

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



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación del impacto de la inclusión de Ultraenergy en la  
dieta de aves de postura Dekalb® White e ISA® Brown**

Estudiante

Luis Carlos Fiallos Soto

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, agosto 2024

**Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**JULIO NAVARRO**

Secretario General

## Contenido

Contenido.....	3
Índice de Cuadros .....	4
Índice de Figuras .....	5
Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Ubicación Experimental.....	11
Tratamientos.....	11
Condiciones Experimentales.....	12
Desempeño Productivo.....	13
Clasificación de los Huevos .....	13
Calidad del Huevo .....	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	14
Resultados y Discusión.....	15
Desempeño Productivo.....	15
Clasificación de los Huevos .....	17
Conclusiones .....	26
Recomendaciones.....	27
Referencias.....	28

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales para ambas líneas genéticas (110-118 semanas).....	12
Cuadro 2 Resultados de peso de cinco gallinas por jaula de la línea genética Dekalb® White .....	16
Cuadro 3 Resultados de peso de cinco gallinas por jaula de la línea genética Isa® Brown .....	16
Cuadro 4 Clasificación de huevos de gallinas ponedoras de las líneas genéticas Dekalb® White e Isa® Brown.....	21
Cuadro 5 Resultados de calidad de huevo de gallinas de la línea Dekalb® White e Isa Brown® .....	25

## Índice de Figuras

Figura 1 Comportamiento del peso de las gallinas ponedoras durante el estudio .....	17
Figura 2 Gráfico de comparación de producción de huevos para la línea Isa® Brown recomendada y resultados obtenidos .....	19
Figura 3 Gráfico de comparación de producción de huevos para la línea Isa® Brown recomendada y resultados obtenidos .....	20

## Resumen

El estudio evaluó la inclusión de UltraEnergy, una grasa saponificada y gluconeogénica, en la dieta de gallinas ponedoras Dekalb® White e ISA® Brown, con el objetivo de mejorar la eficiencia productiva sin afectar la calidad del huevo. Se trabajó con 400 aves divididas en cuatro tratamientos, correspondientes a dos dietas (con y sin UltraEnergy) aplicadas a ambas líneas genéticas, distribuidas en un arreglo factorial 2 × 2 bajo el diseño completamente al azar durante ocho semanas. Los resultados mostraron que la inclusión de UltraEnergy al 1.2% no tuvo un efecto significativo en el desempeño general de las gallinas ni en la calidad del huevo en términos de peso, resistencia a la ruptura o grosor de cáscara. Sin embargo, en las gallinas ISA® Brown, la adición de UltraEnergy se asoció con una reducción en la cantidad de huevos sucios y un incremento en la producción de huevos extragrandes. Estos resultados sugieren que la respuesta a la dieta está influenciada principalmente por la línea genética de las aves. Se determinó que UltraEnergy es una alternativa viable para mejorar ciertos parámetros de calidad del huevo, especialmente en la línea ISA® Brown, sin comprometer la producción, resaltando la importancia de considerar la genética al evaluar nuevas formulaciones dietéticas en avicultura.

*Palabras clave:* Ave ponedora, calidad del huevo, dieta balanceada, línea genética.

### **Abstract**

The study evaluated the inclusion of UltraEnergy, a saponified and gluconeogenic fat, in the diet of Dekalb® White and ISA® Brown laying hens, with the aim of improving production efficiency without affecting egg quality. Worked with 400 birds divided into four treatments, corresponding to two diets (with and without UltraEnergy) applied to both genetic lines, distributed in a 2 × 2 factorial arrangement under the completely randomized design for eight weeks. The results showed that the inclusion of UltraEnergy at 1.2% did not have a significant effect on the overall performance of the hens or on egg quality in terms of weight, breaking strength or shell thickness. However, in ISA® Brown hens, the addition of UltraEnergy was associated with a reduction in the number of dirty eggs and an increase in the production of extra-large eggs. These results suggest that the response to the diet is mainly influenced by the genetic line of the birds. UltraEnergy was determined to be a viable alternative to improve certain egg quality parameters, especially in the ISA® Brown line, without compromising production, highlighting the importance of considering genetics when evaluating new dietary formulations in poultry farming.

