



## INCLUSIÓN DIETÉTICA DE UNA ENZIMA LIPASA EN LOS INDICADORES BIOPRODUCTIVOS DE POLLITAS PONEDORAS

### DIETARY INCLUSION OF A LIPASE ENZYME IN THE BIOPRODUCTIVE INDICATORS OF LAYING PULLETS

✉ S. N. ZÚÑIGA<sup>1</sup>, ✉ J. A. VACA<sup>1</sup>, ✉ Y. MARTÍNEZ<sup>2</sup>, ✉ R. RODRÍGUEZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación y Enseñanza Avícola, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Fondwa, Leogane, Haití

<sup>3</sup>Centro de Estudio de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Granma, Granma, Cuba

\* E-mail: [ceoyordan@hotmail.com](mailto:ceoyordan@hotmail.com)

Un total de 700 aves Dekalb White® de un día de edad se aleatorizaron en dos tratamientos y siete repeticiones para evaluar la inclusión de 0.01 % de una enzima lipasa con aporte energético de 0.42 MJ/kg durante cinco etapas productivas: inicio 1 (1-3 semanas) inicio 2 (4-6 semanas), crecimiento (7-10 semanas), desarrollo (11-15) y prepostura (16-17). La inclusión de la lipasa disminuyó el costo de las dietas en 12.21 USD/t en relación con el al tratamiento control. Durante las semanas de 1-3, 7-10 y 16-17 no se registraron cambios notables ( $P>0.05$ ) para el peso vivo, consumo de alimento, conversión alimentaria y viabilidad. Sin embargo, en las semanas 4-6, la inclusión de lipasa mejoró ( $P<0.05$ ) el peso vivo (408.96 vs 449.36 g) y la conversión alimentaria (2.32 vs 1.95). No obstante, este tratamiento (lipasa) incrementó ( $P<0.05$ ) el consumo de alimento y la conversión alimentaria en las semanas 11-15 (3.24 vs 4.11). En el período global (1-17 semanas), ningún indicador productivo de las pollitas cambió ( $P>0.05$ ) por efecto de las dietas experimentales. Se recomienda incluir la enzima lipasa (Lipase AN6) en dietas hipocalóricas (-0.42 MJ/kg) para reducir su costo, sin afectar los indicadores bioproductivos de pollitas ponedoras.

A total of 700 one-day-old Dekalb White® birds were randomized into two treatments and seven repetitions to evaluate the inclusion of 0.01 % of a lipase enzyme with an energy contribution of 0.42 MJ/kg during five productive stages: starter 1 (1-3 weeks) starter 2 (4-6 weeks), grower (7-10 weeks), development (11-15) and pre-lay (16-17). The inclusion of lipase decreased the cost of the diets by 12.21 USD/t in relation to the control treatment. During weeks 1-3, 7-10 and 16-17 no notable changes ( $P>0.05$ ) were recorded for body weight, feed intake, feed conversion ratio and viability. However, in weeks 4-6, the inclusion of lipase improved ( $P<0.05$ ) body weight (408.96 vs 449.36 g) and feed conversion ratio (2.32 vs 1.95). However, this treatment (lipase) increased ( $P<0.05$ ) feed intake and feed conversion ratio in weeks 11-15 (3.24 vs 4.11). In the global period (1-17 weeks), no productive indicator of the pullets changed ( $P>0.05$ ) due to the effect of the experimental diets. It is recommended to include the lipase enzyme (Lipase AN6) in hypocaloric diets (-0.42 MJ/kg) to reduce its cost, without affecting the bioproductive indicators of laying pullets.

**Palabras clave:** aves de crecimiento lento, dieta económica, enzima exógena, productividad

**Keywords:** slow-growing birds, economical diet, exogenous enzyme, productivity

#### Introducción

Actualmente, las enzimas exógenas son usadas comúnmente en las dietas de las aves, sobre todo para potenciar el comportamiento productivo, contribuir con producciones amigables con el medio ambiente e incrementar la factibilidad económica (Aftab y Bedford 2018). Además,

las enzimas exógenas se han utilizado de forma individual o combinadas con diversas alternativas naturales para eliminar y/o restringir el uso de los antibióticos promotores de crecimiento en las aves (Cowieson y Klueenter 2019).

