

**Universidad Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Efecto de la inclusión de un suplemento energético en dietas para gallinas  
ponedoras Dekalb® White de 60 semanas de edad en parámetros productivos  
y calidad de huevo**

Estudiante

Tito Ricardo Herrera Zambrano

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, octubre de 2025

**Autoridades**

**KEITH L. ANDREWS**

Rector i.a.

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**JULIO NAVARRO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexo.....	5
Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Ubicación del Estudio.....	11
Diseño Experimental.....	12
Variables Evaluadas .....	13
Peso Vivo/Ave (kg) .....	13
Consumo de Alimento/Ave (g/día) .....	13
Intensidad de Puesta (%IP) .....	13
Análisis de Calidad de Huevo .....	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	14
Resultados y Discusión.....	15
Conclusiones .....	23
Recomendaciones.....	24
Referencias.....	25
Anexo .....	29

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Ingredientes y aportes nutricionales utilizados en la evaluación de parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas de edad con tres niveles de inclusión de Lipofeed® .....	12
Cuadro 2 Efecto de la inclusión de Lipofeed® sobre el peso vivo/ave (kg) en gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas edad.....	15
Cuadro 3 Efecto de la inclusión de Lipofeed® sobre el consumo de alimento/ave (g) en gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas edad .....	17
Cuadro 4 Efecto de la inclusión Lipofeed® en el parámetro de intensidad de puesta de gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas de edad .....	18
Cuadro 5 Efecto de la inclusión de Lipofeed® sobre el parámetros de calidad de huevo en gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas edad .....	20

**Índice de Anexo**

Anexo A Composición de Premezcla de Vitaminas y Minerales por kg.....	29
---	----

## Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de la sustitución parcial y total de aceite vegetal por Lipofeed® en los parámetros productivos y la calidad del huevo en gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas de edad. Un total de 280 gallinas, distribuidas en cuatro tratamientos y cinco repeticiones: dieta control (T1); dieta control con 1 kg/t Lipofeed®(T2); dieta control con 2 kg/t Lipofeed® (T3), y dieta control con sustitución total de aceite vegetal e inclusión de 2.7 kg/t Lipofeed® (T4). Los parámetros evaluados fueron peso vivo/ave, consumo de alimento/ave, calidad del huevo e intensidad de puesta. Se usó un diseño completamente al azar y el análisis estadístico se hizo mediante la prueba Kruskal-Wallis y la separación de medias Wilcoxon con el programa JMP® Student Edition 18. Los resultados mostraron que con la inclusión de Lipofeed® a diferentes niveles no hubo diferencias en el parámetro de peso vivo/ave, sin embargo, en consumo de alimento/ave, hubo diferencias en todas las semanas del estudio siendo el T3 (2 kg/t Lipofeed®) la que presentó el mayor consumo de alimento/ave. En la calidad del huevo se observaron diferencias en la semana 3, principalmente en altura de albumen, unidades Haugh y grosor de la cáscara, mientras que en la semana 6 se presentaron diferencias en peso de huevo y color de yema. La intensidad de puesta presentó diferencias únicamente en la semana 2, siendo más alta en el tratamiento T3 (2 kg/t Lipofeed®). La inclusión de Lipofeed® en niveles moderados mejoró parámetros productivos y de calidad de huevo sin afectar negativamente el rendimiento de las aves.

*Palabras clave:* Gallinas ponedoras, Lipofeed®, nutrición, sustratos gluconeogénicos.

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the impact of partial and total substitution of vegetable oil with Lipofeed® on productive parameters and egg quality in Dekalb® White laying hens at 60 weeks of age. A total of 280 hens were distributed into four treatments with five replicates: control diet (T1); control diet with 1 kg/t Lipofeed® (T2); control diet with 2 kg/t Lipofeed® (T3); and control diet with total replacement of vegetable oil plus 2.7 kg/t Lipofeed® (T4). The evaluated parameters were body weight per bird, feed intake per bird, egg quality, and laying intensity. A completely randomized design was used, and statistical analysis was performed using the Kruskal–Wallis test and Wilcoxon pairwise comparisons with JMP® Student Edition 18. Results showed that Lipofeed® inclusion at different levels did not generate differences in body weight; however, significant differences in feed intake were observed in all weeks of the study, with T3 (2 kg/t Lipofeed®) showing the highest intake. Differences in egg quality were found in week 3, mainly in albumen height, Haugh units, and shell thickness, while in week 6 differences were observed in egg weight and yolk color. Laying intensity differed only in week 2, with the highest value in T3 (2 kg/t Lipofeed®). Overall, the inclusion of Lipofeed® at moderate levels improved productive and egg quality parameters without negatively affecting hen performance.

*Keywords:* Gluconeogenic substrates, laying hens, Lipofeed®, nutrition.

## Introducción

La producción avícola, en especial las gallinas ponedoras, representa un pilar clave en la seguridad alimentaria global (Ortiz Peñaranda, 2021). Dada la importancia del huevo como fuente primordial de proteína de alta calidad, su producción desempeña un papel estratégico en la seguridad alimentaria al garantizar el acceso de nutrientes esenciales para amplios sectores de la población, especialmente en contextos de vulnerabilidad nutricional. Según HelgiLibrary (2024), el consumo total de huevos en Honduras se mantuvo estable en torno a las 40–41 mil toneladas métricas entre los años 2001 y 2021.