*Keywords:* Balanced diet, egg quality, genetic line, laying hen.

## Introducción

El sector avícola, se ha convertido en una de las industrias esenciales en la producción de proteína animal de gran aporte nutricional a nivel mundial. La creciente demanda de materias primas para elaboración de dietas ha incrementado exponencialmente en las últimas décadas, llegando al punto de buscar alternativas para su mayor producción. La elaboración de dietas para aves tiene como principal desafío el aumento de precio de los ingredientes alimenticios como el maíz y soya, cuyo incremento viene siendo alrededor del 50%, afectando considerablemente el costo de producción (Salvador, 2021). En la industria avícola se brinda la facilidad de generar diversos experimentos para buscar mejoras en la eficiencia de reducción de costos en la alimentación y maximizar la rentabilidad de la producción.

En la producción del huevo sustentable, busca generar producto de calidad, producido de manera ética y respetuosa con el medio ambiente, que pueda mantenerse en buen estado por un largo periodo de tiempo, preservando su frescura y valor nutritivo. En la actualidad, producir alimentos significa enfrentarse a la tarea de cuidar recursos; asimismo, el ambiente afecta el objetivo de mantener la rentabilidad en la producción. Además, las empresas de genética han influido en el mejoramiento genético para bien en los parámetros productivos, salud y bienestar animal (Cavero, 2012). Gracias a ello, las parvadas logran alcanzar las 100 semanas de edad, con un ciclo de producción de 80 semanas y produciendo alrededor de 500 huevos, logrando un porcentaje de 89.28% de productividad (Ruiz, 2024).

En el sector avícola se muestran diversas opciones de sistemas de alojamiento para producción, denominados: intensiva, semi intensiva y extensiva. De los tres sistemas, el de mayor uso es el del sistema intensivo, por destacar en los altos índices productivos, ya que las aves permanecen en jaulas todo el tiempo. Además, las aves crecen a mayor velocidad y con una alta eficiencia en el índice de conversión alimenticia, facilitando el control y la prevención de enfermedades parasitarias (Cuéllar, 2021).

Aparte de la nutrición y los sistemas de alojamiento, es importante considerar que el manejo del ave ayuda a que se logre alcanzar un óptimo desarrollo físico y productivo. Para lograr estos estándares, se aplica un plan de iluminación, ventilación y control de temperatura, brindando una estimulación eficaz para alcanzar al pico de producción deseado. Estos son temas de suma importancia para mantener un manejo adecuado, asegurando una producción efectiva y mostrar competitividad en el mercado (Conforme y Ortega, 2022) (Parra, 2023).

Por consiguiente, muchos trabajos de investigación se han enfocado en realizar dietas alternativas basadas en fuentes de grasas como el sebo, la manteca o los aceites vegetales. Sin embargo, el incremento de precios de estos ingredientes ha impulsado la búsqueda de alternativas más eficientes y con un valor económico considerable para la explotación en producción. Entre las grasas o aceites más utilizados se encuentran los provenientes de la soya, el girasol, el maíz y la palma, debido a su mayor contenido energético (Chiarle, 2022). Tradicionalmente, en las dietas para gallinas se realizan inclusiones de aceites con aporte de alrededor del 20% de energía, que son ricos en ácidos grasos esenciales. Todas estas grasas tienen algo en común, que es por altísima formación de triglicéridos, este no afecta la calidad de los huevos producidos, a pesar de las diferencias en las fuentes de grasas (Palomar et al., 2021).

