

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



**Proyecto Especial de Graduación**  
**Efecto de la enzima lipasa en los indicadores bioproductivos de pollitas**  
**ponedoras**

Estudiantes

Jose Andrés Vaca Zárraga  
Sofía Nathaly Zúñiga Robalino

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.  
Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, mayo 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA ODILA TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Índice de contenido

|   |    |
|---|----|
| Resumen .....                                       | 6  |
| Abstract.....                                       | 7  |
| Introducción.....                                   | 8  |
| Sitio de estudio y condiciones geo-climáticas ..... | 10 |
| Animales, diseño experimental y tratamientos.....   | 10 |
| Condiciones experimentales.....                     | 10 |
| Indicadores productivos.....                        | 11 |
| Análisis estadísticos .....                         | 11 |
| Resultados y discusión .....                        | 17 |
| Conclusiones .....                                  | 25 |
| Recomendaciones.....                                | 26 |
| Referencias.....                                    | 27 |

### Índice de Cuadros

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1 Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (0-3 semanas).....   | 12 |
| Cuadro 2 Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (4-6 semanas).....   | 13 |
| Cuadro 3 Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (7-10 semanas).....  | 14 |
| Cuadro 4 Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (11-15 semanas).....   | 15 |
| Cuadro 5 Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (15-17 semanas).....   | 16 |
| Cuadro 6 Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas<br>ponedoras Dekalb White® (0-3 semanas).....    | 17 |
| Cuadro 7 Efecto de la lipasa en el desempeño productivo de pollitas ponedoras Dekalb White® (4-6<br>semanas).....                         | 18 |
| Cuadro 8 Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas<br>ponedoras Dekalb White® (7-10 semanas).....   | 19 |
| Cuadro 9 Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas<br>ponedoras Dekalb White® (11-15 semanas).....  | 20 |
| Cuadro 10 Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas<br>ponedoras Dekalb White® (16-17 semanas)..... | 21 |
| Cuadro 11 Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas<br>ponedoras Dekalb White® (0-17 semanas).....  | 22 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Relación económica entre alimento consumido y ganancia de peso..... | 23 |
|--|----|

## Resumen

En la búsqueda para incrementar la producción avícola, se han investigado las enzimas exógenas para maximizar los indicadores biológicos de las pollitas de reemplazo. El objetivo del estudio consistió en evaluar el efecto de la enzima lipasa en los indicadores bioproductivos de peso vivo, viabilidad, consumo de alimento, conversión alimenticia y uniformidad de aves de reemplazo. Se distribuyeron al azar 700 pollitas ponedoras de la línea Dekalb White® durante 17 semanas, en dos tratamientos, siete repeticiones por tratamiento y 50 pollitas por repetición con alimento y agua ofrecidos *ad libitum*. En las 0-3 y 16-17 semanas de vida no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. Sin embargo, en las semanas 4-6, la adición de lipasa mejoró ( $P \leq 0.05$ ) el peso vivo y la conversión alimenticia, no obstante, este tratamiento (lipasa) incrementó ( $P \leq 0.05$ ) la conversión alimenticia en las semanas 7-10 y 11-15. En el periodo global (0-17 semanas), no se encontraron diferencias notables para ningún indicador productivo de pollitas. El cálculo económico reveló que la lipasa adicionada a la dieta disminuyó el costo del alimento consumido y el costo para producir un kg de peso vivo. Se recomienda formular dietas hipocalóricas (-100 kcal) más lipasa para lograr una relación económica favorable, sin afectar los indicadores bioproductivos de pollitas ponedoras.

*Palabras clave:* Gallinas ponedoras, lipasa, lípidos, pollitas.

### Abstract

In the search to increase poultry production, exogenous enzymes have been studied to maximize the biological indicators of replacement pullets. The objective of the study was to evaluate the effect of the lipase enzyme on the bioproductive indicators of body weight, viability, feed intake, feed conversion ratio and uniformity. 700-layer pullets of the Dekalb White® line were randomly distributed for 17 weeks, in two treatments, seven repetitions and 50 pullets per repetition were used with feed and water offered *ad libitum*. In the periods 0-3 and 16-17 weeks old, no differences ( $P > 0.05$ ) were observed between treatments. However, in weeks 4-6, the addition of lipase improved ( $P \leq 0.05$ ) body weight and feed conversion ratio, however, this treatment (lipase) increased ( $P \leq 0.05$ ) feed conversion ratio in weeks 7-10 and 11-15. In the whole period (0-17 weeks), no notable differences were found for any productive indicator of pullets. The economic relationship revealed that the inclusion of lipase to the diet decreased the cost of feed consumed and the cost to produce a kg of body weight. Formulating hypocaloric diets (-100 kcal) plus lipase is recommended to achieve a favorable economic ratio, without affecting the bioproductive indicators of laying pullets.

*Key words:* Laying hens, lipase, lipids, pullets.

## Introducción

El uso de enzimas en dietas para aves surgió con el objetivo de potenciar el desempeño productivo de las aves y como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Las enzimas evidencian su importancia desde su aparición en los años 80, cuando el principal objetivo era reducir la viscosidad de algunos granos como el trigo, la cebada y el centeno. Asimismo, en los años 90 volvió a tomar relevancia por el interés de la industria de utilizar granos no viscosos como el maíz y el sorgo, sobre todo para incrementar el valor nutritivo de estos ingredientes y asegurar el desempeño productivo de las aves (Salguero 2018).

La inclusión de enzimas exógenas como suplemento de las dietas ha sido estudiado con profundidad, no obstante, a pesar de que se han descubierto muchas enzimas, solamente un pequeño número son adecuadas para su uso en los piensos (Dudley-Cash 2014). En este sentido, las lipasas son enzimas con propiedades funcionales que se emplean en la avicultura y en diversos campos como agroquímica, farmacéutica, para la fabricación de detergentes y en la industria alimentaria (González Bacerio et al. 2010).

