles de 5 y 10% de palmiste integral en dietas para engorde, respecto a una dieta testigo a base de maíz, soya y aceite de soya, estos efectos son atribuibles directamente al rol prebiótico del palmiste integral.

Por su parte, Chavarria (1987) menciona en al incluir un 10% de harina de coquito en dietas de pollos de engorde se obtiene una mejor conversión alimenticia en comparación con mayores niveles de inclusión. Según García (1997) el peso corporal de los pollos alimentados con la dieta control

y del tratamiento con 10% de harina de coquito incrementó que con los tratamientos con 30 y 40%, a pesar que no se encontró diferencias ($P>0.05$) significativas entre el tratamiento (10 y 20%), respectivamente.

En el Cuadro 6 muestra el efecto de la inclusión de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde Cobb 500 de 19-32 días de edad. Similar a la etapa, anterior, el peso vivo, consumo de alimento, viabilidad y conversión alimenticia cambiaron notablemente ($P\leq 0.05$).

Cuadro 6

Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (19-32 días).

Indicadores productivos	Tratamientos experimentales			EE±	Valor de P
	Control	Harina de coquito	Harina de coquito+enzimas		
Peso vivo (g)	2043.96 ^b	1960.31 ^c	2117.25 ^a	23.814	<0.001
Consumo de alimento (g)	1322.82 ^{ab}	1222.10 ^b	1334.78 ^a	17.887	<0.001
Conversión alimenticia	1.55 ^b	1.65 ^a	1.61 ^{ab}	0.026	0.034
Viabilidad (%)	98.60 ^{ab}	99.60 ^a	97.40 ^b	0.606	0.050

Nota. ^{a,b}Superíndices con letras diferentes entre tratamientos difieren a $P\leq 0.05$.

La inclusión de este porcentaje de harina de coquito (15%) más el compuesto multi-enzimático rico en betaglucanasa, mananasa y fitasas promovieron el peso vivo. En este sentido, Garcia (1997) indicaron que para el día 28, la inclusión del 10 y 20% de harina de coquito no fueron diferentes estadísticamente para las variables peso vivo y conversión alimenticia, la mayor inclusión incrementó el consumo de alimento, quizás debido al incremento del aceite que reduce la formación de polvo e incrementa la palatabilidad de la ración. Estos resultados coinciden con Estrada y Cando M (2008) quienes señalan que para el día 28 no presentaron diferencias ($P>0.05$) entre la inclusión de 10 y 15% de harina de coquito con y sin enzimas exógenas para la variable de peso corporal, sin embargo, la inclusión del 15% con enzimas promovió el consumo de alimento. Estos resultados demuestran que

las enzimas exógenas tienen un rol esencial en el aprovechamiento de los nutrientes cuando se usa hasta 15% de harina de palmiste en las dietas de los pollos de engorde.

El Cuadro 7 muestra el efecto de la inclusión de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde Cobb 500 de 0-32 días. Las dietas experimentales provocaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para los indicadores productivos evaluados (consumo de alimento, la conversión alimenticia y la viabilidad).

Cuadro 7

Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (0-32 días).

Indicadores productivos	Tratamientos experimentales			EE±	Valor de P
	Control	Harina de coquito	Harina de coquito+enzimas		
Consumo de alimento (g)	2986.15 ^b	3010.17 ^b	3126.52 ^a	34.892	0.019
Conversión alimenticia	1.50 ^b	1.57 ^a	1.51 ^b	0.019	0.017
Viabilidad (%)	99.50 ^a	99.88 ^a	98.63 ^b	0.201	0.010

Nota. ^{a,b}Superíndices con letras diferentes entre tratamientos difieren a $P \leq 0.05$.

La inclusión de niveles crecientes del 5, 10 y 15% en todo el ciclo productivo tuvo cambios durante toda la etapa de vida. Según Garcia (1997) la suplementación de hasta 20% de harina de coquito en la dieta de pollos de engorde durante 28 días no provocó diferencias notables en el consumo de alimento, al contrario mayores niveles deprimió el consumo de alimento, quizás debido al exceso de fibra cruda en las dietas. Por otro lado, Henriquez y Banegas (2020) afirman que la inclusión de 5, 10 y 15% de palmiste mejoró el consumo de alimento en pollos de engorde, siendo mayoritario con 5% de inclusión, y estos estudio no afectaron la viabilidad de las aves. Garofalo (2008) reportó que niveles crecientes de harina de coquito disminuyó el peso vivo, consumo de alimento y ganancia de peso e incrementó la mortalidad y conversión alimenticia, a pesar de que emplearon enzimas exógenas. Estos resultados demuestran que es necesario considerar para formular las dietas con harina de coquito la composición química, los niveles de inclusión y la etapa productiva.

