

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



Proyecto Especial de Graduación
**Validación de harina de coquito en la productividad de los pollos de
engorde**

Estudiante

Marlong Bolivar Martínez Gómez

Matheus Simon Vargas

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, junio 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	4
Índice de Figuras	5
Índice de Anexos	6
Resumen.....	7
Abstract	8
Introducción	9
Materiales y Métodos.....	12
Sitio de Estudio y Condiciones Geo-climáticas.....	12
Diseño Experimental y Tratamientos	12
Condiciones Experimentales.....	15
Desempeño Productivo	16
Análisis Estadístico	16
Resultados y Discusión.....	17
Conclusiones	25
Recomendaciones.....	26
Referencias.....	27
Anexos	30

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Formulación de las dietas utilizadas en la fase de inicio (0-8 días)	13
Cuadro 2	Formulación de las dietas utilizadas en la fase de desarrollo (9-18 días)	14
Cuadro 3	Formulación de las dietas utilizadas en la fase de finalización (19-32 días)	15
Cuadro 4	Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 0-8 días.	17
Cuadro 5	Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 9-18 días.	18
Cuadro 6	Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 19-32 días.	20
Cuadro 7	Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 0-32 días.	23

Índice de Figuras

Figura 1 Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el costo del alimento consumido por pollo y el costo para producir un kg de peso vivo de pollos de engorde.	24
--	----

Índice de Anexos

Anexo A Pollos utilizados para el experimento.....	30
Anexo B Condiciones experimentales	31

Resumen

El objetivo del experimento fue evaluar la inclusión de la harina de coquito y correctores energéticos en la productividad y rentabilidad económica de pollos de engorde. El experimento fue realizado en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en Honduras. Se utilizaron 1200 pollos Cobb500™ MV x FF con un día de edad al inicio de estudio, distribuidos aleatoriamente en seis tratamientos, con cuatro repeticiones en grupos de 50 animales por repetición durante 32 días. Los tratamientos consistieron en dos dietas control a base de harina de maíz: control (CT) y control + Lipofeed® + lipasa (CT + LF + LP), además, cuatro dietas con inclusiones de niveles crecientes de harina de coquito (5, 10 y 15%) (HC), harina de coquito (5, 10 y 15%) + lipasa (HC + LP), harina de coquito (5, 10 y 15%) + Lipofeed® (HC + LF) y harina de coquito (5, 10 y 15%) + Lipofeed® + lipasa (HC + LF + LP). Las dietas con inclusión de niveles crecientes de harina de coquito (5, 10 y 15%) con correctores energéticos no tuvieron efecto sobre la viabilidad y el consumo de alimento del pollo, aunque indicaron la mejor eficiencia alimenticia. Además, esta inclusión redujo el costo de la dieta y el costo para producir un kg de peso vivo de los pollos. Se recomienda utilizar 5, 10 y 15% de harina de coquito con lipasa y Lipofeed® en las fases inicio, crecimiento y finalización, respectivamente.

Palabras clave: Lipasa, Lipofeed®, rentabilidad económica, viabilidad.

Abstract

The objective of the experiment was to evaluate the inclusion of palm kernel meal and energy correctors on the productivity and economic viability of broiler chickens. The experiment was conducted at the Poultry Research and Teaching Center of the Pan-American Agricultural School Zamorano, located in Honduras. A total of 1200 one-day-old Cobb500™ MV x FF broiler chickens were randomly distributed into six treatments, with four replications of 50 birds per replication during a 32-day period. The treatments consisted of two control diets based on cornmeal: control (CT) and control + Lipofeed® + lipase (CT + LF + LP), as well as four diets with increasing levels of palm kernel meal (5, 10, and 15%) (HC), palm kernel meal (5, 10, and 15%) + lipase (HC + LP), palm kernel meal (5, 10, and 15%) + Lipofeed® (HC + LF), and palm kernel meal (5, 10, and 15%) + Lipofeed® + lipase (HC + LF + LP). The diets with increasing levels of palm kernel meal (5, 10, and 15%) with energy correctors had no effects on the viability and feed intake of broiler chickens, although they showed better feed efficiency. Additionally, this inclusion reduced the diet cost and the cost to produce one kg of body weight of the chickens. It is recommended to use 5, 10, and 15% of palm kernel meal with lipase and Lipofeed® in the starting, growing, and finishing phases, respectively.

Keywords: Economic profitability, lipase, Lipofeed®, viability.

Introducción

La avicultura actualmente es una de las industrias más importantes mundialmente en la producción de alimentos, la seguridad alimentaria y su protagonismo en el mercado internacional (Cuéllar 2022). La carne de pollo, desde el año 2000, mostró ser el mayor sector en crecimiento tanto en términos absolutos como relativos, creciendo 101%, equivalente a 59 millones de toneladas, lo que representó el 35% de la producción mundial de carne en 2019, siendo, la carne más producida mundialmente en dicho año. Entre los mayores productores están Brasil (13,517 mil toneladas), China (15,147 mil toneladas) y Estados Unidos (20,155 mil toneladas) (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2021).

En cuanto al consumo per cápita, este aumentó sustancialmente en las últimas décadas. En el año 2000 el consumo mundial per cápita era 9.8 kg, aumentando a un 14.8 kg en 2019 (Whitton et al. 2021). Si bien en números mundiales el aumento es de 5 kg, esto no es equitativo en todos los países. En 15 países, el aumento fue mayor a 10 kg/cápita, y en países como Perú, Rusia y Malasia este fue mayor a 20 kg/cápita. Esto se reflejó en una reducción en forma proporcional de la carne bovina y porcina, ya que la contribución del pollo aumentó de 33 a 43.4% del consumo mundial de carne entre 2000 y 2019 (Whitton et al. 2021).