Las lipasas son enzimas hidrolasas de ésteres carboxílicos que controlan los niveles de lípidos en sangre, catalizando la hidrólisis de los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol (Ferrato et al. 1997; Siqueira et al. 2021). Se caracterizan por su capacidad para catalizar una amplia gama de reacciones tanto en medios acuosos como no acuosos, muestran una eficiente actividad hacia los acilglicéridos de cadena larga insolubles en agua y se protegen mediante el uso de procedimientos de recubrimiento entérico (Kermanshahi et al. 1998; Kumar y Singh Kanwar 2012; Tan et al. 2018). Están distribuidas en la naturaleza, se localizan en microorganismos bacterianos y fúngicos, animales y plantas (Berner y Hammond 1970). Una característica singular de las lipasas es que son enzimas solubles en agua que actúan sobre sustratos insolubles y agregados, de modo que actúan unidas a interfaces lípido-agua (González Bacerio et al. 2010).

En el caso particular de las aves, en la interfase lípido-agua ocurre la asimilación de los lípidos debido a que estos no son solubles en agua mientras que las enzimas digestivas si lo son. Por lo tanto,

es primordial resaltar que la restringida capacidad digestiva del pollito sumada a la tasa relativamente baja de secreción de lipasa pancreática en las aves jóvenes podría contribuir a una mala utilización de los lípidos (Kermanshahi et al. 1998).

Las aves jóvenes muestran una menor capacidad de digestión de los lípidos con relación a las aves mayores (Cruz Carreño 2020), sin embargo, la digestibilidad de los lípidos aumenta gradualmente desde la primera semana hasta la estabilización en la octava semana. Sánchez Robalino (2012) también menciona que los pollos no asimilan fácilmente los lípidos en el periodo de 7 - 14 días de vida. Aparentemente, esto se debe a una menor actividad de la lipasa pancreática y una circulación enterohepática deficiente de las sales biliares lo que conduce a una pobre emulsificación de los lípidos. No obstante, la suplementación dietética con lipasa tiene el potencial de mejorar la utilización de las grasas en situaciones de insuficiencia de lipasa pancreática (Kermanshahi et al. 1998).

Por otra parte, los lípidos cumplen un rol esencial en la nutrición de las aves debido a la producción de energía para realizar todas las funciones metabólicas y fisiológicas para el crecimiento, desarrollo y reproducción; además son esenciales en la formación de estructuras celulares, sirven de vehículo de vitaminas liposolubles. Por esta razón, el sector avícola busca aumentar la eficiencia de las materias primas que contienen lípidos, puesto que las necesidades nutricionales más complejas de cubrir son las energéticas. De tal forma, la energía representa el primer factor limitante de la productividad, ya que condiciona en gran medida la ingestión, el nivel de producción y el índice de conversión (Salazar Torres 2011) y genera un alto costo en la formulación de dietas que serán suministradas a las aves. Esto obliga a los productores a optar por alternativas que ayuden a mejorar la digestibilidad de las grasas y provocar un mayor aporte energético. Por consiguiente, una herramienta en la nutrición para solventar este aspecto es la adición de enzimas a la dieta.

Considerando lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la enzima lipasa sobre los indicadores bioproductivos de pollitas de reemplazo ponedoras de la línea Dekalb White®.

### Sitio de Estudio y Condiciones Geo-climáticas

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 una precipitación promedio de 1100 mm y a una altura de 800 msnm.

### Animales, Diseño Experimental y Tratamientos

Un total de 700 pollitas de reemplazo ponedoras Dekalb White® de un día de edad y sexadas se ubicaron durante 17 semanas según diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y siete repeticiones por tratamiento. Los tratamientos consistieron en: una dieta basal (T1) formulada según los requerimientos de la línea genética con base en harina de maíz y soya y una dieta hipocalórica (T2) con reducción de 100 kcal/kg y la inclusión de 0.01% de lipasa. Se realizaron cambios de dietas en las etapas: 0-3 semanas; 4-6 semanas; 7-10 semanas, 11-15 semanas y 16-17 semanas (Cuadros 1 a 5). La enzima lipasa (Lipasa AN6) fue suministrada por la empresa de Enzimas y Productos Químicos S.A. (Enziquim), México.

### Condiciones Experimentales

Cada repetición estuvo constituida por 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 una razón de 10.13 aves/m<sup>2</sup>. El alimento y el agua se ofreció *ad libitum* en comederos tipo tolva y bebederos automático dual, respectivamente; la dieta se formuló en la planta de concentrado del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola, Zamorano, se tomó en cuenta los requerimientos descritos en el manual de la línea genética utilizada.

El galpón se desinfectó previamente según las normas de calidad medio ambientales. Se empleó calefacción en los primeros 14 días de edad por medio de focos ahorradores, se utilizó cortinas para regular temperatura e iluminación. Las pollitas se vacunaron contra Newcastle, Bronquitis, Gumboro, Coriza y Cólera.

## Indicadores Productivos

Todos los indicadores del desempeño productivo se determinaron en los periodos de 0-3, 4-6, 7-10, 11-15 y 16-17 semanas. La mortalidad de las pollitas de reemplazo de ponedoras se determinó por los animales muertos entre los existentes al inicio del experimento. El peso inicial y final de cada etapa se realizó de forma individual, en una balanza digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión  $\pm 0.1$  g. El consumo de alimento acumulado se calculó mediante el método de oferta y rechazo. Se calculó la conversión alimenticia como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 g de peso vivo (PV). La uniformidad se calculó según el método de CV y según el peso estándar (Sánchez et al. 2010; Martínez Y et al. 2011).

## Análisis Estadísticos

Los resultados se expresan como media y  $\pm$  EE. Se realizó una prueba de T Student para dos muestras independientes utilizando SPSS 23.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se tomaron valores de  $P \leq 0,05$  para indicar diferencias significativas. La mortalidad se determinó por comparación de proporciones utilizando el software COMPRAPRO 1.0®.