El Cuadro 8 muestra el efecto de niveles crecientes de harina de coquito con o sin enzimas en las porciones comestibles de pollos de engorde Cobb 500. La inclusión de hasta 15% de harina de coquito sin enzimas disminuyó ($P<0.05$) el rendimiento de la pechuga, aunque la dieta control redujo ($P<0.05$) el rendimiento de la molleja y la pierna con relación a los grupos con harina de coquito. Las otras variables no indicadores diferencias estadísticas ($P>0.05$). Destacar, que el sexo no tuvo ninguna influencia en los resultados encontrados.

Cuadro 8

Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (32 días).

Porciones comestibles (%)	Tratamientos experimentales			EE±	Tto	Sexo	Tto x sexo
	Control	Harina de coquito	Harina de coquito +enzimas				
Canal	68.08	67.23	67.47	0.723	0.690	0.942	0.850
Pechuga	32.69 ^a	30.30 ^b	32.68 ^a	0.590	0.013	0.620	0.049
Pierna	27.04 ^b	28.10 ^a	27.73 ^{ab}	0.334	0.087	0.613	0.586
Hígado	2.03	1.91	1.92	0.066	0.390	0.924	0.797
Corazón	0.45	0.45	0.48	0.019	0.502	0.326	0.933
Molleja	1.39 ^b	2.11 ^a	1.93 ^a	0.077	0.001	0.579	0.001
Grasa Abdominal	1.15	1.24	1.27	0.072	0.474	0.248	0.407

Nota. ^{a,b}Superíndices con letras diferentes entre tratamientos difieren a $P\leq 0.05$.

Estos resultados coincidieron con Garcia (1997) quien no encontró cambios en el rendimiento de canal cuando utilizaron hasta 10% de coquito en las dietas. Según Henriquez y Banegas (2020) el peso relativo de la canal y de la pechuga disminuyó al incluir 5 y 10% de harina de palmiste en la dieta de las aves en comparación con el control, por otra parte, indicaron que la inclusión de 15 y 20% disminuyó el rendimiento de la pechuga. Resultados similares reportan Garcia et al. (1999) quienes señalaron que altos niveles de inclusión de palmiste reduce el peso, rendimiento de la canal y pechuga, debido al alto contenido de fibra cruda. Por otro lado, estos autores sugieren utilizar una inclusión con un rango aproximado de 100 g/kg de palmiste con 249.0 g/kg de fibra cruda, con el objetivo mantener una respuesta positiva a los tratamientos con

diferentes niveles de inclusión de harina de coquito. En cuanto a la variable pierna muestra diferencias ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos control y harina de coquito, pero los resultados de harina de coquito + enzimas no presentan diferencias ($P \geq 0.05$) con respecto a los dos anteriormente mencionados, dichos datos difieren a Henriquez y Banegas (2020) quienes reportan que el porcentaje de canal con respecto a la pierna es similar en niveles de inclusión del 15 y 20%.

Por otro lado, Svihus (2014) afirma que la molleja tritura y muele el alimento lo que contribuye al proceso de absorción en el intestino delgado. De igual manera, afirma que el peso de la molleja incrementa cuando las dietas son ricas en granos enteros y contienen altos porcentajes de fibra insoluble. En este sentido, los pollos de engorde que durante el experimento fueron alimentados con dietas de altos niveles de inclusión de harina de palmiste presentaron un mayor desarrollo de la molleja. Los altos contenidos de harina de palmiste provocan una mayor actividad de la molleja por su alto contenido de fibra y por ende un mayor peso relativo de este órgano según Olukomaiya O et al. (2019).

El Cuadro 9 indica el efecto de los niveles crecientes de harina de coquito en el costo del alimento consumido y el costo para producir un kg de peso vivo, canal y pechuga de pollos de engorde Cobb 500 a los 32 días de edad. El costo consumido incrementó las dietas de harina de coquito+enzimas, sin embargo, los mayores costos para producir un kg de peso vivo, canal y pechuga fueron atribuidos a las dietas con harina de coquito sin enzimas.

Cuadro 9

Efecto de niveles crecientes de harina de coquito en el costo del alimento consumido y el costo para producir un kg de peso vivo, canal y pechuga de pollos de engorda Cobb-500 con estrés térmico (32 días).