La industria avícola como tal, consiste prácticamente en convertir alimento, en carne o huevo. Con el aumento sustancial de los alimentos en los últimos años, la rentabilidad de las producciones se ve amenazada. Aproximadamente el 85% de los costos de producción representa la dieta, por lo que, cualquier reducción mínima en el costo o en la eficiencia de conversión alimenticia aumenta grandemente la rentabilidad (Mejía 2022). Es responsabilidad de los nutriólogos animales buscar alternativas que puedan contribuir al aumento de la eficiencia y una reducción de costos.

El uso de alimentos alternativos al maíz para aporte energético en la dieta es una oportunidad para reducir costos, uno de estos es el palmiste o harina de coquito. Según Blas Beorlegui et al. (2019), se trata de un ingrediente de alto valor nutricional, que puede ser variable según el proceso y la

cantidad de fibra que resulta en el producto final, ya que, la digestibilidad en monogástricos puede verse reducida a un 50-65% a causa de la gran cantidad de fibra. En las aves, la harina de coquito después de los 20 días tiene una energía metabolizable (EM) de 1125 kcal/kg, comparado a las 3250 kcal/kg del maíz, así que la inclusión de la harina de coquito por harina de maíz, lo disminuye el aporte de EM de la dieta, así es necesario el uso de correctores energéticos.

Para este tipo de correcciones existen productos como el Lipofeed®, el cual es un suplemento con una presentación líquida o en polvo, desarrollado para ser utilizado como fuente energética nutricional y/o sustituir la grasas animales (sebo) o vegetales (aceites) en la formulación y elaboración de los alimentos balanceados de los animales (Medeles Orozco 2014). Según literatura consultada los sustratos gluconeogénicos son capaces de generar energía a menor costo y con la optimización de las materias primas comunes, lo que se obtiene a partir de sustratos el aporte de 77.5 Mcal/kg de energía metabolizable (Medeles Orozco 2014).

Otra de las herramientas para reducción de costos y aumento de digestibilidad es la suplementación enzimática. Además de reducir el impacto ambiental, mejora la salud intestinal, el bienestar animal y reduce costos en la dieta, lo que aumenta la digestibilidad de los nutrientes. El intestino del ave post eclosión no está completamente desarrollado, lo que la producción de algunas enzimas como la amilasas, tripsinas, quimotripsinas y lipasas es muy reducida, las cuales son requeridas para la digestión correcta de nutrientes. Por lo tanto, una suplementación enzimática para aumentar la disponibilidad de energía y proteína es una estrategia considerable para reducción de costos (Mejía 2022).

Las enzimas lipasas son proteínas que catalizan procesos biológicos, realizan reacciones de síntesis, hidrólisis o de intercambio de grupos (Salazar Carranza et al. 2020). Son encargadas de metabolizar los lípidos, los cuales son un grupo de compuestos orgánicos, muy poco solubles en agua que cumplen importantes funciones como ser fuente de energía, lo que se oxida para producir ATP y funciones estructurales en membranas (fosfolípidos y glucoesfingolípidos). La digestibilidad de lípidos

en los pollos es baja en las primeras ocho semanas de vida, esto debido a su baja habilidad de incrementar la síntesis de sales biliares, además de la baja concentración FABP entre la semana 3 y 5 de edad (Osorio y Flórez 2011). La hipótesis es que la inclusión de niveles crecientes de harina de coquito y diversos correctores energéticos podría favorecer la expresión genética de los pollos de engorde. El objetivo de este experimento fue evaluar la inclusión de la harina de coquito con correctores energéticos en la productividad, costo del alimento consumido y el costo para producir un kg peso vivo de pollos de engorde.

Materiales y Métodos

Sitio de Estudio y Condiciones Geo-climáticas

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, el cual está ubicado en el Valle de Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

Diseño Experimental y Tratamientos

Para la investigación se ubicaron en un diseño completamente al azar 1,200 pollos de engorde Cobb500™ MV x FF (Anexo A) de un día de edad en seis tratamientos experimentales, cuatro repeticiones por tratamiento y 50 pollos por repetición durante 32 días de edad. Los tratamientos consistieron en:

CT: Control (Dieta normal de maíz y soya)

CT + LF + LP: Control + Lipofeed® + lipasa (Lipase AN6®)

HC: Harina de coquito (5, 10 y 15%)

HC + LP: Harina de coquito (5, 10 y 15%) + lipasa (Lipase AN6®)

HC + LF: Harina de coquito (5, 10 y 15%) + Lipofeed®

HC + LF + LP: Harina de coquito (5, 10 y 15%) + Lipofeed® + lipasa (Lipase AN6®)

Cuadro 1*Formulación de las dietas utilizadas en la fase de inicio (0-8 días)*

Ingredientes (%)	Control	Control Lipofeed® Lipasa	Harina Coquito 5%	Harina Coquito 5% Lipasa	Harina Coquito 5% Lipofeed®	Harina Coquito 5% Lipofeed® Lipasa
Harina de maíz	51.297	55.532	45.164	47.676	46.851	49.345
Harina de soya	39.252	38.61	38.288	37.924	38.05	37.683
Harina de coquito	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Premezcla de minerales y vitaminas	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lipofeed®	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.10
Lipasa	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	4.824	1.134	6.849	4.706	5.312	3.173
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.332	0.332	0.348	0.343	0.343	0.343
L-treonina	0.114	0.114	0.133	0.132	0.132	0.132
L-lisina	0.181	0.185	0.208	0.209	0.21	0.212
Carbonato de calcio	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39
Biofos	1.495	1.478	1.505	1.495	1.497	1.497
Mycosorb A+	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Costo (USD/t)	653.16	639.23	648.95	638.09	645.54	634.98
<i>Aportes nutricionales</i>						
EM (kcal/kg)	2975	2875	2975	2875	2975	2875
PC (%)	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Lisina (%)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
Metionina+cistina (%)	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Treonina (%)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Ca (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
P disponible (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Na (%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16

Nota. Se utilizó la siguiente composición química de la harina de coquito para formular las dietas: Proteína cruda: 16.3%; Calcio: 0.25%; P

disponible: 0.15%, Lisina: 0.23%; Metionina + Cistina: 0.31%; Treonina: 0.27%, Valina: 0.27%; Triptófano: 0.20% y EM: 1125 kcal/kg.