**Cuadro 1**

*Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (0-3 semanas).*

| Ingredientes (%)                             | Control | Lipasa (-100 kcal/kg) |
|--|---------|-----------------------|
| Harina de maíz                               | 55.745  | 58.255                |
| Harina de soya                               | 34.11   | 33.74                 |
| Premezcla vitaminas y minerales <sup>1</sup> | 0.5     | 0.5                   |
| Sal común                                    | 0.28    | 0.28                  |
| Bicarbonato                                  | 0.23    | 0.23                  |
| Aceite de palma                              | 3.82    | 1.68                  |
| Salvado de trigo                             | 2       | 2                     |
| Colina                                       | 0.05    | 0.05                  |
| DL-Metionina                                 | 0.2     | 0.2                   |
| L-Lisina                                     | 0.09    | 0.09                  |
| Carbonato de calcio                          | 1.75    | 1.75                  |
| Biofos                                       | 1.03    | 1.02                  |
| Secuestrante de micotoxinas                  | 0.075   | 0.075                 |
| Enzimas exógenas                             | 0.07    | 0.07                  |
| Coccidiostato                                | 0.05    | 0.05                  |
| Lipase AN6                                   | 0       | 0.01                  |
| Costo de la dieta (USD/t)                    | 548.64  | 536.55                |
| <i>Aportes (%)</i>                           |         |                       |
| EM (kcal/kg)                                 | 2950    | 2850                  |
| PC   | 20      | 20                    |
| Ca   | 1.05    | 1.05                  |
| P disponible                                 | 0.45    | 0.45                  |
| Lisina                                       | 1.1     | 1.1                   |
| Met+Cys                                      | 0.8     | 0.8                   |
| Thr  | 0.7     | 0.7                   |
| Na   | 0.18    | 0.18                  |
| Cl   | 0.2     | 0.2                   |

*Nota.*<sup>1</sup>Cada kg contiene: vit. A, 10 x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. D<sub>3</sub>, 1,5x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. K<sub>3</sub>, 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. 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.

**Cuadro 2**

*Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (4-6 semanas).*

| Ingredientes (%)                             | Control | Lipasa (-100 kcal/kg) |
|--|---------|-----------------------|
| Harina de maíz                               | 60.64   | 61.28                 |
| Harina de soya                               | 29.92   | 29.37                 |
| Premezcla vitaminas y minerales <sup>1</sup> | 0.35    | 0.35                  |
| Sal  | 0.23    | 0.23                  |
| Bicarbonato                                  | 0.28    | 0.28                  |
| Aceite de palma                              | 1.60    | 0.00                  |
| Salvado de trigo                             | 3.00    | 4.50                  |
| Colina                                       | 0.05    | 0.05                  |
| DL-Metionina                                 | 0.20    | 0.20                  |
| L-Treonina                                   | 0.04    | 0.04                  |
| L-Lisina                                     | 0.11    | 0.11                  |
| Carbonato de calcio                          | 1.68    | 1.68                  |
| Biofos                                       | 1.60    | 1.60                  |
| Secuestrante de micotoxinas                  | 0.20    | 0.20                  |
| Enzimas                                      | 0.05    | 0.05                  |
| Coccidiostato                                | 0.05    | 0.05                  |
| Lipase AN6                                   | 0.00    | 0.01                  |
| Costo de la dieta (USD/t)                    | 537.04  | 524.83                |
| <i>Aportes (%)</i>                           |         |                       |
| EM (kcal/kg)                                 | 2850    | 2750                  |
| PC   | 18.5    | 18.5                  |
| Ca   | 1.00    | 1.00                  |
| P disponible                                 | 0.47    | 0.47                  |
| Lisina                                       | 0.96    | 0.96                  |
| Met+Cys                                      | 0.72    | 0.72                  |
| Thr  | 0.65    | 0.65                  |
| Na   | 0.17    | 0.17                  |
| Cl   | 0.17    | 0.17                  |

*Nota.*<sup>1</sup>Cada kg contiene: vit. A, 10 x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. D<sub>3</sub>, 1,5x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. K<sub>3</sub>, 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. 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.

**Cuadro 3**

*Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (7-10 semanas).*

| Ingredientes (%)                             | Control | Lipasa (-100 kcal/kg) |
|--|---------|-----------------------|
| Harina de maíz                               | 55.82   | 58.22                 |
| Harina de soya                               | 26.90   | 26.62                 |
| Premezcla vitaminas y minerales <sup>1</sup> | 0.35    | 0.35                  |
| Sal común                                    | 0.23    | 0.23                  |
| Bicarbonato                                  | 0.28    | 0.28                  |
| Aceite de palma                              | 4.71    | 2.6                   |
| Salvado de trigo                             | 8.00    | 8.00                  |
| Colina                                       | 0.05    | 0.05                  |
| DL-Metionina                                 | 0.18    | 0.17                  |
| L-Treonina                                   | 0.03    | 0.02                  |
| L-Lisina                                     | 0.09    | 0.09                  |
| Carbonato de calcio                          | 1.61    | 1.61                  |
| Biofos                                       | 1.45    | 1.45                  |
| Secuestrante de micotoxinas                  | 0.20    | 0.20                  |
| Enzimas                                      | 0.05    | 0.05                  |
| Coccidiostato                                | 0.05    | 0.05                  |
| Lipase AN6                                   | 0.00    | 0.01                  |
| Costo de la dieta (USD/t)                    | 537.98  | 525.57                |
| <i>Aportes (%)</i>                           |         |                       |
| EM (kcal/kg)                                 | 2950    | 2850                  |
| PC   | 17.5    | 17.5                  |
| Ca   | 0.95    | 0.95                  |
| P disponible                                 | 0.45    | 0.45                  |
| Lisina                                       | 0.88    | 0.88                  |
| Met+Cys                                      | 0.67    | 0.67                  |
| Thr  | 0.60    | 0.60                  |
| Na   | 0.17    | 0.17                  |
| Cl   | 0.17    | 0.17                  |

*Nota.*<sup>1</sup>Cada kg contiene: vit. A, 10 x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. D<sub>3</sub>, 1,5x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. K<sub>3</sub>, 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. 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.

**Cuadro 4**

*Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (11-15 semanas)*

| Ingredientes (%)                             | Control | Lipasa (-100 kcal/kg) |
|--|---------|-----------------------|
| Harina de maíz                               | 53.95   | 56.42                 |
| Harina de soya                               | 21.86   | 21.56                 |
| Premezcla vitaminas y minerales <sup>1</sup> | 0.35    | 0.35                  |
| Sal común                                    | 0.25    | 0.25                  |
| Bicarbonato                                  | 0.28    | 0.28                  |
| Aceite de palma                              | 4.98    | 2.84                  |
| Salvado de trigo                             | 15.00   | 15.00                 |
| Colina                                       | 0.05    | 0.05                  |
| DL-Metionina                                 | 0.13    | 0.12                  |
| L-Treonina                                   | 0.0     | 0.00                  |
| L-Lisina                                     | 0.06    | 0.06                  |
| Carbonato de calcio                          | 1.61    | 1.61                  |
| Biofos                                       | 1.18    | 1.15                  |
| Secuestrante de micotoxinas                  | 0.20    | 0.20                  |
| Enzimas                                      | 0.05    | 0.05                  |
| Coccidiostato                                | 0.05    | 0.05                  |
| Lipase AN6                                   | 0.00    | 0.01                  |
| Costo de la dieta (USD/t)                    | 511.80  | 499.33                |
| <i>Aportes (%)</i>                           |         |                       |
| EM (kcal/kg)                                 | 2900    | 2800                  |
| PC   | 16.00   | 16.00                 |
| Ca   | 0.90    | 0.90                  |
| P disponible                                 | 0.40    | 0.40                  |
| Lisina                                       | 0.76    | 0.76                  |
| Met+Cys                                      | 0.59    | 0.59                  |
| Thr  | 0.52    | 0.52                  |
| Na   | 0.18    | 0.18                  |
| Cl   | 0.18    | 0.18                  |