Las lipasas son enzimas con propiedades funcionales aplicadas a la producción animal y en diversos campos:

Recibido: 12 de diciembre de 2023

Aceptado: 26 de febrero de 2024

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

**Declaración de contribución de autoría CRediT:** S. N. Zúñiga: Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador original. J. A. Vaca: Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador original. Y. Martínez: Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Análisis formal, Redacción - borrador original. R. Rodríguez: Análisis formal, Redacción - borrador original



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



agroquímica, medicina, farmacéutica e industria alimentaria (Cavalcante et al. 2021). También las lipasas participan en la hidrólisis de los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol, que resulta importante para controlar los niveles de lípidos en sangre (Olivecrona 2016). Específicamente, en las aves, la asimilación de los lípidos ocurre en la interfase lípido-agua porque esta biomolécula (lípidos) es insoluble en medio acuoso, contrario a las enzimas digestivas (Gole et al. 2022). Upadhaya et al. (2019) informaron que las aves en los primeros días de vida producen bajas concentraciones de lipasa pancreática, lo que puede provocar la digestibilidad pobre de los lípidos (principalmente ácidos grasos saturados) y afectar, además, la eficiencia alimentaria.

Castro y Kim et al. (2021) refirieron resultados positivos cuando utilizaron una lipasa dietética en las primeras etapas de vida de los pollos. Sin embargo, Movagharnjad et al. (2020) no encontraron mejoras en el comportamiento productivo de pollos, cuando usaron una enzima lipasa combinada con lisofosfolípidos en las dietas. Pocos estudios se han enfocado en la utilización de enzimas lipasas en dietas hipocalóricas en aves de crecimiento lento como pollitas ponedoras, sobre todo para disminuir el uso del corrector energético, reducir los costos de producción, mantener y mejorar la eficiencia alimentaria de esta categoría avícola, lo que repercute en la productividad de la futura gallina ponedora. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de una enzima lipasa (Lipase AN6) en los indicadores bioproductivos de pollitas ponedoras.

## Materiales y métodos

### Ubicación experimental

El experimento se desarrolló en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 32 km entre Tegucigalpa-Danlí, Honduras. La temperatura promedio anual es de 26 °C, con precipitación promedio de 1100 mm y altura de 800 m s.n.m.

### Animales, diseño experimental y tratamientos

Un total de 700 pollitas ponedoras Dekalb White®, de un día de edad y sexadas, se ubicaron durante 17 semanas según diseño completamente al azar con dos tratamientos y siete repeticiones por tratamiento. Los tratamientos consistieron en dietas basales (T1), formuladas con base de harina de maíz y soya y la inclusión de 0.01 % de lipasa en dietas hipocalóricas (T2) (-0.42 MJ/kg). La enzima lipasa (Lipase AN6) se adquirió en la Empresa de Enzimas y Productos Químicos S.A. (Enziquim), México. Además, se consideró la recomendación de la empresa para el nivel de inclusión y la liberación energética (0.42 MJ/kg) de la enzima.

Se utilizaron cinco periodos experimentales: 1-3 semanas, 4-6 semanas, 7-10 semanas, 11-15 semanas y 16-17 semanas. Las dietas se confeccionaron en la fábrica de piensos del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola, Universidad de Zamorano. Se tomaron en cuenta los requerimientos descritos en el manual de la línea genética utilizada (Hendrix-Genetics 2020). En la tabla 1 se muestran los ingredientes y los aportes nutricionales de las dietas experimentales.

### Condiciones experimentales

Cada repetición correspondió a un corral con dimensiones de 5.92 m<sup>2</sup> c/u (1.6 × 3.7 m), donde se ubicaron 50 pollitas/corral, a razón de 10.13 aves/m<sup>2</sup>. El alimento y el agua se ofrecieron *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos automático dual, respectivamente. La temperatura y la ventilación en el galpón se controlaron por criadoras de gas, manejo de cortinas y ventiladores, respectivamente. El galpón se desinfectó con amonio cuaternario (5 %) 24 h antes del ingreso del lote de pollitas. No se administraron medicamentos ni cuidados veterinarios terapéuticos durante toda la etapa experimental.

### Indicadores productivos

Todos los indicadores bioproductivos se determinaron en los periodos de 1-3 (inicio 1), 4-6 (inicio 2), 7-10 (crecimiento), 11-15 (desarrollo) y 16-17 semanas (prepostura). La viabilidad se determinó por los animales vivos entre los existentes al inicio del experimento. El pesaje inicial y final de cada etapa se realizó de forma individual en una balanza digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g. El consumo de alimento acumulado se determinó mediante el método de oferta y rechazo. Se calculó la conversión alimentaria como la cantidad de alimento ingerido para una ganancia de 1 g de peso vivo (PV). En la semana 17 se calculó la uniformidad, según el coeficiente de variación (CV, %).