Cuadro 2*Formulación de las dietas utilizadas en la fase de desarrollo (9-18 días)*

Ingredientes (%)	Control	Control Lipofeed® Lipasa	Harina Coquito 10%	Harina Coquito 10% Lipasa	Harina Coquito 10% Lipofeed®	Harina Coquito 10% Lipofeed® Lipasa
Harina de maíz	56.954	61.172	44.745	47.244	46.428	48.943
Harina de soya	34.146	33.528	32.209	31.855	31.971	31.606
Harina de coquito	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Premezcla de minerales y vitaminas	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lipofeed®	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.10
Lipasa	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	4.555	0.87	8.583	6.443	7.049	4.903
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.307	0.30	0.338	0.333	0.334	0.33
L-treonina	0.071	0.068	0.109	0.107	0.107	0.105
L-lisina	0.185	0.189	0.239	0.241	0.24	0.243
Carbonato de calcio	1.299	1.298	1.280	1.280	1.28	1.278
Biofos	1.368	1.35	1.382	1.372	1.376	1.367
Mycosorb A+	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Costo (USD/t)	639.17	624.95	630.63	619.79	627.23	616.409
<i>Aportes nutricionales</i>						
EM (kcal/kg)	3025	2925	3025	2925	3025	2925
PC (%)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Lisina (%)	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
Metionina+cistina (%)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Treonina (%)	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
Ca (%)	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
P disponible (%)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Na (%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16

Nota. Se utilizó la siguiente composición química de la harina de coquito para formular las dietas: Proteína cruda: 16.3%; Calcio: 0.25%; P disponible: 0.15%, Lisina: 0.23%; Metionina + Cistina: 0.31%; Treonina: 0.27%, Valina: 0.27%; Triptófano: 0.20% y EM: 1125 kcal/kg.

Cuadro 3

Formulación de las dietas utilizadas en la fase de finalización (19-32 días)

Ingredientes (%)	Control	Control Lipofeed® Lipasa	Harina Coquito 15%	Harina Coquito 15% Lipasa	Haina Coquito 15% Lipofeed®	Harina Coquito 15% Lipofeed® Lipasa
Harina de maíz	58.815	63.019	40.469	42.977	43.874	46.373
Harina de soya	31.892	31.285	29.015	28.651	28.509	28.155
Harina de coquito	0.00	0.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Premezcla de minerales y vitaminas	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Lipofeed®	0.00	0.10	0.00	0.00	0.20	0.20
Lipasa	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Cloruro de sodio	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma africana	5.386	1.702	11.438	9.293	8.358	6.215
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
DL-Metionina	0.276	0.276	0.323	0.323	0.316	0.315
L-treonina	0.029	0.025	0.083	0.082	0.081	0.079
L-lisina	0.137	0.136	0.212	0.214	0.216	0.218
Carbonato de calcio	1.165	1.163	1.135	1.135	1.135	1.134
Biofos	1.185	1.169	1.21	1.20	1.196	1.186
Mycosorb A+	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
Enzimas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cocciostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Costo (USD/t)	598.86	582.21	597.35	585.15	588.45	576.22
<i>Aportes nutricionales</i>						
EM (kcal/kg)	3100	3000	3100	3000	3100	3000
PC (%)	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
Lisina (%)	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Metionina+cistina (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Treonina (%)	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Ca (%)	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
P disponible (%)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Na (%)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16

Nota. Se utilizó la siguiente composición química de la harina de coquito para formular las dietas: Proteína cruda: 16.3%; Calcio: 0.25%; P disponible: 0.15%, Lisina: 0.23%; Metionina + Cistina: 0.31%; Treonina: 0.27%, Valina: 0.27%; Triptófano: 0.20% y EM: 1125 kcal/kg.

Condiciones Experimentales

Cada repetición estuvo constituida por un corral con 13.75 aves/m². El alimento y el agua se suministraron *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 (Anexo B). 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

En cada fase experimental (inicio, crecimiento y finalización) se determinaron los indicadores del desempeño productivo de los pollos de engorde. La viabilidad se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 kg de peso vivo (PV). El peso inicial y el final de cada etapa se realizó de forma individual, en una balanza industrial Mettler Toledo® IND226 con precisión ± 1.00 g, respectivamente. El consumo de alimento acumulado (CA) se calculó diariamente mediante el método de oferta y rechazo.

Análisis Estadístico

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple en un diseño totalmente aleatorizado, antes de realizar el análisis de varianza se procedió a verificar la normalidad de los datos por la prueba de Kolmogórov-Smirnov y para la uniformidad de la varianza, la prueba de Bartlett, en los casos necesarios se empleó la prueba de Duncan (1955) para determinar las diferencias entre medias. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. Todos los análisis se desarrollaron según el software estadístico SPSS versión 23.1.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 4 se observa que las dietas experimentales no indicaron influencias ($P > 0.05$) en los indicadores productivos medidos a los ocho días de edad de los pollos de engorde.

Cuadro 4

Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 0-8 días.