*Nota.*<sup>1</sup>Cada kg contiene: vit. A, 10 x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. D<sub>3</sub>, 1,5x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. K<sub>3</sub>, 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. 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.

**Cuadro 5**

*Dietas y aportes nutricionales de las dietas pollitas Dekalb White® (15-17 semanas).*

| Ingredientes (%)                             | Control | Lipasa (-100 kcal/kg) |
|--|---------|-----------------------|
| Harina de maíz                               | 54.71   | 57.13                 |
| Harina de soya                               | 26.37   | 26.07                 |
| Premezcla vitaminas y minerales <sup>1</sup> | 0.35    | 0.35                  |
| Sal común                                    | 0.25    | 0.25                  |
| Bicarbonato                                  | 0.28    | 0.28                  |
| Aceite de palma                              | 6.08    | 3.95                  |
| Salvado de trigo                             | 4.00    | 4.00                  |
| Colina                                       | 0.05    | 0.05                  |
| DL-Metionina                                 | 0.19    | 0.19                  |
| L-Treonina                                   | 0.00    | 0.00                  |
| L-Lisina                                     | 0.02    | 0.02                  |
| Carbonato de calcio                          | 5.95    | 5.95                  |
| Biofos                                       | 1.45    | 1.45                  |
| Secuestrante de micotoxinas                  | 0.20    | 0.20                  |
| Enzimas                                      | 0.05    | 0.05                  |
| Coccidiostato                                | 0.05    | 0.05                  |
| Lipase AN6                                   | 0.00    | 0.01                  |
| Costo de la dieta (USD/t)                    | 538.6   | 526.74                |
| <i>Aportes (%)</i>                           |         |                       |
| EM (kcal/kg DM)                              | 2950    | 2850                  |
| PC   | 16.50   | 16.50                 |
| Ca   | 2.50    | 2.50                  |
| P disponible                                 | 0.43    | 0.43                  |
| Lisina                                       | 0.78    | 0.78                  |
| Met+Cys                                      | 0.66    | 0.66                  |
| Thr  | 0.55    | 0.55                  |
| Na   | 0.18    | 0.18                  |
| Cl   | 0.18    | 0.18                  |

*Nota.* <sup>1</sup>Cada kg contiene: vit. A, 10 x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. D<sub>3</sub>, 1,5x 10<sup>6</sup> U.I.; vit. K<sub>3</sub>, 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. 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.

## Resultados y Discusión

Durante las primeras semanas experimentales, no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 6), a pesar de la diferencia energética entre los mismos (-100 kcal). Esto demuestra la posible liberación energética del tratamiento con lipasa, posiblemente mediado por la mejor absorción de lípidos en comparación con el control, ya que la dieta lipasa (-100kcal) posee porcentualmente la mitad del aceite de palma incluida en la dieta control. Este resultado concuerda con lo reportado por Javierre (2021) quien indica que dietas formuladas con menor contenido en energía y la suplementación con 100 mg/kg de Lenerzyme (lipasa) indicaron una respuesta similar que la dieta basal para el peso vivo e índice de conversión alimenticia.

### Cuadro 6

*Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas ponedoras Dekalb White® (0-3 semanas).*

| Indicadores    | Tratamientos experimentales |                       | EE±   | Valor P |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|-------|---------|
|                | Control                     | Lipasa (-100 kcal/kg) |       |         |
| PVI (g)        | 35.71                       | 35.15                 | 0.430 | 0.374   |
| PVF (g)        | 189.50                      | 187.62                | 1.953 | 0.510   |
| CA (g)         | 396.00                      | 394.86                | 1.063 | 0.462   |
| CON (kg/kg)    | 2.58                        | 2.59                  | 0.028 | 0.749   |
| Viabilidad (%) | 98.00                       | 97.71                 | 0.841 | 0.814   |

*Nota.* PVI: peso vivo inicial; PVF: peso vivo final; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia.

A pesar de la reducción energética en la dieta, la inclusión de la lipasa no modificó ( $P > 0.05$ ) el consumo de alimentos. Según García Bohórquez y Quijía Pillajo (2012) una alta concentración energética reduce el consumo de alimento en las aves. Asimismo, Lamot et al. (2017) mencionaron que las pollitas regulan su consumo conforme a la densidad de la dieta para mantener los mismos niveles energéticos durante la primera semana. Esto confirma que al parecer la dieta con lipasa suplió los requerimientos energéticos de las aves.

Estos resultados concuerdan con Ravindran (2013b) quien señala el interés creciente del uso de enzimas para piensos de aves con el objetivo de mejorar la utilización de los nutrientes de las

materias primas y reducir los costos de la alimentación. Al parecer, el uso de la lipasa provocó una mayor disponibilidad de nutrientes (lípidos, ácidos grasos y glicerol) importante para maximizar la capacidad enzimática en los animales jóvenes.

En el Cuadro 7 se observaron diferencias ( $P \leq 0,05$ ) en el peso vivo y la conversión alimenticia de las pollitas, siendo el tratamiento con lipasa (-100kcal/kg) el que presentó los mejores desempeños en ambos casos. Estos resultados pueden ser consecuencia de la deficiencia fisiológica que poseen las aves con respecto a la producción y secreción endógena de la enzima lipasa. Lo cual concuerda con lo establecido por Osorio y Flórez (2011) quienes mencionan que las aves no poseen acción de la lipasa lingual y lipasa gástrica, por lo tanto, la molleja y el intestino son los encargados de la emulsificación de los lípidos los cuales en el caso de las pollitas se encuentran en un estado inmaduro, lo que resulta en una ineficiente digestibilidad de los lípidos en aves.