La avicultura principalmente es la mayor productora de aves de corral y huevos para poder responder a la demanda de los consumidores nacionales, según Secretaria de Agricultura y Ganadería (2020), la adición de grasa en las dietas, además de aportar energía, mejora la absorción de vitaminas liposolubles, y disminuye la segregación del alimento, aumenta la palatabilidad y la eficiencia de utilización de la energía consumida. Además, la adición de grasa reduce la velocidad de tránsito del alimento en el tracto gastrointestinal, lo que permite una mejor absorción de todos los nutrientes presentes en la dieta (Baião y Lara, 2005). Los lípidos se utilizan con mucha frecuencia para la elaboración de alimento para aves debido a su alto contenido calórico.

Las aves principalmente consumen alimento para satisfacer sus necesidades energéticas, por lo tanto, si una ración es muy baja en energía las aves consumirán mayor cantidad de alimento para tratar de llenar sus necesidades energéticas, pero si el contenido energético de la dieta es bajo, la proteína será utilizada en gran parte como energía en lugar de utilizarla para la síntesis de tejidos (Lopez y Leeson, 2008). Es decir, la energía se considera como el combustible del cuerpo del animal expresado en calorías. Según Ravindran et al. (2016), los lípidos ayudan a disminuir la cantidad de carbohidratos y otros ingredientes energéticos que se requieren en la dieta. Además, se ha demostrado un efecto positivo en la eficiencia de las aves, lo que mejora los resultados de producción en las granjas avícolas. Por lo tanto, esto ha llevado a la búsqueda de alternativas nutricionales que permitan mejorar la utilización energética de las dietas. Todos los ingredientes colaboran con energía,

pero las grasas son consideradas como el ingrediente con el aporte más concentrado. La importancia de las grasas y aceites también está dada por la contribución de ácidos grasos esenciales o en la fabricación de alimentos. Como indica Biovet S.A. (2020), la desventaja del uso de los aceites líquidos radica en la calidad de la materia prima y la fluctuación de los precios por tonelada. Por otra parte, trae como consecuencia un menor aporte energético, peróxidos que afectan la salud intestinal, dificultad en el manejo dentro de las plantas de alimentos y almacenamiento. Por esta razón, se han implementado alternativas funcionales como el Lipofeed®, un aditivo de origen vegetal con propiedades emulsionantes que mejoran la biodisponibilidad energética de las dietas.

En este contexto, las grasas vegetales se utilizan ampliamente como fuentes de energía, aunque su digestibilidad puede ser limitada en aves adultas. El Lipofeed® actúa como un emulsionante natural que promueve la digestión y absorción de lípidos, especialmente en dietas que incluyen este tipo de grasa. Por otra parte, el suplemento energético Lipofeed®, desarrollado a partir de sustratos gluconeogénicos ha sido evaluado como una alternativa biotecnológica para sustituir parcial o totalmente las grasas convencionales. Según Medeles (2019), los sustratos gluconeogénicos como es el caso del Lipofeed®, compuesto por propionatos, lactatos, glicoles y aminoácidos glucoformadores, que proveen energía mediante rutas metabólicas que el cuerpo tiene de forma intrínseca dentro del funcionamiento de los organismos. La gluconeogénesis, que es el proceso mediante el cual se sintetiza glucosa a partir de precursores no glucídicos, permite cubrir las necesidades energéticas del ave, especialmente durante fases de alta demanda como la postura (Richards, 2003). Esto permite suponer que Lipofeed® fue metabolizado de manera eficiente, sin necesidad de que las aves aumentaran o redujeran su consumo para compensar deficiencias energéticas. El mecanismo de acción del suplemento energético Lipofeed® se basa en su capacidad para estimular la gluconeogénesis a través de rutas metabólicas como el ciclo de Krebs, promoviendo una mayor producción de ATP y facilitando la eficiencia energética de la dieta. En una investigación realizada por Wang et al. (2024) se ha demostrado que su inclusión en dietas para aves genera una mejora en la conversión alimenticia, lo que se asocia a un mayor aprovechamiento de los sustratos gluconeogénicos presentes en su

formulación, como glucosa-6-fosfato, ATP, acetil-CoA y CO<sub>2</sub>. Estos compuestos permiten que Lipofeed® actúe como una fuente energética eficiente, sustituyendo parcial o totalmente las grasas vegetales convencionales.

El objetivo del estudio fue evaluar tres niveles de inclusión de Lipofeed® en dietas para gallinas ponedoras Dekalb White® de 60 semanas de edad en parámetros productivos y calidad de huevo.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del Estudio**

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola (CIEA) de la Universidad Zamorano durante los meses de mayo a julio de 2025. El CIEA está localizado en el Valle del Yegüare, a 30 km de Tegucigalpa-Danlí en el municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio de 26 °C y una precipitación anual promedio de 1100 mm. El experimento tuvo una duración de seis semanas.

El Cuadro 1, muestra los ingredientes y aportes nutriciones utilizados en la evaluación de parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas ponedoras de 60 semanas de edad con tres niveles de inclusión de Lipofeed® que se incluyeron “on top”.