Ítems	Tratamientos experimentales						EE±	P
	Control	Control Lipofeed Lipasa	Harina Coquito 5%	Harina Coquito 5% Lipofeed®	Harina Coquito 5% Lipofeed®	Harina Coquito 5% Lipofeed® Lipasa		
PVI (g)	44.13	44.15	44.20	44.20	44.25	44.28	0.121	0.948
PV (g)	198.66	195.94	197.78	202.16	205.40	197.18	3.753	0.488
CA (g/ave)	149.73	139.08	144.63	149.20	152.20	146.60	4.455	0.401
CON	0.97	0.92	0.94	0.95	0.95	0.96	0.032	0.908
Viabilidad (%)	99.50	97.50	98.50	99.50	100.00	98.50	0.736	0.223

Nota. ^{a,b} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. PVI: peso vivo inicial; PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión

alimenticia; CT: Control; CT + LF + LP: Control + Lipofeed® + Lipasa; HC 5%: Harina de coquito; HC 5% + LP: Harina de coquito + Lipasa; HC 5% + LF: Harina de coquito + Lipofeed®; HC 5% + LF + LP: Harina de coquito + Lipofeed® + Lipasa

En los primeros ocho días de edad, la adición de lipasa y Lipofeed® con la inclusión de 5% de harina de coquito no afectó el desempeño productivo de los pollos. Esto es contrario a lo encontrado por Al-Marzooqi y Leeson (2000) donde el incremento de concentración de lipasas en dietas de inicio redujó significativamente el consumo de alimento y la ganancia de peso; resultados similares fueron reportados por Al-Marzooqi (1998) donde la lipasa incrementó la digestibilidad de los lípidos, los autores encontraron un patrón de reducción de consumo de alimento y baja ganancia de peso en la fase inicial. Asimismo, para el Lipofeed®, Villarreal (2022) reportó que la adición de propilenglicol (1,2-propanodiol) no tuvo efecto sobre ningún parámetro productivo en la fase inicial. En este sentido, Sundu et al. (2006) informaron que el consumo de alimento aumenta al incluir harina de coquito en las dietas y recomiendan no incluir más del 40%, ya que, afecta negativamente la digestibilidad del alimento.

El Cuadro 5 indicó que el HC 10% + LF incrementó el peso vivo con relación al CT + LF + LP ($P \leq 0.05$), sin embargo, el consumo de alimento, conversión alimenticia y la viabilidad no cambiaron por efecto de las dietas experimentales ($P > 0.05$).

Cuadro 5

Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 9-18 días.

Ítems	Tratamientos experimentales						EE±	P
	Control	Control Lipofeed® Lipasa	Harina Coquito 10%	Harina Coquito 10% Lipasa	Harina Coquito 10% Lipofeed	Harina Coquito 10% Lipofeed Lipasa		
PV (g)	612.33 ^{ab}	584.20 ^b	625.28 ^{ab}	604.98 ^b	653.71 ^a	611.89 ^{ab}	14.860	0.050
CA (g/ave)	603.53	564.43	627.95	641.08	660.98	623.50	32.365	0.414
CON	1.46	1.45	1.47	1.57	1.48	1.51	0.050	0.594
Viabilidad (%)	100.00	99.00	100.00	97.00	99.00	99.50	1.047	0.379

Nota: ^{a,b} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. PVI: peso vivo inicial; PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión

alimenticia; CT: Control; CT + LF + LP: Control + Lipofeed® + Lipasa; HC 10%: Harina de coquito; HC 10% + LP: Harina de coquito + Lipasa;

HC 10% + LF: Harina de coquito + Lipofeed®; HC 10% + LF + LP: Harina de coquito + Lipofeed® + Lipasa

La adición de lipasa y Lipofeed® no afectó el consumo de alimento de las aves, esto concuerda con los resultados de Lopez y Ramírez (2012) donde el Lipofeed® no afectó el consumo de alimento del ave. También, Wickramasuriya y Macelline et al. (2020) no encontraron cambios en el consumo de alimento al utilizar lipasas y emulsificantes a la dieta. Botello et al. (2020) en su experimento informaron que las aves alimentadas con 20 y 30% de inclusión de harina de coquito consumieron más alimento con inclusión de 10%, igualmente, los autores reportaron que una inclusión del 10% no afectó los parámetros productivos, sin embargo, una inclusión del 30% proveyó la mejor relación costo/beneficio.

En cuanto a conversión alimenticia, resultados similares fueron reportados por Wickramasuriya y Macelline et al. (2020), Lopez y Ramírez (2012) y Villarreal (2022), estos autores no encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia en la etapa de desarrollo. Sin

embargo, estos difieren con los resultados de Mejia y Paguada (2022), quienes indicaron que la adición de harina de coquito con enzimas mejoró significativamente este parámetro en la etapa de desarrollo.

En cuanto a mortalidad, Oliveira et al. (2019) informaron que la adición de lipasas exógenas no tuvo efecto sobre la viabilidad de los pollos en la fase de desarrollo. Por su parte, Lopez y Ramírez (2012) afirmaron que la inclusión de Lipofeed® tampoco afectó la viabilidad de los pollos a los 14 días. Sin embargo, Mejia y Paguada (2022), reportaron mayor mortalidad en la etapa desarrollo al incluir 10% de harina de coquito con enzimas.

Por otro lado, Sundu et al. (2006) en su experimento informaron que la harina de coquito mejora el sistema inmunológico de las aves al incluirla en la dieta, además, reduce las poblaciones de bacterias patógenas y aumenta la población de bacterias benéficas en el intestino, lo cual mejora la capacidad del pollo para combatir enfermedades.

Asimismo, para el parámetro de peso vivo a los 18 días de edad se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Se observa que los pollos que recibieron el tratamiento HC + LF presentaron el mayor peso que los que consumieron los tratamientos CT + LF + LP y HC 10% + LP. Esto indica que la lipasa por sí sola en junción con la harina de coquito ejerció un efecto negativo en el peso de los pollos en la fase de desarrollo, esto concuerda con lo dicho por Al-Marzooqi (1998), quien reportó una reducción del peso vivo del pollo en dietas con inclusiones de lipasas exógenas. El mismo efecto se observó en el tratamiento CT + LF + LP, ya que, los pollos que consumieron la dieta control + Lipofeed® + lipasa también presentaron un menor peso. Si bien, no hubo diferencias estadísticas entre las medias del tratamiento HC 10% + LF contra los tratamientos CT, HC 10% y HC 10% + LF + LP, se pudo observar una diferencia aritmética de 41.82 g en el caso de los tratamientos HC 10% + LF vs HC 10% + LF + LP. Esto indica que los tratamientos que tuvieron lipasa incluida en la dieta, los pesos se vieron reducidos durante la fase de desarrollo. Esto difiere a los resultados de Wickramasuriya y Macelline et al. (2020), en vista de que reportaron que la adición de lipasa tuvo efectos positivos en los parámetros de producción, sin embargo, estos utilizaron emulsificantes en la dieta en junción con