### Cuadro 7

*Efecto de la lipasa en el desempeño productivo de pollitas ponedoras Dekalb White® (4-6 semanas).*

| Indicadores    | Tratamientos experimentales |                       | EE±   | Valor P |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|-------|---------|
|                | Control                     | Lipasa (-100 kcal/kg) |       |         |
| PV (g)         | 408.96                      | 449.36                | 5.413 | 0.001   |
| CA (g)         | 507.23                      | 497.12                | 8.748 | 0.429   |
| CON (kg/kg)    | 2.32                        | 1.95                  | 0.057 | 0.001   |
| Viabilidad (%) | 99.14                       | 99.12                 | 0.411 | 0.976   |

*Nota.* PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

Asimismo, se observó que el grupo con lipasa disminuyó la conversión alimenticia en comparación con el control. Esto confirma que, en aves jóvenes, el uso de la lipasa favorece la digestión y absorción de los lípidos, lo que incide directamente en la eficiencia alimentaria de aves jóvenes de lento crecimiento. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Itza-Ortiz (2020) que establece que la conversión alimenticia debe ser lo menor posible para obtener el mayor rendimiento del producto, ya que esta expresa la cantidad de alimento que debe consumir el ave para producir una unidad de producto, como huevo o carne. Por otra parte, Lorana Savoldi et al. (2012) mencionaron que la mayor ganancia de peso y la mejor conversión alimenticia se obtienen en las aves alimentadas

con piensos que contienen los niveles más altos de energía durante la fase inicial; por lo que es indispensable formular dietas que suplan los requerimientos nutricionales de las aves.

Finalmente, estos resultados demostraron una mejora en la absorción de nutrientes reflejado en la mayor ganancia de peso en las pollitas, sobre todo en una dieta con menor porcentaje de aceite de palma; por lo cual, se infiere que la lipasa mejora la eficiencia de los lípidos, incluyendo los saturados como es el aceite de palma africana. Esto difiere con lo establecido por Noy y Sklan (1995) quienes encontraron que las aves tienen una digestibilidad estable de los lípidos (85%) en los primeros días pos-eclosión y solo se mejora este factor con su crecimiento. Por otra parte, Quishpe Sandoval (2006) reportó que la suplementación de lipasa puede mejorar el uso de los lípidos y favorecer absorción de vitaminas liposolubles, reducir el polvo de la dieta y hacerla más homogénea y palatable.

Con base en los resultados, la inclusión de lipasa exógena en la dieta se considera de mayor utilidad durante las primeras semanas, periodo de tiempo en el cual su implementación tiene un mayor impacto en el crecimiento. Esto concuerda con Santos de Oliveira et al. (2019) quienes indican que el uso de lipasa influyó en la ingesta de alimento de las aves y su suplementación en la dieta fue más eficaz en la fase inicial, la cual comprendería el periodo entre las semanas 0 a 10.

## Cuadro 8

*Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas ponedoras Dekalb White® (7-10 semanas).*

| Indicadores    | Tratamientos experimentales |                       | EE±    | Valor P |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|--------|---------|
|                | Control                     | Lipasa (-100 kcal/kg) |        |         |
| PV (g)         | 684.24                      | 687.95                | 5.388  | 0.635   |
| CA (g)         | 892.05                      | 914.56                | 18.060 | 0.395   |
| CON (kg/kg)    | 3.24                        | 3.73                  | 0.073  | 0.001   |
| Viabilidad (%) | 100                         | 100                   |        |         |

*Nota.* PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

En el Cuadro 8 se observa el desempeño de las pollitas ponedoras durante las semanas 7 a 10, se observó diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en la conversión alimenticia entre el control y el tratamiento. Durante

estas semanas, se evidenció un peso vivo similar entre tratamientos acorde a su edad (Dekalb [sin fecha]). Debido al aumento en consumo y sin incrementar la ganancia de peso, el valor de la conversión alimenticia aumentó significativamente en el tratamiento lipasa (-100kcal). Estos resultados concuerdan con Nogueira et al. (2013) quienes sugieren que la suplementación de lecitina de soya sola o en combinación con la enzima lipasa en la alimentación de los pollos de engorde incrementó el índice de conversión alimenticia. Asimismo, el consumo de alimento no tuvo diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados difieren a los indicados por Al-Marzooqi y Leeson (1999), quienes mencionan que la adición de lipasa causó una reducción significativa de la ingesta de alimento y, en consecuencia, una menor ganancia de peso corporal. En el experimento se evidenció un efecto contrario durante este periodo.

#### Cuadro 9

*Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas ponedoras Dekalb White® (11-15 semanas).*

| Indicadores    | Tratamientos experimentales |                       | EE±    | Valor P |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|--------|---------|
|                | Control                     | Lipasa (-100 kcal/kg) |        |         |
| PV (g)         | 1064.60                     | 1088.55               | 9.823  | 0.110   |
| CA (g)         | 1561.39                     | 1645.73               | 33.967 | 0.105   |
| CON (kg/kg)    | 3.24                        | 4.11                  | 0.054  | 0.001   |
| Viabilidad (%) | 99.41                       | 99.71                 | 0.336  | 0.536   |

*Nota.* PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

En el Cuadro 9 se observan los rendimientos bioproductivos de las pollitas durante las semanas 11 a 15, en las cuales se determinaron diferencias significativas solamente en el factor de conversión alimenticia entre tratamientos. En esta semana se lograron valores más uniformes considerando el peso de pollitas ponedoras establecidas por el manual de la línea genética (Dekalb [sin fecha]).

A pesar de la diferencia energética en la dieta, el consumo y peso vivo se mantuvieron sin diferencias significativas. Estos resultados se contrastan con los obtenidos por Al-Marzooqi y Leeson (1999) en los cuales se mostró un menor consumo con la adición de enzimas, y por consecuente, una

menor ganancia de peso. De igual manera, los resultados obtenidos difieren con lo analizado por Wu et al. (2005), quienes observaron una disminución significativa del consumo de alimento con dietas con mayor aporte energético. Este factor es importante debido a que la energía y la proteína son los nutrientes que representan la mayor parte de los costos de la dieta (Niu et al. 2009).