La inclusión de Ultraenergy (grasa saponificada + gluconeogénico) en la dieta de gallinas ponedoras puede generar diversos efectos para la producción, la calidad del huevo y la salud en las aves, además en contribuir a la reducción de costos y mejorar la rentabilidad. Esta grasa, contiene sustratos gluconeogénicos, siendo un suplemento energético cuyo enfoque principal es el de satisfacer las necesidades energéticas con fuentes de precursores de glucosa. Realizando una sustitución ventajosa, parcial o total, de las grasas o aceites comerciales vegetal como la soya, el maíz o la palma, así como también de origen animal. Esta grasa saponificada con aporte de sustrato gluconeogénico muestra diferencias muy elevadas en comparación con otros aceites, generando hasta 77.50 Mcal/kg, a diferencia de otros aceites, que oscilaban entre 7.70 y 7.45 Mcal/kg (Orozco,

2009). El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de inclusión de Ultraenergy en las dietas de aves de postura Dekalb® White e Isa® Brown, con respecto a la producción y calidad de los huevos.

## Materiales y Métodos

### Ubicación Experimental

El ensayo se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, km 32 de la carretera Tegucigalpa-Danlí, Honduras. La unidad avícola se encuentra ubicada a 800 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio anual de 1100 mm, y una temperatura promedio de 26 °C.

### Tratamientos

Se experimentó con una cantidad de 400 gallinas ponedoras, con una distribución de 200 gallinas Dekalb® White y 200 gallinas Isa® Brown, evaluando dos tratamientos en ambas líneas genéticas, generando un total de cuatro tratamientos. Las gallinas tenían 110 semanas de edad y fueron expuestas a la evaluación durante ocho semanas, utilizando un diseño completamente al azar. Cada tratamiento contó con 100 gallinas distribuidas en 20 jaulas, implementando cuatro repeticiones por tratamiento, con la cantidad de 25 gallinas por repetición. Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Dieta control × Dekalb® White

T2: Dieta Ultraenergy × Dekalb® White

T3: Dieta control × Isa® Brown

T4: Dieta Ultraenergy × Isa® Brown

Los ingredientes utilizados en las dietas se muestran en el Cuadro 1:

**Cuadro 1***Dietas experimentales para ambas líneas genéticas (110-118 semanas)*

Ingredientes	Control	ULTRAENERGY
Maiz	45.50	46.80
Aceite de Palma	6.50	4.00
Aceite Hidrogenado	0	1.20
DDG	7.00	7.00
Semolina/Arroz	5.00	5.00
Harina/Soya	25.00	25.00
Carbonato Calcio	8.60	8.60
Biofos	1.50	1.50
Biomos	0.05	0.05
Metionina	0.20	0.20
Secuestrante de Micotoxinas	0.05	0.05
Sal Comun	0.35	0.35
Vitamina Gallinas	0.25	0.25
<i>Aportes Nutricionales</i>		
EM (kcal/kg)	3000	3000
Proteína	18.20	18.20
Ca	3.70	3.70
P disponible	0.42	0.42
Lisina	0.92	0.92
Met+Cist	0.78	0.78
Treonina	0.74	0.74
Triptófano	0.20	0.20
Costo/Tonelada Métrica	\$564.36	\$547.35

*Nota.* Los valores son expresados en kg a excepción del costo que está en dólares (\$).

**Condiciones Experimentales**

Durante la investigación, las gallinas no recibieron cuidados preventivos o veterinarios. La distribución fue de cinco gallinas albergadas en jaulas metálicas con una dimensión de 55 × 60 × 35 cm, donde se les suministró agua *ad libitum* a través de dos bebederos automáticos nipples por jaula. Se les ofertó una cantidad de 95 g las Dekalb® White y 105 g a las Isa® Brown de alimento por gallina al día en comederos metálicos lineales. Las gallinas fueron ubicadas en un galpón no tunelizado con iluminación natural de 16 h/día.

### **Desempeño Productivo**

Se llevó a cabo un registro diario de cada tratamiento en base a la producción total de huevos y clasificación. La producción diaria total de huevos de cada tratamiento se recolectó entre las 2:30 a 3:30 p.m., y luego fueron trasladados al cuarto de almacenamiento de huevos para catalogar la cantidad de huevos limpios/sucios y su tamaño. Se realizó un pesaje semanal de las aves albergadas en conjunto, por jaula, y de cada repetición se seleccionó cuatro de cada cinco jaulas, con una balanza de tipo plataforma Mettler Toledo, modelo IND226 con una precisión  $\pm 0.1$  g.