la lipasa e informaron que hicieron esto debido a los resultados de Al-Marzooqi y Leeson (1999), los cuales, a su vez, reportaron que la adición de lipasa por sí sola efectuó efectos negativos en la ganancia de peso de los pollos. Por otro lado, Wickramasuriya y Cho et al. (2020) concluyeron que la inclusión de lipasa en conjunto con otro emulsificante (estearoil-2 lactilato de calcio) no efectuó ninguna diferencia en los parámetros productivos del pollo en la fase de desarrollo.

En el Cuadro 6 se puede observar los efectos en el desempeño productivo en la fase final, estos fueron diferentes a la fase anterior, con diferencias significativas en la conversión alimenticia y viabilidad.

Cuadro 6

Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 19-32 días.

Ítems	Tratamientos experimentales						EE±	P
	Control	Control Lipofeed® Lipasa	Harina Coquito 15%	Harina Coquito 15% Lipofeed®	Harina Coquito 15% Lipofeed®	Harina Coquito 15% Lipofeed® Lipasa		
PV (g)	2190.1 ^a	2163.4 ^a	2065.7 ^b	2156.4 ^a	2134.4 ^{ab}	2188.2 ^a	27.147	0.037
CA (g/ave)	2527.28	2507.63	2511.10	2548.80	2451.88	2412.00	47.779	0.432
CON	1.61 ^b	1.62 ^b	1.75 ^a	1.64 ^b	1.69 ^{ab}	1.59 ^b	0.033	0.028
Viabilidad (%)	95.50 ^{bc}	94.50 ^c	94.50 ^c	97.00 ^{ab}	96.50 ^{abc}	98.00 ^a	0.667	0.008

Nota: ^{a,b} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. PVI: peso vivo inicial; PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión

alimenticia; CT: Control; CT + LF + LP: Control + Lipofeed® + Lipasa; HC 15%: Harina de coquito; HC 15% + LP: Harina de coquito + Lipasa;

HC 15% + LF: Harina de coquito + Lipofeed®; HC 15% + LF + LP: Harina de coquito + Lipofeed® + Lipasa

Así como en la fase inicial y de desarrollo, ninguno de los tratamientos afectó el consumo de alimento de los pollos. Autores como Arshad et al. (2020) y Lopez y Ramírez (2012) informaron que la inclusión de lipasa y Lipofeed®, respectivamente, no afectaron el consumo de alimento del pollo. Por otro lado, Matos et al. (2008) reportaron un mayor consumo de alimento al incluir 12% de harina de coquito en comparación con una dieta control, con 1800 g de consumo.

Shakila et al. (2012) utilizando harina de coquito hasta niveles de 10% sola o combinada con enzimas no encontraron cambios notables en el desempeño productivo y características de la canal

de pollos de engorde, sin embargo, los autores recomendaron el uso de 7.5% de harina de coquito considerando la rentabilidad económica. Asimismo, Catolico y Ampode (2019) reportaron que el empleo dietético de harina de coquito desde 3.75 a 11.25% no modificó la respuesta productiva en pollos de engorde no encontraron hasta los 60 días de edad. Igualmente, Botello et al. (2020) indican que la inclusión de harina de coquito se puede usar hasta 10% como reemplazo de harina de maíz y soya en dietas de pollos de engorde, sin afectar el desempeño productivo y el rendimiento en canal.

En la conversión alimenticia, se puede ver que el CT, CT + LF + LP, HC 15% + LP, HC 15% + LF y HC 15% + LF + LP no difieren entre sí y que los tratamientos HC 15% y HC 15% + LF no difieren entre ellos. Esto indica que la dieta con inclusión de harina de coquito al 15% (HC 15%) fue la que tuvo el peor rendimiento en cuestión de conversión alimenticia. Esto difiere con los resultados de Matos et al. (2008) quienes reportaron que la conversión alimenticia se vio mejorada en comparación con la dieta control a base de maíz como fuente energética, igualmente, difiere con los resultados de Mejia y Paguada (2022) los cuales tuvieron mejor conversión alimenticia al usar harina de coquito con enzimas.

En cuanto a los otros tratamientos, estos resultados indican que la inclusión de lipasa y Lipofeed® en dietas con alto contenido de coquito no cambiaron la conversión alimenticia de la harina de coquito con relación al control. Esto difiere con los resultados de Barranzuela (2021) que tuvo mejoras en la conversión alimenticia en comparación con el control con una inclusión de 0.2% de Lipofeed®. Resultados parecidos de conversión alimenticia fueron encontrados por Arshad et al. (2020) al incluir lipasa en la dieta.

Según resultados reportados por Alshelmani et al. (2021), el uso de harina de coquito se puede utilizar al 15% de inclusión en la dieta como reemplazo de la soya y maíz, sin afectar la productividad; esto conlleva a una disminución del costo total de la alimentación de las aves. Por lo contrario, otros autores como Estrada Rodas y Cando López (2008) que utilizaron inclusiones de 0, 5, 10 y 15% de harina de coquito reportaron menor ganancia de peso al utilizar inclusiones mayores al 5%, no

obstante, no encontraron diferencias en peso corporal y consumo de alimento en ningún nivel de inclusión.