Indicadores productivos	Tratamientos experimentales		
	Control	Harina de coquito	Harina de coquito+enzimas
Costo del alimento consumido (USD/pollo)	1.88	1.86	1.96
Costo/kg/peso vivo (USD)	0.92	0.95	0.92
Costo/kg/Canal	1.36	1.42	1.38
Costo/kg/Pechuga	2.82	3.13	2.82

Estos resultados demuestran que a pesar de que el grupo de palmiste mas enzimas incrementó el consumo de alimento y por ende el costo del alimento consumido, es necesario incluir enzimas exógenas cuando se utiliza en las dietas este alimento alternativo, ya que los resultados fueron similares al control. Sundu B et al. (2005) mencionan que la harina de coquito no presenta propiedades anti nutricionales, por lo que puede ser incluida en niveles de hasta un 40%, sin embargo, sugieren mantener un balance de aminoácidos y energía metabolizable para poder mantener una buena relación entre el costo del alimento consumido y el costo para producir un kg de peso vivo.

Ngouana Tadjong R et al. (2020) destacan que el empleo dietético de la harina de coquito redujo notablemente los costos de producción asociado al alimento y no se deprimió la producción animal. Por tal motivo, para reducir los costos de producción se debe centrar en disminuir el uso de estos alimentos convencionales e importados y buscar fuentes alternativas locales que puedan sustituir parcial o totalmente las necesidades nutricionales de las aves. El pollo de engorde es un ave altamente eficiente para transformar sus alimentos en carne. Según menciona Castañeda (2018) en la década de los años 50, un pollo de engorde salía al mercado en 11 semanas, con un peso de un kilo 800 gramos, hoy lo hace en 7 semanas, con un peso promedio de tres kilos, principalmente, a los programas de cruzamiento y mejoramiento genético realizados por las diversas casas comerciales. Es

necesario continuar con los estudios económicos para encontrar el punto de equilibrio que considere la inclusión de harina de coquito, el consumo el costo para producir pollos.

Conclusiones

El empleo de niveles crecientes de harina de coquito (5, 10 y 15%) más enzimas mejoró la eficiencia alimenticia, aunque incrementó la mortalidad de pollos de engorde.

Las dietas con coquito incrementaron el rendimiento de la molleja y la ausencia de la enzima redujo el rendimiento de la pechuga y mejoró el rendimiento de la pierna, las otras porciones comestibles no cambiaron entre tratamientos.

La harina de coquito más enzimas incrementó el costo del alimento consumido, aunque las dietas con coquito sin enzimas aumentaron el costo para producir un kg de peso vivo, canal y pechuga.

Recomendaciones

Realizar experimentos con diferentes estrategias nutricionales para sustituir alimentos importados en pollos de engorde.

Realizar un estudio económico para encontrar el punto de equilibrio del empleo de la harina de coquito que considere el costo de la dieta, el alimento consumido y el peso vivo de los pollos de engorde.

Referencias

- Broz J, Ward N. 2007. The Role of Vitamins and Feed Enzymes in Combating Metabolic Challenges and Disorder. *Journal of Applied Poultry Research*; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 16(1):150–159. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S105661711931606X>.
- Campos C, Arce-Vega J. 2016. Sustitutos de maiz utilizados en la alimentacion animal en Costa Rica. *Nutricion Animal Tropical*; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 10:91–113. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/27327/27443>.
- Castañeda P. 2018. Producir pollo de engorda es altamente rentable. Mexico: UNAM; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://www.avicultura.mx/destacado/Producir-pollo-de-engorda-es-altamente-rentable:-Dra.-Pilar-Castaneda,-UNAM>.
- Castillo M. 2000. Efecto de la inclusion de la enzima fitasa (Natuphos®) en dietas para pollos de engorde de la Linea Arbor acres® [pregrado]. Honduras: Escuela Agricola Panamericana; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4958/1/CPA-2000-T016.pdf>.
- Chavarria O. 1987. Efecto de la sustitucion de maiz por palmiste integral sobre los rendimientos de pollos de engorde en el periodo de iniciacion. Costa Rica: [sin editorial] (vol. 1).
- Estrada J, Cando M. 2008. Evaluación del uso de Allzyme® SSF en dietas de pollos de engorde con diferentes niveles de harina de coquito [pregrado]. Honduras: Escuela Agricola Panamericana; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5455/1/CPA-2008-T020.pdf>.
- Estrada JA, Cando MR. 2008. Evaluación del uso de Allzyme® SSF en dietas de pollos de engorde con diferentes niveles de harina de coquito. [sin lugar]: Escuela Agricola Panamericana Zamorano; [consultado el 4 de abr. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5455/1/CPA-2008-T020.pdf>.
- [FAO] Organizacion de las Naciones Unidad para la Agricultura y Alimentacion. 2022. Índice de precios de los alimentos de la FAO. [sin lugar]: [sin editorial] ; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/es/>.
- [FAO] Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentacion, editor. 2013. Revisión del desarrollo avícola. Roma: [sin editorial]. ISBN: ISBN 978-92-5-308067-0. <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>.
- Garcia C. jun. 1997. Utilizacion de harina de coquito en dietas para pollos de engorde [pregrado]. Honduras: Escuela Agricola Panamericana; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5111/1/CPA-1997-T038.pdf>.
- Garcia C, Gernat A, Murillo J. 1999. The effect of four levels of palm kernel meal in broiler. *Ceiba*,1999; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 40(2):291–295. <https://revistas.zamorano.edu/index.php/CEIBA/article/view/446/437>.
- Garofalo C. 2008. Evaluación del uso de Allzyme® SSF en dietas de pollos de engorde con niveles elevados de harina de coquito [pregrado]. Honduras: Escuela Agricola Panamericana; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/861/1/T2585.pdf>.