**Cuadro 1**

*Ingredientes y aportes nutricionales utilizados en la evaluación de parámetros productivos y calidad de huevo en gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas de edad con tres niveles de inclusión de Lipofeed®*

Ingredientes	Control	Control +1 kg/t Lipofeed®	Control +2 kg/t Lipofeed®	Control +2,7 kg/t Lipofeed®
Harina de maíz	57.085	57.085	57.085	60.772
Aceite de palma africana	3.500	3.500	3.500	0.000
Lipofeed®	0.000	0.1	0.2	0.27
Harina de soya	26.000	26.000	26.000	25.500
Carbonato de calcio	10.800	10.800	10.800	10.800
Biofos	1.500	1.500	1.500	1.500
Prebiótico	0.050	0.050	0.050	0.050
L-lisina	0.060	0.060	0.060	0.060
L-triptófano	0.025	0.025	0.025	0.028
DL-metionina	0.280	0.280	0.280	0.280
Treonina	0.000	0.000	0.000	0.040
Secuestrante de Micotoxinas	0.090	0.090	0.090	0.090
Sal común	0.360	0.360	0.360	0.360
Premezcla de vitaminas y minerales <sup>1</sup>	0.250	0.250	0.250	0.250
Costo total/t US\$	503.45	505.94	508.44	510.21
<i>Aportes nutricionales</i>				
MS, %	90.000	90.000	90.000	90.000
PC, %	17.000	17.000	17.000	17.000
EM, Kcal/kg	2900	2900	2900	2900
Fibra, %	2.900	2.900	2.900	2.950
Ca, %	4.500	4.500	4.500	4.500
P, %	0.420	0.420	0.420	0.420
Lisina, %	0.940	0.940	0.940	0.940
Metionina + cistina, %	0.830	0.830	0.830	0.830
Treonina, %	0.640	0.640	0.640	0.640
Triptófano, %	0.220	0.220	0.220	0.220

*Nota.* La composición de la premezcla de vitaminas y minerales se encuentra en el Anexo A.

**Diseño Experimental**

Para la investigación, se utilizaron un total de 280 gallinas ponedoras Dekalb® White, distribuidas en 40 jaulas con siete aves cada una. Se emplearon cuatro tratamientos, cada tratamiento con cinco repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales, utilizando como unidad experimental dos jaulas (14 aves). La dieta control la cual se formuló para satisfacer los requerimientos nutricionales de gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas. Las gallinas se alojaron en jaulas de batería (61 × 54 × 36 cm) con bebederos tipo niple y comederos de canal, el agua se suministró *ad libitum*. El programa de iluminación dentro del galpón fue de 16:8 h.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: (Control)

T2: (Control) + Lipofeed (1 kg/t)

T3: (Control) + Lipofeed (2 kg/t)

T4: (Control) + Lipofeed (2.7 kg/t)

### **Variables Evaluadas**

#### ***Peso Vivo/Ave (kg)***

Se tomó el peso de las 14 aves por cada unidad experimental, el total se lo dividió para esas 14 aves y sacó un promedio por unidad experimental de los cuatro tratamientos, este pesaje se realizó en la semana 1, semana 3 y semana 6 del experimento.

#### ***Consumo de Alimento/Ave (g/día)***

El consumo de alimento se obtuvo por el método de oferta y rechazo. Todos los días se ofrecieron 110 g/ave.

#### ***Intensidad de Puesta (%IP)***

Todos los huevos se cosecharon manualmente al día. Se asumió un huevo/día/ave alojada como el 100%. Además, se registró el número de huevos y el peso del huevo durante las semanas del experimento.

#### **Análisis de Calidad de Huevo**

Se seleccionaron 20 huevos al azar de cada tratamiento y se trasladaron al laboratorio de calidad de huevos del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Universidad Zamorano, para realizar el análisis de calidad el mismo día de la cosecha. Se utilizó el software Eggware® v4x y un analizador automático TSS EggQuality® (York, Inglaterra).

El peso del huevo se midió utilizando una balanza digital OHAUS® (Nueva Jersey, EE. UU.), con una precisión de  $\pm 0.1$  g. Para medir el grosor de la cascara (polo medio) se midió con un micrómetro Mitutoyo® (Tokio, Japón) con precisión de  $\pm 0.001$  mm. Para la calidad interna, se midió la altura del albumen mediante un indicador de albumen QHC® con una precisión  $\pm 0.01$  mm. Las unidades Haugh

se calcularon con microprocesador QCM+® (York, Inglaterra), teniendo en cuenta el peso del huevo y la altura del albumen. El color de la yema se evaluó mediante un colorímetro electrónico QCC® (York, Inglaterra).

#### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Los datos se procesaron en un programa estadístico JMP® Student Edition 18, a través de la prueba Kruskal-Wallis con la separación de medias Wilcoxon. El valor de la probabilidad ( $P \leq 0.05$ ).

## Resultados y Discusión

El Cuadro 2, muestra el efecto de diferentes niveles de inclusión del suplemento energético Lipofeed® sobre el peso vivo de gallinas ponedoras de 60 semanas de la línea genética Dekalb® White, en donde no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ).

### Cuadro 2

*Efecto de la inclusión de Lipofeed® sobre el peso vivo/ave (kg) en gallinas ponedoras Dekalb® White de 60 semanas edad*

Tratamientos	Semanas		
	1	3	6
T1 Control	1.65	1.68	1.72
T2 Control + 1 kg/t Lipofeed®	1.66	1.68	1.71
T3 Control + 2 kg/t Lipofeed®	1.58	1.66	1.69
T4 Control + 2.7 kg/t Lipofeed®	1.71	1.65	1.67
EE±	0.03	0.01	0.02
Valor P	0.1315	0.2888	0.2882

Durante las seis semanas de la investigación, no se observaron diferencias entre los tratamientos experimentales. Estos resultados indican que la suplementación con Lipofeed® no alteró negativamente la condición corporal de las aves. El comportamiento observado es coherente con los principios del metabolismo energético en aves, donde el uso de sustratos glucogénicos como el propilenglicol y sales de ácido propiónico (ingredientes principales del Lipofeed®) favorece la formación de glucosa por vías gluconeogénicas sin inducir acumulaciones excesivas de grasa corporal (Waldroup y Bowen, 1968).