### Análisis estadísticos

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Se realizó la prueba de t de Student para dos muestras independientes con la utilización del programa SPSS 23.1.2014 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Se tomaron valores de P<0.05 para indicar diferencias significativas. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones mediante el programa COMPRAPRO 1.0® (Font et al. 2007).

### Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestra el efecto de la inclusión de una enzima exógena (lipasa) en el comportamiento productivo de pollitas ponedoras, alimentadas con dietas hipocalóricas.

**Tabla 1.** Ingredientes y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (1-17 semanas).

Ingredientes, %	1-3 semanas		4-6 semanas		7-10 semanas		11-15 semanas		16-17 semanas	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Harina de maíz	55.745	58.255	60.64	61.28	55.82	58.22	53.95	56.42	54.71	57.13
Harina de soya	34.11	33.74	29.92	29.37	26.90	26.62	21.86	21.56	26.37	26.07
Premezcla <sup>1</sup>	0.50	0.50	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Sal común	0.28	0.28	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25	0.25
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Aceite de palma	3.82	1.68	1.60	0.00	4.71	2.6	4.98	2.84	6.08	3.95
Salvado de trigo	2.00	2.00	3.00	4.50	8.00	8.00	15.00	15.00	4.00	4.00
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.18	0.17	0.13	0.12	0.19	0.19
L-Treonina	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.02	0.0	0.00	0.00	0.00
L-Lisina	0.09	0.09	0.11	0.11	0.09	0.09	0.06	0.06	0.02	0.02
Carbonato de calcio	1.75	1.75	1.68	1.68	1.61	1.61	1.61	1.61	5.95	5.95
Fosfato monocalcico	1.03	1.02	1.60	1.60	1.45	1.45	1.18	1.15	1.45	1.45
Secuestrante de micotoxinas	0.075	0.075	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Enzimas exógenas <sup>2</sup>	0.07	0.07	0.05	0.05	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	0.05	0.05	0.05	0.05
Enzima lipasa	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Costo (USD/t)	548.64	536.55	537.04	524.83	537.98	525.57	511.80	499.33	538.6	526.74
<i>Aportes (%)</i>										
Energía metabolizable (MJ/kg)	12.34	11.92	11.92	11.51	12.34	11.92	12.13	11.72	12.34	11.92
Proteína bruta	20	20	18.5	18.5	17.5	17.5	16.00	16.00	16.50	16.50
Ca	1.05	1.05	1.00	1.00	0.95	0.95	0.90	0.90	2.50	2.50
P disponible	0.45	0.45	0.47	0.47	0.45	0.45	0.40	0.40	0.43	0.43
Lisina	1.10	1.10	0.96	0.96	0.88	0.88	0.76	0.76	0.78	0.78
Met+Cys	0.80	0.80	0.72	0.72	0.67	0.67	0.59	0.59	0.66	0.66
Thr	0.70	0.70	0.65	0.65	0.60	0.60	0.52	0.52	0.55	0.55
Na	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18
Cl	0.20	0.20	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18

<sup>1</sup>Cada kg contiene: vit. A 10 x 10<sup>6</sup> U.I., D<sub>3</sub> 1,5x 10<sup>6</sup> U.I., K<sub>3</sub> 2100 mg, E 10000 mg, tiamina, 800 mg, riboflavina 2500 mg, ácido pantoténico 10000 mg, piridoxina 2500 mg, ácido fólico 250 mg, biotina 100 mg, vit. B<sub>12</sub> 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

<sup>2</sup>El complejo multienzimático Lumis Lbzyme X50® está compuesto por xilanas (25000 U/g), mananas (250 UI/g), betaglucanasa (2500 UI/g), celulasa (400000 U/g), pectinasa (80 UI/g), galactosidasa (100 U/g), proteasa (2500 Hut/g), amilasa (60000 U/g) y fitasas (15000 FTU /g)

En la etapa inicial (inicio 1, 1-3 semanas), la dieta con la inclusión de la lipasa no afectó el peso vivo, consumo de alimento, conversión alimentaria y viabilidad. Sin embargo, en la segunda etapa (inicio 2, 4-6 semanas), la lipasa mejoró el peso vivo y redujo la conversión alimentaria, sin modificar el consumo de alimento y la viabilidad.

En las etapas de crecimiento (7-10 semanas) y prepostura (16-17), ningún indicador productivo cambió por efecto de los grupos experimentales. No obstante, en la etapa de desarrollo (11-15 semanas), la dieta hipocalórica con la lipasa incrementó el consumo de alimento y la conversión alimentaria, además, la uniformidad fue similar entre tratamientos, según el coeficiente de variación.