### **Clasificación de los Huevos**

La cosecha de cada tratamiento experimental fue trasladada al cuarto de almacenamiento de huevos del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, para contabilizar la cantidad de huevos limpios/sucios y categorizarlos por tamaño. Se utilizó la máquina Kuhl®, para la clasificación de huevos, que contó con tres divisiones, a cada una de las cuales se le aplicó un rango de peso específico.

Extragrandes: Huevos que pesaban más de 61 g

Grandes: Huevos que pesaban entre 54 y 60 g

Medianos: Huevos que pesaban entre 47 y 53 g

### **Calidad del Huevo**

Para determinar la calidad interna y externa de los huevos, se realizó un análisis en el laboratorio del Centro de investigación y enseñanza avícola. El análisis se llevó a cabo cada 15 días, tomando una muestra de 30 huevos por cada tratamiento. Se utilizó un analizador automático de TSS EggQuality y el software Eggware v4x. Que mide el peso del huevo, resistencia a la ruptura, altura de albúmina, unidad Haugh, color de yema y grosor de la cáscara. Cada una de estas variables se expresó de manera diferente al ser evaluadas con el equipo.

Peso del huevo: Se expresó en gramos.

Resistencia a la ruptura: Se midió en el ecuador del huevo con el dispositivo de EggQuality, el cual aplica peso al huevo.

Altura de albumina: Se midió con un indicador de altura QHC en milímetros.

Unidad Haugh: Se calculó automáticamente por el programa (TSS EggQuality), tomando los datos del peso (A) y altura de albumina (P), aplicando la fórmula 1.

$$U.H = 100 \times \log (A = 7.57 - 1.7 P^{0.37}) \quad [1]$$

Color de Yema: Se evaluó automáticamente con un colorímetro electrónico que considera la escala DSM de 15 colores.

Grosor de Cáscara: Se midió el grosor de la cáscara en el ecuador del huevo con un micrómetro (mm).

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

Se utilizó un arreglo factorial de  $2 \times 2$  bajo el diseño completamente al azar para la distribución de los tratamientos y se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con medidas repetidas en el tiempo y una prueba T de Student para comparación de medias entre tratamientos dentro de cada línea genética. Así mismo, se realizó el análisis Kruskal-Wallis como alternativa del ANDEVA para corroborar las diferencias de las medias. En el software estadístico JMP® Pro 18 con un nivel de significancia  $P \leq 0.05$ .

## Resultados y Discusión

### Desempeño Productivo

En el Cuadro 2 y 3 se visualizan los resultados obtenidos del pesaje de las gallinas ponedoras; no existe diferencias en el peso de las gallinas en la línea genética Dekalb® White ( $P > 0.05$ ); por otra parte, para la línea Isa® Brown no existe diferencia para todas las semanas ( $P > 0.05$ ), a excepción de las semanas 115 y 116, presentando diferencias ( $P \leq 0.05$ ) donde la dieta control presentó los mayores pesos. En la línea Dekalb® White se estuvo por debajo de lo recomendado por las guías de producción, siendo 8.625 kg por cada cinco aves Dekalb (2022), sin embargo, para la línea Isa® se tiene mantuvo por encima de lo recomendado de 9.875 kg por cada cuatro aves (ISA Brown, 2022). Un estudio realizado por Kim et al. (2019) demostró que, al implementar grasa animal en las dietas de gallinas ponedoras, estas tenían un mayor de peso en vivo en comparación a las aves que tuvieron dieta sin grasa animal, no obstante, este no mostraba una tendencia a incrementar semanalmente, lo que concuerda con los resultados obtenidos.