En una investigación realizada en ponedoras alimentadas con sustratos gluconeogénicos ha mostrado que este tipo de aditivos energéticos no generan diferencias significativas en el peso corporal, aunque sí pueden mejorar otros parámetros fisiológicos como el equilibrio calórico, el estado hepático y la respuesta frente al estrés (Saleh et al., 2018).

En otra investigación realizada por Vera (2022), en donde se evaluaron dos sustratos gluconeogénicos con 400 gallinas Lohmann Brown no encontraron diferencias en la variable de peso vivo. Esto puede atribuirse a que las aves dirigen gran parte de los nutrientes suministrados en el

alimento hacia la producción de huevos (Zhang y Coon, 1994). Por otra parte, en otra investigación realizada por Jensen y Chang (1975), en donde emplearon propionato de calcio desde 0.1% hasta 0.8% en gallinas Leghorn blancas de 52 semanas de edad, no encontraron diferencias en los parámetros productivos. Estos resultados, coinciden con lo encontrado en este estudio ya que se puede observar que no hay diferencias estadísticas en la variable de peso vivo.

En otra investigación realizada por Tomaszewska et al. (2020), en donde evaluó la inclusión gluconeogénico alfa – cetoglutarato (AKG) al 0.1%, en gallinas ponedoras Hy-Line® Brown de 30 semanas de edad, tampoco encontraron diferencias significativas en el parámetro de peso vivo. El AKG participa en el ciclo de Krebs y en rutas gluconeogénicas, apoyando la producción de energía celular sin alterar de forma sustancial el equilibrio calórico de la dieta, es decir en las aves el metabolismo se enfoca en sostener funciones fisiológicas como la producción de huevo y el mantenimiento homeostático, más que en la ganancia de masa corporal (Moran, 2007).

A pesar de que los tratamientos con inclusión de Lipofeed® no mostraron diferencias frente al tratamiento control, una posible explicación puede ser debido a la capacidad metabólica de las aves de utilizar eficientemente fuentes energéticas alternativas mediante rutas gluconeogénicas, lo cual permite mantener un equilibrio energético sin afectar parámetros productivos zootécnicos (Richards, 2003; Macelline et al., 2022). Además, la inclusión de estos sustratos gluconeogénicos permite reducir la inclusión de niveles de aceite en la dieta para gallinas ponedoras, lo cual pueden ser una alternativa viable con menor dependencia de los aceites convencionales usados comúnmente en la industria avícola (Whitehead, 2002).

En el Cuadro 3, se muestra el efecto del Lipofeed® en el consumo de alimento/ave (g) de gallinas ponedoras de la línea genética Dekalb® White de 60 semanas de edad en donde se observaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en todas las semanas del estudio.

**Cuadro 3**

*Efecto de la inclusión de Lipofeed® sobre el consumo de alimento/ave (g) en gallinas ponedoras*

*Dekalb® White de 60 semanas edad*

Tratamientos	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
T1 Control	105.36 <sup>a</sup>	106.19 <sup>a</sup>	107.88 <sup>a</sup>	108.56 <sup>a</sup>	107.61 <sup>a</sup>	107.04 <sup>a</sup>
T2 Control + 1 kg/t Lipofeed®	105.03 <sup>a</sup>	106.94 <sup>a</sup>	108.16 <sup>a</sup>	108.59 <sup>a</sup>	108.34 <sup>a</sup>	107.25 <sup>a</sup>
T3 Control + 2 kg/t Lipofeed®	108.14 <sup>b</sup>	108.79 <sup>b</sup>	109.86 <sup>b</sup>	109.77 <sup>b</sup>	109.38 <sup>b</sup>	107.82 <sup>a</sup>
T4 Control + 2.7 kg/t Lipofeed®	105.42 <sup>a</sup>	108.79 <sup>b</sup>	108.95 <sup>a</sup>	109.87 <sup>b</sup>	109.21 <sup>b</sup>	109.09 <sup>b</sup>
EE±	0.82	0.52	0.40	0.34	0.50	0.70
Valor P	0.0077	0.0019	0.0029	0.0045	0.0295	0.0271

Nota. Letras indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ )

En términos fisiológicos, las ponedoras regulan su consumo de alimento en función de la densidad energética de la dieta ingiriendo más cuando la energía está presente en menor cantidad, y menos cuando la energía es más concentrada para mantener una ingesta calórica constante (Martinez, 1977). Estos resultados demuestran lo contrario a lo obtenido por Linares et al. (2025), en donde evaluaron la inclusión de sustratos de gluconeogénicos a base propionato de calcio y propelinglicol en gallinas Bovans® White donde no se encontraron diferencias en el parámetro productivo de consumo de alimento. Además, sobre el uso de Lipofeed® en ponedoras indican que este aditivo puede sustituir hasta 10 kg de grasa o aceite líquido por cada kilogramo de producto, sin comprometer el desempeño productivo ni el consumo de alimento (Mendoza, 2018).

Cuando las aves son alimentadas con una dieta energética equilibrada, logran satisfacer sus necesidades de energía con una menor cantidad de alimento. Esto les permite aprovechar de manera más eficiente los nutrientes; consecuentemente, mejora el rendimiento alimenticio y reduce la cantidad de comida que necesitan para mantenerse en producción sin comprometer el estatus sanitario (Saldaña et al., 2016).