### Cuadro 10

*Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas ponedoras Dekalb White® (16-17 semanas).*

| Indicadores    | Tratamientos experimentales |                       | EE±    | Valor P |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|--------|---------|
|                | Control                     | Lipasa (-100 kcal/kg) |        |         |
| PV (g)         | 1190.39                     | 1199.19               | 8.099  | 0.457   |
| CA (g)         | 685.39                      | 652.91                | 19.455 | 0.261   |
| CON (kg/kg)    | 5.52                        | 5.95                  | 0.288  | 0.312   |
| Viabilidad (%) | 100.00                      | 100.00                |        |         |

*Nota.* PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

El Cuadro 10 expone el desempeño productivo de las pollitas ponedoras durante las últimas dos semanas de aplicación de los tratamientos. Durante este periodo, no se observó diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). La inclusión de lipasa en la dieta fue eficiente para suplir la energía faltante en las dietas hipocalóricas (-100kcal) con resultados similares a la dieta control. Esto es comparable con los obtenidos por Castro y Kim (2021) quienes observaron una recuperación en los rendimientos finales de broilers, con resultados estadísticamente similares a la dieta control.

Durante esta etapa, el requerimiento de energía de las gallinas ponedoras está directamente relacionado con las necesidades de mantenimiento que varían según el peso corporal, la temperatura ambiente, el emplume, los requisitos para el aumento normal de peso corporal y los requisitos para la producción de huevos (Granja Planalto 2009). Debido a esto, la dieta se formuló con una mayor cantidad de energía metabolizable que la dieta proporcionada durante la semana anterior. No obstante, los resultados no concuerdan con los obtenidos por Nogueira et al. (2013) quienes mencionan que el consumo de alimento se redujo en un 3%, mientras que el índice de conversión alimenticia mejoró en un 10%, a medida que aumenta el nivel de energía de la dieta.

**Cuadro 11**

*Efecto de la enzima lipasa (Lipase AN6®) en el desempeño productivo de pollitas ponedoras Dekalb White® (0-17 semanas).*

| Indicadores              | Tratamientos experimentales |                       | EE±    | Valor P |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------|---------|
|                          | Control                     | Lipasa (-100 kcal/kg) |        |         |
| CA (g)                   | 4042.06                     | 4105.17               | 63.759 | 0.497   |
| CON (kg/kg)              | 3.50                        | 3.52                  | 0.037  | 0.623   |
| Viabilidad (%)           | 99.31                       | 99.30                 | 0.170  | 0.999   |
| Uniformidad <sup>1</sup> | 2.35                        | 1.20                  |        |         |
| Uniformidad <sup>2</sup> | 94.82                       | 95.55                 |        |         |

Nota. <sup>1</sup>Uniformidad según CV; <sup>2</sup>Uniformidad según el peso estándar.

PV: peso vivo; CA: consumo de alimento; CON: conversión alimenticia

En el Cuadro 11 se observa el desempeño productivo de las pollitas ponedoras de 0-17 semanas. Los tratamientos experimentales no provocaron cambios en los indicadores bioprodutivos ( $P > 0.05$ ). Los resultados concuerdan con lo establecido por Suresh et al. (2014), quienes no encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre el consumo de alimento y en la eficiencia alimenticia, cuando utilizaron tratamientos que incluían agentes emulsificantes de los lípidos (0.2 g lipasa y 0.2 g/kg lecitina de soya). Coinciden también con Lichovníková et al. (2002) quienes determinaron que la lipasa no presentó ningún efecto en el peso final de gallinas ponedoras de 72 semanas de edad. Por otra parte, los resultados tuvieron una respuesta similar a los obtenidos en broilers por Meng et al. (2004) quienes no observaron cambios en el rendimiento y digestibilidad de los pollos y al utilizar enzimas exógenas.

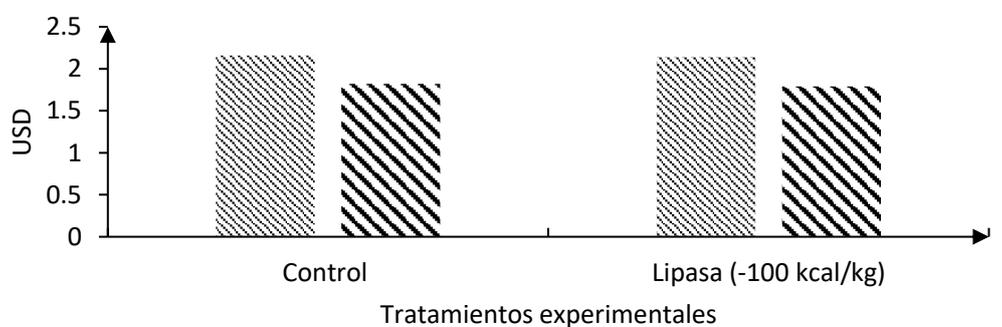
De igual manera, en el Cuadro 11 se informa la uniformidad del lote a lo largo del experimento. La uniformidad es un valor de medición para determinar la homogeneidad de los lotes y facilitar su manejo (Aviagen 2018). En este caso, se obtuvieron los valores de uniformidad por el método de CV y el método  $\pm 10\%$  del valor promedio del peso corporal. Al final del experimento, ambos métodos de medición determinaron valores más uniformes en las pollitas bajo el tratamiento lipasa (-100kcal). Esto demuestra la eficacia de esta dieta manteniendo a toda la parvada uniforme, es importante destacar que ambas dietas se mantuvieron con la uniformidad ideal de 90% establecida por Leentfaar

(2021) el cual menciona que esto ayuda a mantener el pico de producción por un mayor tiempo. Asimismo, la eficiencia de la dieta evitó la necesidad de un proceso de selección de aves necesario para homogeneizar los lotes según (Bakker [sin fecha]). Finalmente, se determinó bajo estos resultados que la inclusión de lipasa provee una mejora a la absorción de nutrientes lo cual, a su vez, mejora la uniformidad, lo que facilita el manejo de la parvada, importante para maximizar el potencial genético durante su etapa de vida.