Por otra parte, un estudio realizado por Josling et al. (2019) donde evaluó el efecto a largo plazo de la saturación lipídica de dietas de gallinas ponedoras, se determinó que esta saturación lipídica no afectaba a cambios metabólicos en el sistema óseo del ave, lo que no influía en un mayor peso en vivo, concordando con los resultados obtenidos. No obstante, a pesar de que existieron diferencias significativas en dos semanas para la línea Isa® Brown, estas se les atribuye a otros factores, como temperatura, horas luz, entre otros factores externos que pudo afectar en esas dos semanas a la dicha línea genética, la cual no pasó en la línea genética Dekalb® White. Se puede observar en la Figura 1 que los comportamientos entre aquellos que poseen la misma línea comercial son muy similares, con una leve diferencia, siendo mayor en los que tienen la dieta control para la línea Isa® Brown y levemente mayor en la dieta Ultraenergy para la línea Dekalb® White. Por lo tanto, se visualiza que la dieta no influyó en el peso del ave, lo cual podría deberse a la cantidad de

Ultraenergy proporcionada en la dieta, la edad del ave, la genética, entre otros factores que requieren de mayor investigación.

## Cuadro 2

*Resultados de peso de cinco gallinas por jaula de la línea genética Dekalb® White*

Semana	Tratamientos Experimentales		EE±	Valor P
	Control Dekalb® White	UltraEnergy Dekalb® White		
111	7.6500	7.6531	0.2707	0.9799
112	7.6188	7.5804	0.3638	0.8182
113	7.7469	7.9812	0.5910	0.3905
114	6.9656	7.2344	0.6975	0.4033
115	7.0270	7.2673	0.6658	0.4334
116	7.2400	7.6449	0.9486	0.3554
117	7.4159	7.1648	0.8333	0.5145
118	7.1804	7.0682	1.1302	0.8286

*Nota.* Los valores son expresados en kg; a, b, c medias con letras diferentes difieren a  $P \leq 0.05$  entre tratamientos en cada columna.

## Cuadro 3

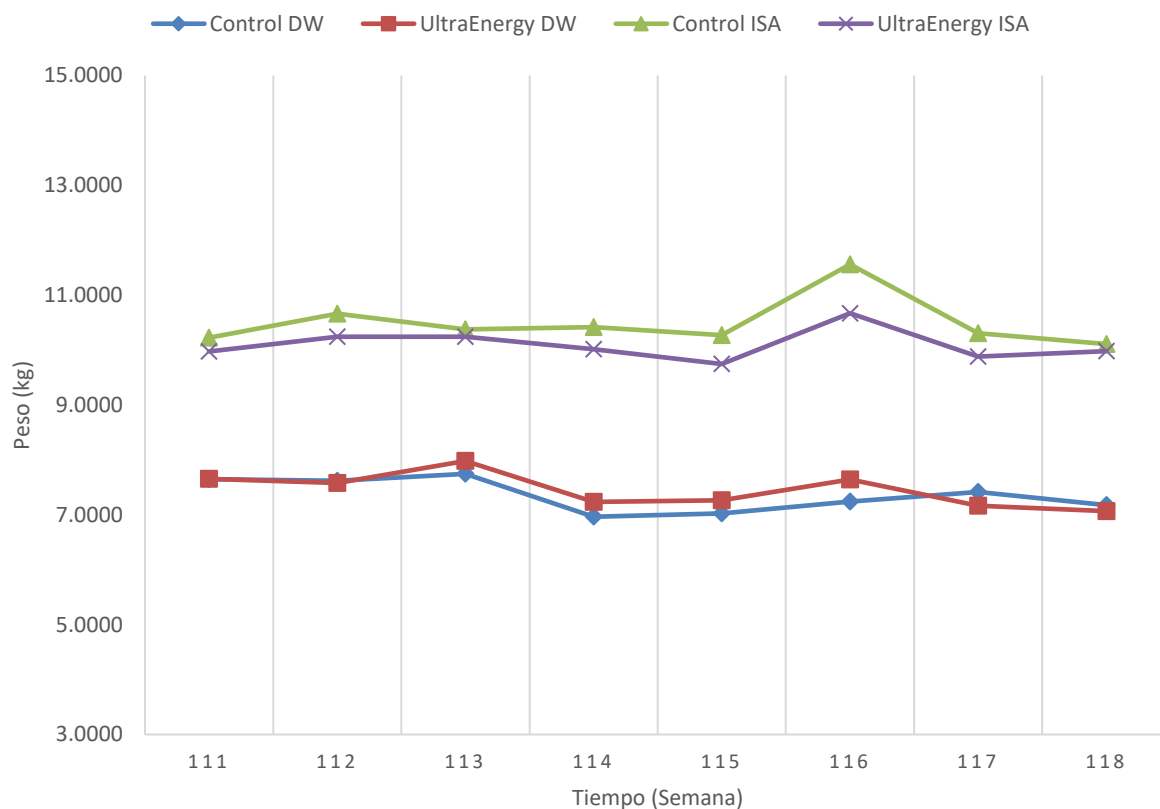
*Resultados de peso de cinco gallinas por jaula de la línea genética Isa® Brown*