Para el peso vivo, así como el parámetro conversión alimenticia, solo el HC 15% (Harina de coquito 15%) difirió negativamente de todos los tratamientos, excepto la HC 15% + LF. Esto demuestra que la inclusión de Lipofeed® y lipasa mejoraron significativamente el peso de pollos en dietas con 15% de inclusión de harina de coquito en la fase de finalización, sin embargo, no tuvieron efecto en las dietas control. Resultados similares fueron reportados por Lopez y Ramírez (2012) al incluir Lipofeed® en las dietas y Wang et al. (2018) reportaron la misma respuesta al usar la lipasa. Esto muestra que, el efecto negativo de la lipasa observado en la fase de desarrollo no aconteció en la fase de finalización.

En cuanto a mortalidad, el CT presentó el mayor número de muertes con relación al HC 15% + LF + LP, Según National Chicken Council (2022) la mortalidad promedio en Estados Unidos fue de 5% de 2018 a 2020 y de 5.3% en 2021, por lo que todos los tratamientos se encuentran en buenos rangos de viabilidad para las condiciones experimentales disponibles. Por su parte García et al. (1999) reportaron que el porcentaje de mortalidad se elevó significativamente cuando se formularon dietas con 20 y 30% de harina de coquito, los autores sugirieron no utilizar más del 10% de harina de coquito en la dieta.

En el Cuadro 7 se observa el desempeño productivo de pollos de engorde en el periodo de 0-31 días. El consumo de alimento no varió por tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, el HC 15% indicó la mayor conversión alimenticia, y el CT y HC 15% + LF + LP indicaron la mayor eficiencia alimenticia ($P \leq 0.05$). Asimismo, el CT + LF + LP indicó la mayor mortalidad de los pollos de engorde.

Cuadro 7

Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el desempeño productivo de pollos de engorde de 0-32 días.

Ítems	Tratamientos experimentales						EE±	P
	Control	Control Lipofeed® Lipasa	Harina Coquito	Harina Coquito Lipasa	Harina Coquito Lipofeed®	Harina Coquito Lipofeed® Lipasa		
CA (g/ave)	3445.50	3376.10	3448.73	3504.08	3430.08	3347.18	47.779	0.279
CON	1.53 ^b	1.53 ^b	1.63 ^a	1.58 ^{ab}	1.59 ^{ab}	1.52 ^b	0.028	0.050
Viabilidad (%)	98.33 ^{ab}	97.00 ^b	97.67 ^{ab}	97.83 ^{ab}	98.50 ^a	98.67 ^a	0.419	0.050

Nota: ^{a,b} Medias con letras diferentes difieren a $P \leq 0.05$. PVI: peso vivo inicial; PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión

alimenticia; CT: Control; CT + LF + LP: Control + Lipofeed® + Lipasa; HC: Harina de coquito; HC + LP: Harina de coquito + Lipasa; HC + LF:

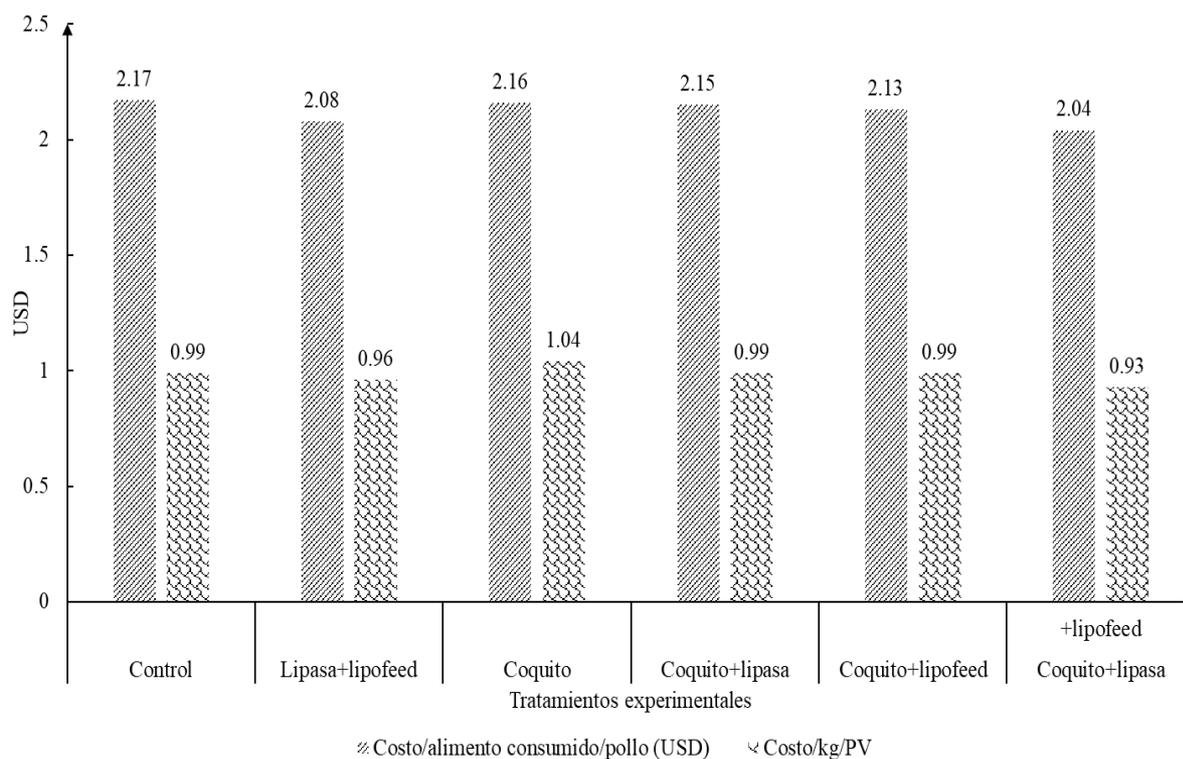
Harina de coquito + Lipofeed®; HC + LF + LP: Harina de coquito + Lipofeed® + Lipasa