Por otra parte, de acuerdo con el manual de manejo de la línea Dekalb White (2022) indica que una gallina necesita en promedio alrededor de 108 y 109 g de alimento diario para sostener altas tasas de postura hasta las 100 semanas de edad, estos valores concuerdan con lo obtenido en este estudio ya que se pueden observar valores similares. Este consumo podría asegurar el aprovechamiento de la glucosa y otros nutrientes indispensables para procesos fisiológicos

demandantes como la producción de huevos. También, un estudio realizado por Jensen y Chang (1975), con inclusión de propionato de calcio 0.1-0.8% no presentó diferencias en consumo de alimento. Este estudio refuerza que el uso de fuentes energéticas más frías como Lipofeed® puede ayudar a mantener el consumo de alimento y la producción en ambientes tropicales, donde típicamente las ponedoras reducen la ingesta para aliviarse del calor (López, 2010).

El Cuadro 4, muestra el efecto de la suplementación con Lipofeed® en diferentes concentraciones sobre la intensidad de puesta de gallinas ponedoras Dekalb® White durante seis semanas donde se obtuvieron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en la semana 2.

#### Cuadro 4

*Efecto de la inclusión Lipofeed® en el parámetro de intensidad de puesta de gallinas ponedoras*

*Dekalb® White de 60 semanas de edad*

Tratamientos	Semanas					
	1	2	3	4	5	6
T1 Control	95.30	93.27 <sup>b</sup>	94.28	93.06	96.53	95.51
T2 Control + 1 kg/t Lipofeed®	96.12	94.29 <sup>b</sup>	94.68	97.32	96.68	95.03
T3 Control + 2 kg/t Lipofeed®	94.28	98.16 <sup>a</sup>	97.95	96.12	97.75	95.51
T4 Control + 2.7 kg/t Lipofeed®	92.24	93.87 <sup>b</sup>	97.55	96.12	96.12	94.89
EE±	1.87	0.78	1.28	1.38	0.35	1.16
Valor P	0.3674	0.0007	0.1316	0.2007	0.8297	0.9529

*Nota.* Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ).

En general, todos los tratamientos mantuvieron una intensidad de puesta superior al 92%, lo cual refleja un buen desempeño, como nos indica el manual de manejo de la línea Dekalb® White (2022). Asimismo, indica que el porcentaje de postura de una gallina durante las semanas 60 a la 66, debe de estar en un promedio (90.41%), según los datos obtenidos en la investigación el porcentaje de postura está por encima de lo que indica la guía de manejo, indicando que Lipofeed® mejoró favorablemente el porcentaje de postura en la semana 2. Entre los tratamientos el T3 (2 kg/t de Lipofeed®) obtuvo el valor más alto de intensidad de puesta (98.16%), superando al grupo control (93.27%) y al T4 (2.7 kg/t Lipofeed®) (93.87%)

Estos hallazgos coinciden con los resultados obtenidos por Duarte et al. (2014), quienes evaluaron inclusión de glicerina cruda mixta (GCM) en dietas de ponedoras Hy-Line® W36 y reportaron incremento en la eficiencia de postura. Así mismo, Cea Navas et al. (2024) demostraron que la

inclusión de glicerol crudo (un sustrato gluconeogénico) a 3% en dietas de gallinas ponedoras Bovans® White de 38 semanas de edad, mejora significativamente el porcentaje de postura. Caso contrario a lo que demostró Maguregui (2023), en su estudio donde evaluó el efecto de una combinación de compuestos gluconeogénicos y fitogénicos, en gallinas Lohmann Brown de 26 semanas de edad, en donde no presentó diferencias pero se mantuvo el parámetro productivo de índice de puesta similar al tratamiento control.

La variabilidad de los resultados, se puede explicar debido a que el incluir un producto en la dieta como el propionato de calcio y el 1,2 propanodiol, estimula temporalmente la absorción o metabolismo del calcio, generando un mayor índice de postura (Song et al., 2022). La ausencia de diferencias en las semanas siguientes se puede atribuir a una adaptación metabólica por parte de las aves, sin observar impactos negativos en los parámetros de producción (Dahiya et al., 2016).

En el Cuadro 5, se presenta la inclusión de Lipofeed® en la dieta de gallinas Dekalb® White en la semana 3 y semana 6 donde se observan diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en algunos de los parámetros productivos evaluados en calidad de huevo.

**Cuadro 5**

*Efecto de la inclusión de Lipofeed® sobre el parámetros de calidad de huevo en gallinas ponedoras*

*Dekalb® White de 60 semanas edad*

Tratamiento	Peso de Huevo (g)	Altura de Albumen (mm)	Unidades Haugh (UH)	Color de Yema (CY)	Grosor de Cáscara (mm)
Semana 3					
T1 Control	65.38	10.24 <sup>a</sup>	99.08 <sup>ab</sup>	3.90 <sup>a</sup>	0.33 <sup>a</sup>
T2 Control + 1 kg/t Lipofeed®	65.89	10.26 <sup>a</sup>	99.16 <sup>a</sup>	3.75 <sup>ab</sup>	0.37 <sup>b</sup>
T3 Control + 2 kg/t Lipofeed®	66.20	10.30 <sup>a</sup>	99.27 <sup>a</sup>	3.75 <sup>ab</sup>	0.36 <sup>b</sup>
T4 Control + 2.7 kg/t Lipofeed®	65.00	9.8 <sup>b</sup>	97.19 <sup>b</sup>	3.60 <sup>b</sup>	0.32 <sup>c</sup>
EE±	0.51	0.15	0.63	0.10	0.01
Valor P	0.2677	0.0279	0.0274	0.0319	≤0.0001
Semana 6					
T1 Control	67.08 <sup>a</sup>	10.05	97.93	3.6 <sup>a</sup>	0.37
T2 Control + 1 kg/t Lipofeed®	66.70 <sup>ab</sup>	10.43	99.78	3.55 <sup>a</sup>	0.36
T3 Control + 2 kg/t Lipofeed®	66.72 <sup>ab</sup>	10.3	99.19	3.60 <sup>a</sup>	0.37
T4 Control + 2.7 kg/t Lipofeed®	65.83 <sup>b</sup>	10.35	99.61	3.10 <sup>b</sup>	0.37
EE±	0.34	0.10	0.46	0.11	0.01
Valor P	0.0053	0.1678	0.1308	0.0067	0.6401

*Nota.* Letras diferentes indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ).