Uno de los objetivos del experimento fue comprobar si la enzima lipasa, que aporta 0.42 MJ/kg de energía metabolizable (según la información de la empresa Enziquim), reduce el costo de las dietas (tabla 1), sin modificar el comportamiento productivo de pollitas ponedoras desde el nacimiento hasta la prepostura (1-17 semanas), al considerar que las aves jóvenes tienen baja actividad enzimática (Temairaev *et al.* 2020). Este es el caso de la lipasa endógena, que se produce en el páncreas y participa en el metabolismo de los lípidos para catabolizar la hidrólisis de triglicéridos a glicerol y ácidos grasos libres (Wickramasuriya *et al.* 2020).

El consumo de alimentos de las pollitas en las semanas 1-3 (inicio 1) se mantuvo sin cambios a pesar de la

**Tabla 2.** Efecto de la inclusión de una enzima lipasa en los indicadores bioproductivos de pollitas ponedoras Dekalb White®

Indicadores	Tratamientos experimentales		EE ±	Valor P
	T1	T2		
<i>1-3 semanas</i>				
Peso vivo inicial, g	35.71	35.15	0.430	0.3741
Peso vivo, g	189.50	187.62	1.953	0.5108
Consumo de alimento, g	396.00	394.86	1.063	0.4624
Conversión alimentaria	2.58	2.59	0.028	0.7492
Viabilidad, %	98.00	97.71	0.841	0.8147
<i>4-6 semanas</i>				
Peso vivo, g	408.96	449.36	5.413	0.0010
Consumo de alimento, g	507.23	497.12	8.748	0.4292
Conversión alimentaria	2.32	1.95	0.057	0.0010
Viabilidad, %	99.14	99.12	0.411	0.9764
<i>7-10 semanas</i>				
Peso vivo, g	684.24	687.95	5.388	0.6351
Consumo de alimento, g	892.05	914.56	18.060	0.3954
Conversión alimentaria	3.24	3.73	0.093	0.0524
<i>11-15 semanas</i>				
Peso vivo, g	1064.60	1088.55	9.823	0.1105
Consumo de alimento, g	1561.39	1645.73	33.967	0.0154
Conversión alimentaria	3.24	4.11	0.054	0.0010
Viabilidad, %	99.41	99.71	0.336	0.5367
<i>16-17 semanas</i>				
Peso vivo, g	1190.39	1199.19	8.099	0.4573
Consumo de alimento, g	685.39	652.91	19.455	0.2615
Conversión alimentaria	5.52	5.95	0.288	0.3124
<i>1-17 semanas</i>				
Consumo de alimento, g	4042.06	4105.17	63.759	0.4974
Conversión alimentaria	3.50	3.52	0.037	0.6238
Uniformidad	2.35	2.20		

T1 dieta control, T2 inclusión de 0.01 % de una enzima lipasa en dietas hipocalórica (-0.42 MJ/kg).

reducción energética (0.42 MJ/kg) en la dieta cuando se incluyó la enzima lipasa (tabla 2). Según Lamot *et al.* (2017) y Barzegar *et al.* (2020), la concentración energética en la dieta tiene influencia directa en el consumo de alimento en las aves, lo que demuestra que las dietas tuvieron similar aporte de energía metabolizable (tabla 1). Bakare *et al.* (2021) informaron el interés creciente del uso de enzimas exógenas en las dietas de las aves para mejorar la utilización de los nutrientes y disminuir el costo de las dietas. Al parecer, el uso de la lipasa provocó mayor disponibilidad de nutrientes (lípidos, ácidos grasos y glicerol), importante para maximizar la actividad enzimática en los animales jóvenes (Valentini *et al.* 2020). Además, la administración oral de la lipasa redujo el costo de la dieta (1-3 semanas) en 12.09 USD/t (tabla 1).

El uso de la enzima lipasa en dietas sin el corrector energético (aceite de palma africana) disminuyó el costo de las dietas en 12.21 USD/t (tabla 1) y promovió el peso vivo

desde las semanas 4-6 (tabla 2). Zhu *et al.* (2014) informaron que la utilización de una enzima lipasa en dietas hipocalóricas mejoró la actividad de las enzimas pancreática y pepsina, además, incrementó la altura y área de superficie de las vellosidades del yeyuno e íleon en las aves. Esto confirma que, en aves jóvenes, el uso de la lipasa favorece la digestión y la absorción de los lípidos e incide directamente en la eficiencia alimentaria de estos animales de crecimiento lento. Asimismo, Siqueira *et al.* (2021) recomendaron el uso de lipasas exógenas en las dietas, debido a que las aves no producen lipasa lingual y gástrica. Es en la molleja e intestino delgado donde ocurre la emulsificación de los lípidos. Sin embargo, las aves jóvenes tienen un sistema digestivo inmaduro, que provoca baja digestibilidad de los lípidos y menor aprovechamiento de la energía metabolizable de la dieta.