Los alimentos constituyen el costo más alto de la producción de aves de corral, con porcentajes hasta del 70% del total (Ravindran 2013a). La mayor parte de las raciones balanceadas para aves contienen maíz y aceite de palma como una excelente fuente energética, harina de soya para proteínas, vitaminas y suplementos minerales (Consuegra Uribe 1991; El sitio avícola 2013). Todos los ingredientes mencionados anteriormente son susceptibles al cambio de precio, por lo que los avicultores se ven obligados a reformular las dietas y optar por nuevas alternativas que disminuyan el costo de alimentación de las aves. Sin embargo, aunque se opte por una dieta de bajo costo debe ser formulada de manera que cumpla con todos los requerimientos nutricionales en cuanto a proteína, energía, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales necesarios en cada etapa de desarrollo y producción del ave.

### Figura 1

*Relación económica entre alimento consumido y ganancia de peso*



▨ Costo del alimento consumido (USD/ave) ▩ Costo para producir un kg de PV (USD)

Las formulaciones de alimentos representan un verdadero reto para el productor, no obstante, la incorporación de enzimas exógenas como suplemento han demostrado ser una alternativa eficiente para optimizar el rendimiento nutricional. Entre estas se encuentra la lipasa, una enzima que controla los niveles de lípidos en sangre. De acuerdo con Ravindran (2013b) actualmente existe un creciente interés en el uso de enzimas para piensos de aves para mejorar la utilización de los nutrientes de las materias primas y reducir los costes de la alimentación.

Al final del ciclo de experimentación (0-17 semanas) se determinó que el costo para producir 1 kg de PV con la dieta control es de 1.82 USD mientras que el costo del alimento consumido es de 2.16 USD/ave. Por otra parte, el costo para producir un kg de peso vivo en el tratamiento (Lipasa -100 kcal/kg) es de 1.79 USD mientras que el costo del alimento consumido es de 2.14 USD/ave.

Estos resultados demuestran que el tratamiento (Lipasa -100 kcal/kg) es más eficiente que la dieta control, considerando que la dieta con 100 kcal menos tuvo un desempeño similar a las dietas formulas con maíz y soya. Además, permitió ahorrar 0.03 USD para producir 1 kg de PV y 0.02 USD/ave en el costo del alimento consumido.

## Conclusiones

Las dietas hipocalóricas con la enzima lipasa mantuvieron el desempeño productivo de las pollitas ponedoras Dekalb White®, similar al tratamiento control.

Las dietas experimentales no cambiaron la uniformidad del lote e indicaron valores similares a los dictados por la línea genética.

Las dietas hipocalóricas con la enzima lipasa redujeron el costo del alimento consumido y el costo para producir un kg de peso vivo en pollitas ponedoras Dekalb White®.

### Recomendaciones

Se recomienda formular dietas hipocalóricas (-100 kcal) más lipasa para lograr una relación económica favorable, sin afectar los indicadores bioprodutivos de pollitas ponedoras.

Realizar un experimento para determinar el efecto de la enzima lipasa en el desarrollo morfométrico del tracto digestivo y en la digestibilidad de los lípidos de las aves de crecimiento lento.

Realizar un experimento con la inclusión de enzimas lipasas y su impacto en pollitas ponedoras alimentadas con diferentes fuentes lipídicas saturadas e insaturadas.

Realizar un experimento con la inclusión de enzimas lipasas y su impacto en gallinas ponedoras durante la etapa de postura.

## Referencias

- 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. doi:10.1093/ps/78.11.1561.
- Aviagen. 2018. Manual de Manejo: Reproductoras Ross; [consultado el 18 de mar. de 2022]. <http://es.aviagen.com/tech-center/download/1270/RossPSHandBook2018-ES.pdf>.
- Bakker W. Manejo de reproductores pesados durante la fase de crianza; [consultado el 15 de mar. de 2022]. [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/manejo\\_reproductores\\_pesados\\_crianza\\_wifred\\_bakker.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/manejo_reproductores_pesados_crianza_wifred_bakker.pdf).
- Berner DL, Hammond EG. 1970. Phylogeny of Lipase Specificity. *Lipids*; [consultado el 13 de oct. de 2021]. 5(6):558–562. <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1007/BF02532745>. doi:10.1007/BF02532745.
- Castro FLS, Kim WK. 2021. Applied Research Note: 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. doi:10.1016/j.japr.2020.100117.
- Consuegra Uribe F. 1991. Utilización de aceite de palma en la elaboración de concentrados para animales. *Palmas*; [consultado el 5 de mar. de 2022]. 12:144–146. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/319/319>.
- Cruz Carreño RX. 2020. Efecto de la inclusión de ácidos grasos en la alimentación de pollos de engorde sobre los parámetros bioquímicos sanguíneos. [Trabajo de titulación]. Ecuador: Universidad Técnica de Machala; [consultado el 15 de mar. de 2022]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15515>.
- Dekalb. [sin fecha]. Dekalb White Product Guide. [sin lugar]. 16 p; [consultado el 10 de mar. de 2022]. <https://cutt.ly/3JnYujT>.
- Dudley-Cash B. 2014. La respuesta a las enzimas NSP varían. *Feedstuffs*; [consultado el 13 de mar. de 2022]. 56(1):16–18. <https://cutt.ly/KJnYkQ2>.
- El sitio avícola. 3 de dic. de 2013. Alimentación de pollos para obtener mejor salud y mayor rendimiento. *El sitio avícola*; [consultado el 5 de mar. de 2022]. <https://cutt.ly/PJnRdju>.
- Ferrato, F, Carriere, F, Sarda, L, Verger, R. 1997. A Critical Reevaluation of the Phenomenon of Interfacial Activation. *Methods in Enzymology*. 286:327–347. doi:10.1016/s0076-6879(97)86018-1.
- García Bohórquez RD, Quijía Pillajo JO. 2012. Parámetros productivos del pollo de engorde sometido a dos niveles de energía entre los 22 a 35 días de edad [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 23 de feb. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1232/1/3257.pdf>.
- González Bacerio J, Rodríguez Hernández J, del Monte Martínez A. 2010. Las lipasas: enzimas con potencial para el desarrollo de biocatalizadores inmovilizados por adsorción interfacial. *Revista Colombiana de Biotecnología*; [consultado el 14 de oct. de 2021]. 7(1):124–140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77617786013>.
- Granja Planalto. 2009. Manual de manejo das poedeiras dekalb white. Brasil: [sin editorial]; [consultado el 24 de feb. de 2022]. <https://cutt.ly/KAaB8Ga>.