Referente a la variable de peso del huevo durante la semana 3 no mostró diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, con respecto a la altura del albumen el tratamiento control y con inclusión de Lipofeed® (1 y 2 kg/t, respectivamente) mostraron similitud entre los tratamientos evaluados, siendo diferente del tratamiento con 2.7 kg/t ( $P \leq 0.05$ ), lo cual se traduce en una mejora en la calidad interna del huevo. Estos resultados coinciden con lo descrito por Roberts (2004), quien indica que la altura del albumen es uno de los principales indicadores de frescura y calidad funcional del huevo, influenciado directamente por el balance proteico y energético de la dieta. Por otro lado, las unidades Haugh (UH) mostraron diferencias, donde los tratamientos T2 (1 kg/t Lipofeed®) y T3 (2 kg/t Lipofeed®) alcanzaron valores de 99.16 y 99.27 UH, respectivamente, mientras que T4 (2.7 kg/t Lipofeed®) presentó el valor más bajo (97.19 UH). Estas diferencias podrían atribuirse a que una inclusión elevada de Lipofeed® excede el umbral de eficiencia metabólica, lo que puede alterar el metabolismo del nitrógeno y generar

un estrés fisiológico leve, reduciendo la retención de proteínas solubles en el albumen (Thi Dao y Swick, 2018).

Respecto al color de yema presentó diferencias, se observó una reducción en el tratamiento T4 (2.7 kg/t Lipofeed®) (3.60), frente a los valores del grupo control (3.90) y el resto de los tratamientos. Esta disminución podría estar relacionada con un efecto de dilución de carotenoides, ya que una mayor inclusión de Lipofeed® puede desplazar ingredientes pigmentantes o interferir con la absorción de lípidos portadores de xantofilas (Nimalaratne et al., 2016).

En el grosor de la cáscara, se evidenció un efecto positivo de las dosis moderadas de Lipofeed®, T2 (1 kg/t Lipofeed®) y T3 (2 kg/t Lipofeed®) mostraron valores de 0.37 y 0.36 mm, siendo superiores al control (0.33 mm) y al tratamiento T4 (2.7 kg/t Lipofeed®) (0.32 mm). Este comportamiento sugiere que las dosis intermedias de Lipofeed® favorecen una mejor absorción de calcio y retención intestinal, posiblemente debido al efecto emulsionante del aditivo sobre la biodisponibilidad de minerales (Karpeggiane de Oliveira et al., 2023). Esto es relevante, ya que el grosor de la cáscara está directamente vinculado con la resistencia mecánica del huevo y su vida útil comercial.

En semana 6 con respecto al peso del huevo mostró diferencias, siendo mayor en el tratamiento control (67.08 g) y menor en el tratamiento T4 (2.7 kg/t de Lipofeed®) (65.83 g). Esto sugiere que dosis altas del aditivo podrían estar afectando negativamente la retención de energía y nutrientes necesarios para una adecuada formación del huevo. Esto se debe a que el exceso de emulsificantes puede saturar los mecanismos de absorción intestinal de lípidos y micronutrientes, lo que podría alterar la eficiencia energética de la dieta (Shahid et al., 2021). Además, una menor disponibilidad de energía puede comprometer la síntesis de componentes del huevo, como el vitelo y albúmina.

No se observaron diferencias entre tratamientos en altura de albumen ni unidades Haugh. Esto indica que, tras seis semanas de exposición, las aves podrían haber desarrollado una adaptación fisiológica al uso de Lipofeed®. Es probable que las aves regularan su metabolismo de proteínas, lo cual permitió mantener la calidad interna del huevo a pesar de las diferencias iniciales en semana 3. Este

efecto compensatorio ha sido documentado en una investigación donde la inclusión de emulsificantes genera ajustes metabólicos a largo plazo (Haq, 2024).

Se observaron diferencias entre los tratamientos en ambas semanas en la variable de color de yema. Esto puede deberse a que la absorción de pigmentos como xantofilas y carotenoides no fue completamente alterada a largo plazo, o que los niveles de pigmentación en la dieta fueron suficientes para mantener un color uniforme (Kojima et al., 2022).

Por consiguiente, en la semana 6 no se observaron diferencias en el grosor de la cáscara entre tratamientos. Esto contrasta con los resultados de la semana 3, donde se evidenciaron efectos positivos en los tratamientos con T2 (1 kg/t Lipofeed®) y T3 (2 kg/t Lipofeed®). Una posible explicación es que los mecanismos fisiológicos para el depósito de calcio se estabilizaron, o bien, que la dieta basal contenía suficiente calcio disponible para compensar las diferencias iniciales.

### **Conclusiones**

La inclusión de Lipofeed® en gallinas ponedoras Dekalb® White no afectó el parámetro productivo de intensidad de puesta.

La inclusión de Lipofeed® en gallinas ponedoras Dekalb® White no mejoró el parámetro productivo de calidad de huevo.