El grupo experimental con la lipasa provocó mejor eficiencia alimentaria de las aves en la fase inicio

2 (tabla 2). Aunque todavía existen contradicciones sobre los requerimientos de la energía metabolizable en las primeras etapas de vida en las pollitas, Savoldi *et al.* (2012) afirmaron que dietas con altos niveles de energía metabolizable durante la fase inicial favorecen la ganancia de peso y la conversión alimentaria. Además, Noy y Sklan (1995) encontraron que las aves tienen digestibilidad de las grasas del 85 % en los primeros días posteclosión, y solo el factor crecimiento mejora la digestibilidad de esta biomolécula. Así, el uso de las enzimas lipasas podría potenciar la absorción de los lípidos en las primeras etapas de vida de las aves. Upadhaya *et al.* (2019) informaron en pollos de engorde que la suplementación de lipasa mejoró la durabilidad del pelet, la producción de enzimas endógenas y la absorción de los lípidos y vitaminas liposolubles.

Durante la etapa de crecimiento (7-10 semanas), los indicadores productivos fueron similares en las aves alimentadas con la inclusión de 0.01 % de lipasa en dietas hipocalóricas (11.92 MJ/kg) y reducción del aceite de palma africana (2.11 %) y del costo de la dieta en 12.41 USD/t (tabla 1). Los resultados demuestran que la inclusión dietética de la lipasa exógena tiene mayor efecto promotor de crecimiento en las semanas previas (4-6 semanas) a la fase de crecimiento (7-10 semanas). De Oliveira *et al.* (2019) encontraron que el uso de una lipasa dietética cambió en el consumo de alimento de las aves, con mayor eficacia en las etapas iniciales. Los estudios con las enzimas lipasas en aves de crecimiento rápido (pollos) son insuficientes (Munir y Maqsood 2013). Al-Marzooqi y Leeson (2000) refirieron que niveles crecientes de una enzima lipasa no cambiaron el comportamiento productivo y el peso relativo de los órganos internos durante 42 d de edad. Al parecer, en aves de crecimiento lento (como las pollitas), el efecto es más evidente. Sin embargo, otros estudios con esta enzima lipasa son necesarios para comprobar esta hipótesis.

Durante la fase de desarrollo (11-15 semanas), las pollitas se alimentan con dietas de mantenimiento, bajas en energía metabolizable y proteína bruta, y ricas en compuestos fibrosos, el peso vivo de los grupos experimentales fue similar a lo informado por el manual de la línea genética (Hendrix-Genetic 2022). El costo de las dietas con lipasa disminuyó en 12.47 USD/t (tabla 1, 11-15 semanas). Sin embargo, este tratamiento experimental incrementó el consumo de alimento y, por ende, la conversión alimentaria (tabla 2). Nogueira *et al.* (2013) encontraron que la suplementación de lecitina de soya, sola o en combinación con una enzima lipasa, disminuyó la eficiencia productiva debido al aumento de la conversión alimentaria de pollos de ceba. Otros estudios informaron que la inclusión dietética con 0.075 % de lipasa mejoró la absorción de los lípidos. Sin embargo, disminuyó el consumo de alimento y la ganancia de peso vivo en las aves, debido a la alta concentración de la enzima exógena (lipasa) y a la

contaminación con colecistoquinina (Al-Marzooqi y Leeson 1999). Al parecer, la estimulación del consumo voluntario en esta etapa productiva (desarrollo) está relacionada con que la lipasa tiene menor liberación energética que en etapas iniciales, por lo que las aves consumen más alimento por el déficit energético para las funciones orgánicas. Un efecto contrario informaron Wu *et al.* (2005), quienes refieren que dietas con alta concentración energética disminuyen el consumo voluntario de las aves en todas las etapas productivas.

En la prepostura (16-17 semanas), el requerimiento de energía está directamente relacionado con el peso corporal, la temperatura ambiente, el emplume, y la futura producción de huevos (Hadinia *et al.* 2018). La inclusión de lipasa redujo en 2.14 % el uso del aceite de palma africana y el costo de las dietas en 11.86 USD/t (tabla 1). Al parecer, la enzima suplió la energía faltante en la dieta hipocalórica (-0.42 MJ/kg), ya que el desempeño productivo fue similar para ambos tratamientos. Aunque no se encontraron estudios del efecto de las enzimas lipasas en la etapa de prepostura, Castro y Kim (2021) refirieron que la inclusión de una enzima lipasa en las dietas de finalización (29-42 días) incrementó la ganancia de peso vivo y disminuyó los efectos negativos de dietas con baja concentración de nutrientes en aves de crecimiento rápido.