- Itza-Ortiz M. 2020. Parámetros productivos en la avicultura. Los Avicultores y su Entorno; [consultado el 20 de feb. de 2022]:96. <https://bmeditores.mx/avicultura/revistas/agosto-2020/>.
- Javierre JA. 2021. Dosis-respuesta de Lenerzyme, lipasa para nutrición animal, sobre dietas de pollo con EM reducida y extracto etéreo constante. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 22 de feb. de 2022]. <https://cutt.ly/AJnqQOi>.
- Kermanshahi H, Maenz DD, Classen HL. 1998. Stability of porcine and microbial lipases to conditions that approximate the proventriculus of young birds. *Poultry Science*; [consultado el 6 de abr. de 2022]. 77(11):1665–1670. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119412170>.
- Kumar A, Singh Kanwar S. 2012. Lipase Production in Solid-State Fermentation (SSF): Recent Developments and Biotechnological Applications. Global Science Books; [consultado el 6 de abr. de 2022]. 6(1):13–27. <https://cutt.ly/NFxQJyO>.
- Lamot DM, Sapkota D, Wijtten PJA, van den Anker I., Heetkamp MJW, 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*; [consultado el 24 de feb. de 2022]. 96(7):2294–2300. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex020>.
- Leentfaar E. 2021. Feed capacity development. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 28 de mar. de 2022]. <https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/articles/feed-capacity-development/>.
- Lichovníková M, Zeman L, Klecker D, Fialová M. 2002. The effects of the long-term feeding of dietary lipase on the performance of laying hens. *Czech Journal of Animal Sciences*; [consultado el 22 de feb. de 2022]. 47(4):141–145. <https://cutt.ly/JHT25fk>.
- Lorana Savoldi T, Vianna Nunes R, Scherer C, Yuji Tsutsumi C, Scheneiders JL, Goes Marques MF, Schone RA, Lüders Meza SK. 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*; [consultado 20/02/22]. 11:49–58. <https://cutt.ly/UJnRENV>.
- Martínez Y, Batista L, Martínez O, Montero R, Pérez J, Estrada O. 2011. Efecto del reagrupe de los reemplazos de reproductoras ligeras en la uniformidad del lote. *Revista Electrónica Granma Ciencias*; [consultado el 16 de may. de 2022]. 15(3). <https://cutt.ly/NHT9ojz>.
- Meng X, Slominski 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*; [consultado el 22 de feb. de 2022]. 83(10):1718–1727. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119444672?via%3Dihub>.
- Niu Z, Shi J, Liu F, Wang X, Gao C, Yao L. 2009. Effects of Dietary Energy and Protein on Growth Performance and Carcass Quality of Broilers during Starter Phase. *Poultry Science*; [consultado 09/04/22]. 8(5):508–511. <https://cutt.ly/kJnR1Wi>. doi:10.3923/ijps.2009.508.511.
- Nogueira W, Velásquez P, Furlan R, 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*; [consultado el 20 de feb. de 2022]. 15:53–58. <https://cutt.ly/RJnTqDw>.
- Noy Y, Sklan D. 1995. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*. 74(2):366–373. eng. doi:10.3382/ps.0740366.

- Osorio JH, Flórez JD. 2011. Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales. *Biosalud*; [consultado el 14 de oct. de 2021]. 10(1):88–98. <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v10n1/v10n1a08.pdf>.
- Quishpe Sandoval GJ. 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado el 24 de feb. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/930/1/T2297.pdf>.
- Ravindran V. 2013a. Principales ingredientes utilizados en las formulaciones de alimentos para aves de corral. En: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, editor. *Revisión del desarrollo avícola*. [sin lugar]: FAO. p. 71–73 ; [consultado el 23 de feb. de 2022]. <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>.
- Ravindran V. 2013b. Suplementos y aditivos de los alimentos. En: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, editor. *Revisión del desarrollo avícola*. [sin lugar]: FAO. p. 74–76 ; [consultado el 23 de feb. de 2022]. <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>.
- Salazar Torres CA. 2011. Evaluación de tres concentraciones de premezclas de vitaminas y minerales en alimento balanceado y su respuesta en los parámetros productivos de pollos broilers. [Tesis]. Sangolquí-Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército; [consultado el 13 de oct. de 2021]. <https://cutt.ly/CJnTlk1>.
- Salguero S. 2018. Uso de enzimas en dietas para aves. Argentina: Biofarma; [consultado el 20 de ene. de 2021]. [https://www.youtube.com/watch?v=W\\_dZeWvV8SA](https://www.youtube.com/watch?v=W_dZeWvV8SA).
- Sánchez A, López A, García M, Lamazares M. 2010. *Salud y producción de las aves*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Sánchez Robalino RI. 2012. Evaluación de tres niveles de harina de haba en reemplazo parcial a la torta de soya en la alimentación de pollos broiler, en el cantón Cevallos, provincia del Tungurahua. [Tesis]. Guaranda- Ecuador.: Universidad Estatal de Bolívar; [consultado el 13 de oct. de 2021]. <https://cutt.ly/iJnTU10>.
- Santos de Oliveira L, Balbino EM, Santos Silva TM, Ily L, da Rocha T. C., Souza de Oliveira Strada E., Moraes Pinheiro A., Gonçalves de Brito J. A. 2019. Use of emulsifier and lipase in feeds for broiler chickens. *Semina: Ciências Agrárias*. 40:3181–3196. doi:10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3181.
- Siqueira LA, Almeida LF, Atayde Fernandes JP, U. Araújo MC. 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. doi:10.1016/j.ultsonch.2021.105774.
- Suresh BN, Reddy BSV, Prabhu TM, Manju GU, Suma N. 2014. Effect of Dietary Inclusion of Lipid Utilizing Agents and NSP-degrading Enzymes on Performance of Layers. *Animal Nutrition and Feed Technology*; [consultado el 25 de feb. de 2022]. 14(2):379–384. <https://cutt.ly/BJnTLRQ>.
- Tan JS, Abbasiliasi S, Arif AB, Ng HS, Bakar MH, Chow YH. 2018. Extractive purification of recombinant thermostable lipase from fermentation broth of *Escherichia coli* using an aqueous polyethylene glycol impregnated resin system. *3Biotech*. 8(6):1–7. doi:10.1007/s13205-018-1295-y.
- Wu G, Bryant MM, Voitle RA, Roland 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. doi:10.1093/ps/84.10.1610.