Semana	Tratamientos Experimentales		EE±	Valor P
	Control Isa® Brown	UltraEnergy Isa® Brown		
111	10.2250	9.9750	0.6375	0.3953
112	10.6631	10.2429	0.7905	0.2515
113	10.3781	10.2438	0.5781	0.6128
114	10.4187	10.0156	0.4934	0.0824
115	10.2727 <sup>a</sup>	9.7469 <sup>b</sup>	0.4995	0.0276
116	11.5611 <sup>a</sup>	10.6719 <sup>b</sup>	0.4791	0.0003
117	10.3082	9.8821	0.5976	0.1272
118	10.1108	9.9844	0.6157	0.6549

*Nota.* Los valores son expresados en kg; a, b, c medias con letras diferentes difieren a  $P \leq 0.05$  entre tratamientos en cada columna.

**Figura 1**

*Comportamiento del peso de las gallinas ponedoras durante el estudio*



### Clasificación de los Huevos

De acuerdo con los resultados que se muestran en el Cuadro 4, respecto a los huevos sucios, en todas las semanas se observaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) y las semanas 111 y 117 se observaron interacción entre la dieta y la línea genética, siendo el tratamiento 1 (Control - Dekalb® White) el que más presentó esta condición con más huevos sucios. Un estudio realizado por Lagos y Martínez (2023), mostró que el uso de aceite de soya en dietas de gallinas ponedoras era mayor el porcentaje de huevos sucios en comparación con otros tratamientos que también utilizaban aceite de soya. Esto pudo deberse a que el aceite de soya usado presentaba degradación de ácidos grasos, alcoholes, entre otros compuestos que pudieron influir. Por lo tanto, se observa que la grasa saponificada suplementada en la dieta tuvo un efecto en disminuir en la cantidad de huevos sucios en la línea Dekalb® White , mientras que en la línea Isa® Brown no mostró diferencias.

Respecto a la clasificación por tamaños, tanto en la semana 111, 114 y 117 existieron diferencias en todos los tamaños ( $P \leq 0.05$ ). El tratamiento que presentó los valores más altos en huevos extragrandes y grandes fue el tratamiento 4 (UltraEnergy - Isa<sup>®</sup> Brown), seguido del tratamiento 3 (Control - Isa<sup>®</sup> Brown), observando en la semana 117 una interacción entre la dieta y la línea genética, y para la semana 111 y 114 el factor con mayor influencia fue la línea genética. Por otra parte, los tratamientos 1 y 2 (Dekalb<sup>®</sup> White-Control y Dekalb<sup>®</sup> White -UltraEnergy, respectivamente) mostraron menores valores en estas categorías, no obstante, estos tratamientos tuvieron mayores valores en la categoría de huevos medianos, igualmente siendo la línea genética el factor con mayor influencia en los resultados a excepción de la semana 111, donde se observó una interacción entre la dieta y la línea genética, siendo el tratamiento 1 (Dekalb<sup>®</sup> White-Control) con mayor producción de huevos medianos.