De forma global (1-17 semanas), la utilización de la enzima lipasa (Lipase AN6) mantuvo los indicadores bioproductivos de pollitas ponedoras alimentadas con dietas hipocalóricas y redujo la utilización del corrector energético (aceite de palma africana) entre 0 a 2.14 % en la dieta. Resultados similares señalaron Suresh *et al.* (2014), quienes no encontraron cambios para el consumo de alimento y conversión alimentaria cuando utilizaron tratamientos que incluían agentes emulsificantes de los lípidos (0.2 g de lipasa y 0.2 g/kg de lecitina de soya). Además, Lichovníková *et al.* (2002) informaron que la adición de lipasa en dietas hipocalóricas mantuvo inalterable los indicadores productivos en gallinas ponedoras de 72 semanas de edad. Por su parte, Meng *et al.* (2004) señalaron que la productividad y digestibilidad de nutrientes de pollos de ceba no se afectó por la inclusión dietética de enzimas exógenas (incluida lipasa).

La uniformidad es uno de los indicadores más importantes en la producción de pollitas, ya que evalúa la homogeneidad del lote, lo que repercute directamente en la futura ponedora (Asensio *et al.* 2020). Según Delgado *et al.* (2020), un CV de 8 % corresponde a lotes muy uniformes. Estos autores encontraron que el CV se incrementa con la edad de las aves. Esto demuestra que ambos grupos experimentales tuvieron una parvada uniforme en la semana 17 de edad (tabla 2) y que la lipasa no modificó este indicador productivo. Sweeney *et al.* (2022) informaron que el crecimiento de las pollitas con un peso vivo similar en el

lote influye en la edad al primer huevo, en la persistencia de postura y en la uniformidad del peso del huevo de gallinas ponedoras. En este estudio, no fue necesario el reagrupe para homogeneizar el lote, que es una práctica común en la crianza de pollitas y reemplazo de reproductores (García et al. 2019).

### Conclusiones

La inclusión dietética con 0.01 % de la enzima Lipase AN6 con un aporte energético de 0.42 MJ/kg redujo el nivel de inclusión del aceite de palma africana y el costo de las dietas en todas las etapas productivas. Asimismo, el empleo de esta enzima no afectó la productividad y la uniformidad de las pollitas ponedoras Dekalb White® (1-17 semanas).