### **Recomendaciones**

Se sugiere incluir Lipofeed® a un nivel de 2 kg/t en dietas para gallinas ponedoras Dekalb® White para sustituir grasas convencionales sin afectar parámetros de producción y calidad de huevo.

Evaluar la inclusión de aceites líquidos para mejorar el perfil energético de Lipofeed®.

Realizar un análisis de costos entre las dietas con relación a la producción de huevos y consumo de alimento.

## Referencias

- Baião, N. C. y Lara, L. J. (2005). Oil and fat in broiler nutrition. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7(3), 129–141. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000300001>
- Biovet S.A. (2020). *Formulation and variability of raw materials in feed*. [https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/formulation-and-variability-of-raw-materials-in-feed/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/formulation-and-variability-of-raw-materials-in-feed/?utm_source=chatgpt.com)
- Cea Navas, N. C., Blanco Narváez, O. D. y Pérez García, L. M. (2024). *Estudio del efecto de aditivos nutricionales en el rendimiento productivo de gallinas ponedoras en la Granja avícola GAPOSA del municipio de Nagarote*. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/10071/1/254407.pdf>
- Dahiya, R., Berwal, R. S., Sihag, S., Patil, C. S. y Lalit (2016). The effect of dietary supplementation of salts of organic acid on production performance of laying hens. *Veterinary World*, 9(12), 1478–1484. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.1478-1484>
- DEKALB-WHITE-PRODUCT-GUIDE-1. (2022).
- Duarte, C. R., Murakami, A. E., Boso, K. M., Eyng, C., Ospina-Rojas, I. C. y Matumoto-Pintro, P. T. (2014). Mixed crude glycerin in laying hen diets: live performance and egg quality and fatty acid profile. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16(4), 351–358. <https://doi.org/10.1590/1516-635x1604351-358>
- Haq, S. U. (2024). *Impact of Emulsifier Supplementation with Varying Levels of Metabolizable Energy on Production Performance, Egg Quality and Blood Parameters of Commercial Layers*. [https://researcherslinks.com/uploads/articles/1726132813\\_PJZ\\_MH20231218122123-R2\\_Haq%20et%20al.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://researcherslinks.com/uploads/articles/1726132813_PJZ_MH20231218122123-R2_Haq%20et%20al.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- HelgiLibrary. (2024). *Egg Consumption (Total) rose 0% to 42.0 kt in Honduras in 2021*. <https://www.helgilibrary.com/charts/egg-consumption-total-rose-0-to-420-kt-in-honduras-in-2021>
- Jensen, L. S. y Chang, C. H. (1975). Effect of Calcium Propionate on Performance of Laying Hens.
- Karpeggiane de Oliveira, M. J., Geraldo, A., Ramos Lemke, S., Kaique Valentim, J., Fassani, É., Barbosa Ferreira De Carvalho, J., Alvarenga Miranda, D. y Aparecida Silva, E. (2023). Emulsifiers in diets with energy reduction for laying hens. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 45. <https://www.redalyc.org/journal/3031/303175504008/html/>
- Kojima, S., Koizumi, S., Kawami, Y., Shigeta, Y. y Osawa, A. (2022). *Effect of Dietary Carotenoid on Egg Yolk Color and Singlet Oxygen Quenching Activity of Laying Hens*. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9039152/>
- Linares, I., Martinez, B. F., Posadas, ElizabethLinares, Ines y Posadas, ElizabethInes Linares, Benjamin Fuente Martinez, Elizabeth Posadas. (2025). *Sustratos gluconeogénicos, fuente energética en*

*gallinas ponedoras*. [www.engormix.com](http://www.engormix.com). [https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-ponedoras/respuesta-productiva-gallina-postura\\_a40649/](https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-ponedoras/respuesta-productiva-gallina-postura_a40649/)

Lopez, G. y Leeson, S. (2008). *Review: Energy partitioning in broiler chickens*.

López, G. (2010). *Manejo de la alimentación de ponedoras en clima caliente y su relación con el crecimiento, la producción y calidad del cascarrón*. [https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-ponedoras/manejo-alimentacion-ponedoras-clima\\_a28585/](https://www.engormix.com/avicultura/nutricion-ponedoras/manejo-alimentacion-ponedoras-clima_a28585/)

Maguregui, E. (2023). *Evaluación del uso de compuestos gluconeogénicos y fitogénicos como fuente alternativa de energía en dietas de avicultura*. [https://nutriform.net/wp-content/uploads/2024/02/Ekaitz-Maguregui.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://nutriform.net/wp-content/uploads/2024/02/Ekaitz-Maguregui.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Martinez, G. (1977). Restricción energética en ponedoras por consumo de alimento o composición de la dieta. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/594/Ver\\_Documento\\_594.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/594/Ver_Documento_594.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Medeles, R. (s.f.). *lipofeed-ficha-tecnica-en: Energy Supplement for Animal Nutrition*. [https://www.prepec.com.mx/lipofeed-ficha-tecnica-en.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.prepec.com.mx/lipofeed-ficha-tecnica-en.pdf?utm_source=chatgpt.com)

Mendoza, J. A. (2018). *Inclusión de Lipofeed® como fuente de energía en dieta de cerdas gestantes y lactantes*. [https://www.researchgate.net/publication/337855157\\_Inclusion\\_de\\_Lipofeed\\_R\\_como\\_fuente\\_de\\_energia\\_en\\_dieta\\_de\\_cerdas\\_gestantes\\_y\\_lactantes](https://www.researchgate.net/publication/337855157_Inclusion_de_Lipofeed_R_como_fuente_de_energia_en_dieta_de_cerdas_gestantes_y_lactantes)  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17484.56966>

Moran, E. T. (2007). Nutrition of the Developing Embryo and Hatchling1. *Poultry Science*, 86(5), 1043–1049.