El consumo de alimento durante todo el experimento fue similar entre tratamientos. Esto difiere de los resultados de Botello et al. (2020), que indicaron que a mayores niveles de inclusión de harina de coquito en la dieta, se presentó un aumento en el consumo de alimento en los pollos. Asimismo, a mayor inclusión aumentó el costo beneficio de la dieta, por la diferencia de precio entre el maíz y la harina de coquito. Las diferencias se observaron en la conversión alimenticia, el tratamiento HC fue el que tuvo el mayor índice de conversión alimenticia. Alshelmani et al. (2021) reportaron que la ganancia de peso corporal y la tasa de conversión alimenticia mejoraron significativamente en pollos de engorde alimentados con 15% de harina de coquito fermentada en comparación con aquellos alimentados con 15% de harina de coquito no fermentada. En cuanto a viabilidad, cabe destacar que los tratamientos CT y HC + LF + LP fueron los que tuvieron la mayor viabilidad, sin embargo, todos los tratamientos demostraron desempeños dentro de lo aceptable (5%) según los patrones de desempeño en Estados Unidos (National Chicken Council 2022).

En la Figura 1 se observa el costo del alimento consumido por pollos. La inclusión de harina de coquito con la lipasa y Lipofeed® redujo en 0.13 USD el costo del alimento consumido con relación al control y en 0.06 USD el costo por kg de peso vivo.

Figura 1

Efecto de estrategias nutricionales con harina de coquito en el costo del alimento consumido por pollo y el costo para producir un kg de peso vivo de pollos de engorde.



Considerando los datos productivos y el precio de cada dieta, se confirma que la dieta a base de harina de coquito resulta tener mayor costo por kg de peso vivo que la dieta a base de harina de maíz, no obstante, la inclusión de los aditivos Lipofeed® y lipasa de forma separada reduce el costo de la dieta a base de harina de coquito, por lo cual, iguala el costo de la dieta a base de harina de maíz. Por otro lado, la inclusión de ambos aditivos reduce sustancialmente el costo por kg de peso vivo y el costo de alimento consumido por pollo tanto en la dieta a base de harina de maíz como en la dieta a base de harina de coquito, sin embargo, la dieta que tiene los menores costos es la dieta a base de harina de coquito con la inclusión de ambos aditivos.

Conclusiones

Las dietas con inclusión de niveles crecientes de harina de coquito de hasta el 15% con correctores energéticos no afectaron los parámetros de consumo de alimento y viabilidad de los pollos.

Las dietas con inclusión de niveles crecientes de harina de coquito con correctores energéticos indicaron la mejor conversión alimenticia en los pollos.

La inclusión de harina de coquito con correctores energéticos redujo en 0.13 USD el costo del alimento consumido con relación a una dieta a base de harina de maíz y en 0.06 USD el costo por kg de peso vivo.

Recomendaciones

Utilizar incluir de niveles crecientes de 5, 10 y 15% de harina de coquito con Lipofeed® y lipasa en las fases de inicio, desarrollo y final respectivamente.

Estudiar el efecto de la inclusión de la harina de coquito con correctores energéticos en el sistema digestivo y partes comestibles del pollo.