### Referencias

- Aftab, U. & Bedford, M. R. 2018. The use of NSP enzymes in poultry nutrition: myths and realities. *World's Poultry Science Journal*, 74(2): 277-286. ISSN: 1743-4777. <https://doi.org/10.1017/S0043933918000272>
- Al-Marzooqi, W. & Leeson, S. 1999. Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks. *Poultry Science*, 78(11): 1561-1566. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/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. *Poultry Science*, 79(7): 956-960. ISSN: 1350-4177. <https://doi.org/10.1093/ps/79.7.956>
- Asensio, X., Abdelli, N., Piedrafita, J., Soler, M.D. & Barroeta, A.C. 2020. Effect of fibrous diet and vitamin C inclusion on uniformity, carcass traits, skeletal strength, and behavior of broiler breeder pullets. *Poultry Science*, 99(5): 2633-2644, ISSN: 1350-4177. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.01.015>
- Bakare, A.G., Zindove, T.J., Iji, P.A., Stamatopoulos, K. & Cowieson, A.J. 2021. A review of limitations to using cassava meal in poultry diets and the potential role of exogenous microbial enzymes. *Tropical Animal Health and Production*, 53(4): 1-13, ISSN: 1573-7438. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02853-6>
- Barzegar, S., Wu, S.B., Choct, M. & Swick, R.A. 2020. Factors affecting energy metabolism and evaluating net energy of poultry feed. *Poultry Science*, 99(1): 487-498, ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps/pez554>
- Castro, F.L. & Kim, W.K. 2021. Exogenous lipase supplementation to low-energy, low-protein, and low-amino acid diets for broiler chickens from one to 42 d. *Journal of Applied Poultry Research*, 30(1):100-117, ISSN: 1537-0437. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.10.0117>
- Cavalcante, F.T.T., Neto, F.S., de Aguiar Falcão, I.R., da Silva Souza, J.E., de Moura Junior, L.S., da Silva Sousa, P. & dos Santos, J.C. 2021. Opportunities for improving biodiesel production via lipase catalysis. *Fuel*, 288: 119577, ISSN: 0016-2361. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.119577>
- Cowieson, A.J. & Klueber, A.M. 2019. Contribution of exogenous enzymes to potentiate the removal of antibiotic growth promoters in poultry production. *Animal Feed Science and Technology*, 250: 81-92, ISSN: 3778-8401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.04.026>
- de Oliveira, L.S., Balbino, E.M., Silva, T.N.S., Ily, L., da Rocha, T.C., de Oliveira Strada, E.S. & de Brito, J.A.G. 2019. Use of emulsifier and lipase in feeds for broiler chickens. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6Supl2): 3181-3196, ISSN: 1679-0359. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3181>
- Delgado, A., Valdivié, M. & Martínez, Y. 2020. Evaluación del raquis de maíz troceado como cama avícola sobre el desempeño productivo de pollitas ponedoras de reemplazo Dekalb White®. *Revista de Producción Animal*, 32(2): 14-26; ISSN: 2224-7920. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-792020000200014#:~:text=Est%C3%A1%20investigaci%C3%B3n%20confirma%20que%20el,gen%C3%A9tica%20\(Dekalb%2C%202014\)](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-792020000200014#:~:text=Est%C3%A1%20investigaci%C3%B3n%20confirma%20que%20el,gen%C3%A9tica%20(Dekalb%2C%202014))
- Font, H., Noda, A., Torres, V., Herrera, M., Lizazo, D., Sarduy, L. & Rodríguez, L. 2007. COMPARPRO: Comparación de Proporciones, Versión: 1.0. Mayabeque, Cuba
- García, J., Mandalawi, H.A., Fondevila, G. & Mateos, G.G. (2019) Influence of beak trimming and inclusion of sodium butyrate in the diet on growth performance and digestive tract traits of brown-egg pullets differing in initial body weight. *Poultry Science*, 98(9): 3937-3949, ISSN 1350-4177. <https://doi.org/10.3382/ps/pez129>
- Gole, M., Manwar, S., Khose, K., Rathod, P., Kumar, D. & Ganguly, R.K.B. (2022) Efficacy evaluation of a poultry feed emulsifier in broiler chicken. *The Pharma Innovation Journal*, 11(1): 1119-1123, ISSN: 2349-8242. URL: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue1S/PartQ/S-11-1-189-199.pdf>
- Hadinia, S.H., Carneiro, P.R.O., Ouellette, C.A. & Zuidhof, M.J. (2018) Energy partitioning by broiler breeder pullets in skip-a-day and precision feeding systems. *Poultry Science*, 97(12): 4279-4289, ISSN: 1350-4177. <https://doi.org/10.3382/ps/pey283>
- Hendrix-Genetics. 2020. Nutrition Guide. Available at: [https://layinghens.hendrix-genetics.com/documents/883/Nutrition\\_Guide\\_English\\_vs4.pdf](https://layinghens.hendrix-genetics.com/documents/883/Nutrition_Guide_English_vs4.pdf). Consulted: June 17/ 2023
- Hendrix-Genetics. 2022. Management Guide. Available at: <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/technical-support/management/>. Consulted: June 17/2023