Nimalaratne, C., Schieber, A. y Wu, J. (2016). Effects of storage and cooking on the antioxidant capacity of laying hen eggs. *Food Chemistry*, 194, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.116>

Ortiz Peñaranda, L. M. (2021). *Impacto De La Gestión De La Inocuidad En La Industria Avícola En Colombia Bajo El Enfoque One Health Y Su Relación Con La Prevención De La Transgresión De Los Límites Planetarios En 6 Sistemas Productivos: Agricultura Familiar, Orgánica, Convencional De Baja, Media Y Alta Intensidad Y De Pastoreo [Tesis]*. Universidad para la Cooperación Internacional, Costa Rica. <https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/b47b25de1ae2ce1d623d137b91d39e42.pdf>

Ravindran, V., Tancharoenrat, P., Zaefarian, F. y Ravindran, G. (2016). Fats in poultry nutrition: Digestive physiology and factors influencing their utilisation. *Animal Feed Science and Technology*, 213, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.01.012>

- Richards, M. P. (2003). Genetic regulation of feed intake and energy balance in poultry. *Poultry Science*, 82(6), 907–916. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.907>
- Roberts, J. R. (2004). *Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens*.
- Saldaña, B., Gewehr, C. E., Guzmán, P., García, J. y Mateos, G. G. (2016). Influence of feed form and energy concentration of the rearing phase diets on productivity, digestive tract development and body measurements of brown-egg laying hens fed diets varying in energy concentration from 17 to 46 wk of age. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 87–100. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.08.025>
- Saleh, A. A., El-Far, A. H., Abdel-Latif, M. A., Emam, M. A., Ghanem, R. y Abd El-Hamid, H. S. (2018). Exogenous dietary enzyme formulations improve growth performance of broiler chickens fed a low-energy diet targeting the intestinal nutrient transporter genes. *PLoS One*, 13(5), 0198085. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198085>
- Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2020). *Avícola: Análisis de coyuntura*. <https://www.ueg.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2021/07/AC-AVI%CC%81COLA-V20.2.pdf>
- Shahid, I., Sharif, M., Yousaf, M., Ahmad, F., Virk, Bilal, M. Q., Anwar, U., Ali, A., Hussain, M., Chishti, M. F. y Rahman, M. A. (2021). Effect of Exogenous Emulsifier (Lyso-Phospholipid) Supplementation in the Broiler Diet, on the Feed Intake and Growth Performance During Grower Phase. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 23(1), 001008. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1354>
- Song, M., Jiao, H., Zhao, J., Wang, X., Li, H., Wang, P., Ma, B., Sun, S. y Lin, H. (2022). Dietary Supplementation of Calcium Propionate and Calcium Butyrate Improves Eggshell Quality of Laying Hens in the Late Phase of Production. *The Journal of Poultry Science*, 59(1), 64–74. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0200127>
- Thi Dao, H. y Swick, R. (2018). *Nutritional factors affecting egg production and eggshell quality in laying hens*. [https://www.researchgate.net/publication/327201974\\_Nutritional\\_factors\\_affecting\\_egg\\_production\\_and\\_eggshell\\_quality\\_in\\_laying\\_hens](https://www.researchgate.net/publication/327201974_Nutritional_factors_affecting_egg_production_and_eggshell_quality_in_laying_hens)
- Tomaszewska, E., Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A., Wojtysiak, D., Dobrowolski, P., Domaradzki, P., Świetlicka, I., Donaldson, J., Hulaś-Stasiak, M. y Muszyński, S. (2020). *Alpha-Ketoglutarate: An Effective Feed Supplement in Improving Bone Metabolism and Muscle Quality of Laying Hens: A Preliminary Study*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [https://www.mdpi.com/2076-2615/10/12/2420?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mdpi.com/2076-2615/10/12/2420?utm_source=chatgpt.com)
- Vera, J. A. d. (2022). *Efecto de la utilización de sustratos glucogénicos, sobre los parámetros productivos de gallinas ponedoras comerciales* [Tesis]. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Ecuador. <https://dspace.esoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/e837796b-6c17-456e-bd36-f5c833d06d11/content>

Waldroup, P. W. y Bowen, T. E. (1968). *Evaluation of propylene glycol as an energy source in broiler diets.*

Whitehead, C. C. (2002). Nutrition and poultry welfare. *World's Poultry Science Journal*, 58(3), 349–356. <https://doi.org/10.1079/WPS20020027>

Zhang, B. y Coon, C. N. (1994). Nutrient Modelling for Laying Hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 3(4), 416–431. <https://doi.org/10.1093/japr/3.4.416>

## Anexo

### Anexo A

#### Composición de Premezcla de Vitaminas y Minerales por kg

Nutriente	Cantidad por kg
Vitamina A	6,600,000 UI
Vitamina E	10,000 UI
Vitamina D3	2,600,000 UI
Vitamina B1	1,000 mg
Vitamina B2	3,600 mg
Vitamina B6	1,800 mg
Ácido Pantoténico	4,600 mg
Vitamina K3	1,300 mg
Vitamina B12	9 mg
Niacina	16,000 mg
Ácido Fólico	180 mg
Manganeso	46,000 mg
Hierro	33,000 mg
Zinc	43,000 mg
Cobre	6,600 mg
Yodo	750 mg
Selenio	150 mg
Cobalto	60 mg
Excipientes C.S.P	1 kg