Referencias

- Al-Marzooqi W. 1998. Use of Supplemental Lipase Enzyme and Detergent to Improve Fat Digestion In Poultry. Canadá: University of Guelph. 93 p; [consultado el 4 de nov. de 2022]. https://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/19608/AlMarzooqi_WaleedS_MSc.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Al-Marzooqi W, Leeson S. 1999. Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks. *Poult Sci*; [consultado el 4 de nov. de 2022]. 78(11):1561–1566. eng. doi:10.1093/ps/78.11.1561.
- Al-Marzooqi W, Leeson S. 2000. Effect of dietary lipase enzyme on gut morphology, gastric motility, and long-term performance of broiler chicks. *Poult Sci*; [consultado el 4 de nov. de 2022]. 79(7):956–960. eng. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119415708>. doi:10.1093/ps/79.7.956.
- Alshelmani MI, Kaka U, Abdalla EA, Humam AM, Zamani HU. 2021. Effect of feeding fermented and non-fermented palm kernel cake on the performance of broiler chickens: a review. *World's Poultry Science Journal*; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 77(2):377–388. doi:10.1080/00439339.2021.1910472.
- Arshad MA, Bhatti SA, Hassan I, Rahman MA, Rehman MS. 2020. Effects of Bile Acids and Lipase Supplementation in Low-Energy Diets on Growth Performance, Fat Digestibility and Meat Quality in Broiler Chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*; [consultado el 19 de feb. de 2023]. 22(2). doi:10.1590/1806-9061-2020-1258.
- Barranzuela C. 2021. Sustitución parcial del aceite vegetal por Lipofeed en la dieta de pollos durante la fase de inicio y crecimiento. Lambayeque (Perú): Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, PE. spa; [consultado el 7 de nov. de 2022]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10664>.
- Blas Beorlegui C de, García Rebollar P, Mateos GG, Gorrochategui M, Cegarra E, Méndez J, Santomá G, Pérez de Ayala P. 2019. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 4ª edición. Madrid: FEDNA. ISBN: 978-84-09-15688-7; [consultado el 24 de ene. de 2023]. <https://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>.
- Botello A, Martínez Aguilar A, Cotera A, Morán C, Ortega Ojeda M, Pérez K, Waititu S. 2020. Growth performance, carcass traits and economic response of broiler fed of palm kernel meal (*Elaeis guineensis*). *Cuban Journal of Agricultural Science*; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 54(4). en. <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/986>.
- Catolico JMD, Ampode KMB. 2019. Performance of Broilers Fed with Homemade Ration at Varying Levels of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Kernel Meal as Substitute to Copra Meal. *IJSRP*; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 9(11):p9570. doi:10.29322/IJSRP.9.11.2019.p9570.
- Cuéllar JA. 2022. Dinámica y tendencias actuales del mercado avícola mundial. Panamá: Veterinaria Digital; [consultado el 10 de abr. de 2023]. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/dinamica-y-tendencias-actuales-del-mercado-avicola-mundial/>.
- Estrada Rodas JA, Cando López MR. 2008. Evaluación del uso de Allzyme® SSF en dietas de pollos de engorde con diferentes niveles de harina de coquito. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 20 p; [consultado el 2 de abr. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7cd93e59-c54f-48ff-ae24-d6c1be23c311/content>.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021. Roma: FAO Statistics. ISBN: 978-92-5-134332-6; [consultado el 31 de ago. de 2022]. <https://www.fao.org/3/cb4477en/cb4477en.pdf>.
- García CA, Gernat AG, Murillo JG. 1999. The effect of four levels of palm kernel meal in broiler diets. CEIBA; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 40(2):291–295. <https://revistas.zamorano.edu/index.php/CEIBA/article/view/446/437>.
- Lopez A, Ramírez J. 2012. Producción de pollos de engorde con la adición de Lipofeed® como sustituto energético en la dieta. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 15 p; [consultado el 4 de nov. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/621b6936-a25e-4f01-b381-0dd2844c2c42/content>.
- Matos N, Polanco R, Jesus CM de, Vasquez RA. 2008. Effects of Palm Kernel Cake on Daily Gain and Carcass Yield of Broiler Chicks. Miami. eng. <https://ageconsearch.umn.edu/record/256490>.
- Medeles Orozco RJ. 2014. Ficha Técnica Lipofeed®. Jalisco; [consultado el 18 de sep. de 2022]. <https://corpavetsac.com/wp-content/uploads/2022/04/FICHA-TECNICA-LIPOFEED-PB.pdf>.
- Mejía LH, Paguada MF. 2022. Validación del empleo dietético de la harina de coquito en la productividad y porciones comestibles de los pollos de engorde: Validación del empleo dietético de la harina de coquito en la productividad y porciones comestibles de los pollos de engorde [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. es. <https://bdigital.zamorano.edu/items/ba4a1ba9-f807-4142-a314-6aa8ffe4b018>.
- Mejía L. 2022. Nutritionist solutions for poultry in times of soaring ingredient prices. Netherlands: Poultry World; [consultado el 1 de sep. de 2022]. <https://www.poultryworld.net/health-nutrition/nutrition/nutritionist-solutions-for-poultry-in-times-of-soaring-ingredient-prices/>.
- National Chicken Council. 2022. U.S. Broiler Performance. United States; [consultado el 7 de nov. de 2022]. <https://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/statistics/u-s-broiler-performance/>.
- Oliveira L, Balbino EM, Silva Santos TN, Ily L, Da Rocha TC, Strada E, Pinheiro AM, Brito JA. 2019. Use of emulsifier and lipase in feeds for broiler chickens. SCA; [consultado el 4 de nov. de 2022]. 40(6Supl2):3181–3196. doi:10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3181.
- Osorio JH, Flórez JD. 2011. Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales. Biosalud; [consultado el 24 de ene. de 2023]. 10(1):88–98. <https://biblat.unam.mx/es/revista/biosalud-manizales/articulo/diferencias-bioquimicas-y-fisiologicas-en-el-metabolismo-de-lipoproteinas-de-aves-comerciales>.
- Salazar Carranza LA, Hinojoza Guerrero MM, Acosta Gaibor MP, Escobar Torres AF, Scrich Vázquez AJ. 2020. Caracterización, clasificación y usos de las enzimas lipasas en la producción industrial. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas; [consultado el 24 de ene. de 2023]. 39(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002020000400017.
- Shakila S, Reddy PS, Reddy, P. V. V. S., Ramana JV, Ravi A. 2012. Effect of palm kernel meal on the performance of broilers. Tamilnadu Journal of Veterinary and Animal Sciences; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 8(4):227–234. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133021300>.

- Sundu B, Kumar A, Dingle J. 2006. Palm kernel meal in broiler diets: effect on chicken performance and health. *World's Poultry Science Journal*; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 62(2):316–325. doi:10.1079/WPS2005100.
- Villarreal A. 2022. Evaluación de diferentes niveles de 1,2-Propanodiol como fuente de energía en dietas de pollos broiler. Macas - Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 91 p; [consultado el 4 de nov. de 2022]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17126/1/17T01747.pdf>.
- Wang Y, Yan J, Zhang X, Han B. 2018. Tolerance properties and growth performance assessment of *Yarrowia lipolytica* lipase in broilers. *Journal of Applied Animal Research*; [consultado el 7 de nov. de 2022]. 46(1):486–491. doi:10.1080/09712119.2017.1340298.
- Whitton C, Bogueva D, Marinova D, Phillips CJC. 2021. Are We Approaching Peak Meat Consumption? Analysis of Meat Consumption from 2000 to 2019 in 35 Countries and Its Relationship to Gross Domestic Product. *Animals*; [consultado el 24 de ene. de 2023]. 11(12). doi:10.3390/ani11123466.
- Wickramasuriya SS, Cho HM, Macelline SP, Kim E, Shin TK, Yi YJ, Park SH, Lee KB, Heo JM. 2020. Effect of calcium stearoyl-2 lactylate and lipase supplementation on growth performance, gut health, and nutrient digestibility of broiler chickens. *Asian-Australas J Anim Sci*; [consultado el 4 de nov. de 2022]. 33(6):981–991. eng. <https://koreascience.kr/article/JAKO202012063601318.pdf>. doi:10.5713/ajas.19.0595.
- Wickramasuriya SS, Macelline SP, Cho HM, Hong JS, Park SH, Heo JM. 2020. Physiological Effects of a Tallow-Incorporated Diet Supplemented With an Emulsifier and Microbial Lipases on Broiler Chickens. *Front Vet Sci*; [consultado el 4 de nov. de 2022]. 7:583998. eng. doi:10.3389/fvets.2020.583998.

Anexos

Anexo A

Pollos utilizados para el experimento



Anexo B

Condiciones experimentales