- Lamot, D.M., Sapkota, D., Wijtten, P.J.A., van den Anker, I., Heetkamp, M.J.W., Kemp, B. & van den Brand, H. 2017. Diet density during the first week of life: Effects on energy and nitrogen balance characteristics of broiler chickens. *Poultry Science*, 96(7): 2294-2300, ISSN: 0032-5791. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex020>
- Lichovnikova, M., Zeman, L., Klecker, D. & Fialova, M. 2002. The effects of the long-term feeding of dietary lipase on the performance of laying hens. *Czech Journal of Animal Science*, 47(4): 141-145, ISSN: 1805-9309. URL: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ2002000806>
- Meng, X., Slominski, B.A. & Guenter, W. 2004. The effect of fat type, carbohydrase, and lipase addition on growth performance and nutrient utilization of young broilers fed wheat-based diets. *Poultry Science*, 83(10): 1718-1727, ISSN: 1350-4177. <https://doi.org/10.1093/ps/83.10.1718>
- Movagharnjad, M., Kazemi-Fard, M., Rezaei, M. & Teimuri-Yansari, A. 2020. Effects of lysophospholipid and lipase enzyme supplementation to low metabolizable energy diets on growth performance, intestinal morphology and microbial population and some blood metabolites in broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 22(2): 1-8, ISSN: 1806-9061. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-1118>
- Munir, K. & Maqsood, S. 2013. A review on role of exogenous enzyme supplementation in poultry production. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(1): 66-80, ISSN: 2079-0538. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i1.9138>
- Nogueira, W.C.L., Velásquez, P.A.T., Furlan, R.L. & Macari, M. 2013. Effect of dietary energy and stocking density on the performance and sensible heat loss of broilers reared under tropical winter conditions. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15: 53-57, ISSN: 1806-9061. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000100009>
- Noy, Y. & Sklan, D. 1995. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*, 74(2): 366-373, ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.0740366>
- Olivecrona, G. 2016. Role of lipoprotein lipase in lipid metabolism. *Current Opinion in Lipidology*, 27(3): 233-241, ISSN: 1473-6535. <https://doi.org/10.3390/bio-medicines9070782>
- Savoldi, T.L., Nunes, R.V., Scherer, C., Tsutsumi, C.Y., Scheneiders, J.L., Marques, M.F.G. & Meza, S.K.L. 2012. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para o desempenho de pintos de corte de 1 a 10 dias de idade. *Scientia Agraria Paranaensis*, 11: 49-58, ISSN: 1983-1471. <https://doi.org/10.18188/sap.v11io.7870>
- Siqueira, L.A., Almeida, L.F., Fernandes, J.P.A., Araújo, M.C.U. & Lima, R.A.C. 2021. Ultrasonic-assisted extraction and automated determination of catalase and lipase activities in bovine and poultry livers using a digital movie-based flow-batch analyzer. *Ultrasonics Sonochemistry*, 79: 105774, ISSN: 1350-4177. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105774>
- Suresh, B.N., Reddy, B.S.V., Prabhu, T.M., Manju, G.U. & Suma, N. 2014. Effect of dietary inclusion of lipid utilizing agents and NSP-degrading enzymes on performance of layers. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 14(2): 379-384, ISSN: 0972-2963. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2014.01330.4>
- Sweeney, K.M., Aranibar, C.D., Kim, W.K., Williams, S.M., Avila, L.P., Starkey, J.D. & Wilson, J.L. 2022. Impact of every-day versus skip-a-day feeding of broiler breeder pullets during rearing on body weight uniformity and reproductive performance. *Poultry Science*, 101959, ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101959>
- Temiraev, V.H., Baeva, A.A., Vityuk, L.A., Mamukaev, M.N., Yurina, N.A., Ktsoeva, I.I. & Vologirova, F.A. 2020. Effect of probiotics on digestive metabolism in growing and laying poultry birds. *Journal of Livestock Science*, 11(1): 33-39, ISSN: 2277-6214. <https://doi.org/10.33259/JLivestSci.2020.33-39>
- Upadhaya, S.D., Yun, K.S., Zhao, P.Y., Lee, I.S. & Kim, I.H. 2019. Emulsifier as a feed additive in poultry and pigs-a review. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 19(2): 323-336, ISSN: 0972-2963. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2019.00030.1>
- Valentini, J., Da Silva, A.S., Fortuoso, B.F., Reis, J.H., Gebert, R.R., Griss, L.G. & Tavernari, F.C. 2020. Chemical composition, lipid peroxidation, and fatty acid profile in meat of broilers fed with glycerol monolaurate additive. *Food Chemistry*, 330: 127187, ISSN: 0308-8146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127187>
- Wickramasuriya, S.S., Macelline, S.P., Cho, H.M., Hong, J.S., Park, S.H. & Heo, J.M. 2020. Physiological effects of a tallow-incorporated diet supplemented with an emulsifier and microbial lipases on broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7: 583998, ISSN: 2297-1769. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.583998>
- Wu, G., Bryant, M.M., Voitle, R.A. & Roland Sr, D.A. 2005. Effect of dietary energy on performance and egg composition of Bovans White and Dekalb White hens during phase I. *Poultry Science*, 84(10): 1610-1615, ISSN: 1350-4177. <https://doi.org/10.1093/ps/84.10.1610>
- Yao, W., Liu, K., Liu, H., Jiang, Y., Wang, R., Wang, W. & Wang, T. 2021. A valuable product of microbial cell factories: Microbial lipase. *Frontiers in Microbiology*, 12: 743377, ISSN: 1664-302X. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.743377>
- Zhu, H.L., Hu, L.L., Hou, Y.Q., Zhang, J. & Ding, B.Y. 2014. The effects of enzyme supplementation on performance and digestive parameters of broilers fed corn-soybean diets. *Poultry Science*, 93(7): 1704-1712, ISSN: 1350-4177. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03626>