- Geraert A, Zenagui S. 2017. Mejorando la digestibilidad mediante la suplementación de enzimas. España: nutriNews; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://nutricionanimal.info/download/nutrinews-09-2017-ADISSEO-Mejora-digestibilidad-con-enzimas.pdf>.
- Henriquez F, Banegas J. 2020. Efecto de la inclusión de palmiste en el rendimiento de los pollos de engorde [pregrado]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <http://hdl.handle.net/11036/6854>.
- Lovera S. 2021. La importancia de las primeras dos semanas en la vida del pollo de engorde. El Sitio Avícola; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://www.elsitioavicola.com/articulos/3041/la-importancia-de-las-primeras-dos-semanas-en-la-vida-del-pollo-de-engorde/>.
- [MAGyP] Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2020. Anuario Avícola 2020. Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina; [consultado 02/05/22]. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/boletines/_archivos//000001_Anuario%20Avicola%202020.pdf.
- Martínez-Aleson R. 2010. Proteasas en la alimentación de las aves. [sin lugar]: DSM nutritional products. <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2010/11/5632-proteasas-para-alimentacion-de-las-aves.pdf>.
- Martínez-Alesón Sanz R. 2012. Enzimas en la alimentación aviar: Novedades y aplicación práctica. [sin lugar]; [consultado el 5 de may. de 2022]. https://produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/162-enzimas_en_alimentacion.pdf.
- METALTECO. 2014. La conversión alimenticia en alimentos concentrados. METALTECO; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://metalteco.com/conversion-alimenticia-concentrados-balanceados/>.
- Mottet A, Tempio G. 2017. Producción avícola global: estado actual, perspectivas de futuro y retos. España: AECA: Boletines semanales; [consultado el 27 de jun. de 2022]. https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/16513_wpsvol73number-2-2017-2t.pdf.
- Ngouana Tadjong R, Jean Raphaël K, Mane Divine Doriane Y, Yves K, Nounamo Longston Wilfried E. 2020. Growth Performance of Muscovy Ducks (*Cairina moschata*) Fed Palm Kernel Meal Based Diets. Open Journal of Animal Sciences; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 10. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=100324>.
- Olukomaiya O, Fernando C, Mereddy R, Li X, Sultanbawa Y. 2019. Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens. Animal Nutrition; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 5(4):319–330. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405654518303615?token=B24A4AEF8B9395385EC5D9E590AC66F9BD2CD9F61EC9FFD22D6014F710408EEEE46CB8FA4CFC7B807E674AC8AEFB6957&originRegion=us-east-1&originCreation=20220529222350>.
- Perez J. 1997. Uso de harina de coquito en dietas para ponedoras. Ceiba, 1999; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 38(2):191. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3625/1/CPA-1997-T078.pdf>.
- Sanmiguel A. 2011. Investigación y uso de fitasas en avicultura. Colombia: Universidad de Tolima. <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/download/609/575/1245>.
- Soler D, Fonseca J. 2011. Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores;

[consultado el 5 de may. de 2022]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3901984>.

Sundu B, Kumar A, Dingle J. 2005. Response of birds fed increasing levels of palm kernel meal supplemented with different enzymes. *Australian Poultry Science*; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 1:17. https://www.researchgate.net/publication/43460248_Response_.

Svihus B. 2014. Function of the digestive system. *Journal of Applied Poultry Research*. *Journal of Applied Poultry Research*; [consultado el 27 de jun. de 2022]. 23(2):306–314. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1056617119303939?token=EE9D7A0A969783087891150290D857E603E25DD25609C55AC6D4A5D08310D51C95F97777B6D54824410AEB3A03734B03&originRegion=us-east-1&originCreation=20220529222532>.

Zumbado M, Madrigal S, Marin M. 1998. Composicion y valor nutricional del palmiste o coquito integral de palma africana en pollos de engorde. Costa Rica: *Agronomia Costarricense*; [consultado el 27 de jun. de 2022]. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v16n01_083.pdf.