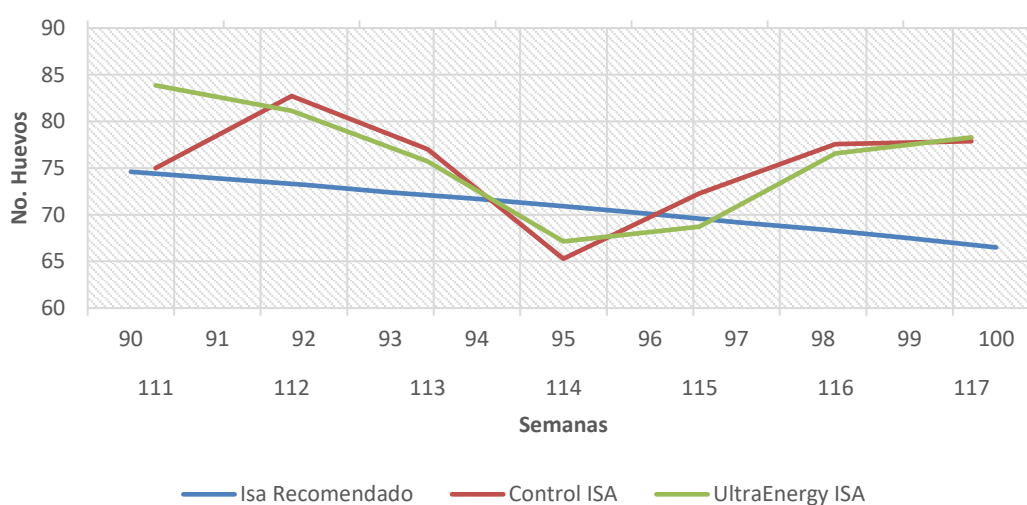
Esto se relaciona con el manual de producción de ISA Brown (2009), que menciona que la adición de grasas lleva a un incremento en la ingesta energética y el peso del huevo. Un estudio realizado por Kim et al. (2019) no determinó diferencias significativas en los pesos de los huevos al implementar grasas animales y vegetales en las dietas de las gallinas ponedoras. Sin embargo, los pesos de los huevos superaban los 61 g que es el peso mínimo para ser considerado extragrande, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio. Por lo tanto, se puede concluir que la adición de grasas saturadas en las dietas ayudó a obtener más huevos de las categoría extragrande y grande.

Respecto a la producción total de huevo, se encontraron diferencias significativas para la semana 111 y 114 ( $P \leq 0.05$ ), siendo el tratamiento Dekalb<sup>®</sup> White-Control e Isa<sup>®</sup> Brown-UltraEnergy los que obtuvieron la mayor producción de huevo para la semana 111, evidenciando una interacción entre la dieta y línea genética. Por otra parte, el tratamiento Dekalb<sup>®</sup> White-UltraEnergy el de mayor producción para la semana 114 ( $P \leq 0.05$ ); por otra parte, para la semana 117 no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ). Los resultados no evidencian que la adición de la grasa saponificada tuvo un

efecto en la producción total de huevos estadísticamente, ya que muestra un comportamiento muy variable respecto a las diferencias encontradas. Al comparar con las guías de producción, éstas últimas recomiendan que la vida útil de las aves ponedoras es de 100 semanas, sin embargo, los resultados obtenidos muestran que para la línea Isa® Brown la producción total de huevos por cada 100 aves se mantuvo por encima de lo indicado por la guía de producción ISA Brown (2022) a pesar de que eran aves de mayor edad, sin embargo los dos tratamientos Isa® Brown-Control e Isa® Brown-UltraEnergy tuvieron comportamiento similares (Figura 2), evidenciando que la alimentación no tuvo un efecto en mantener una producción mayor a lo recomendado por la guía y se debe de realizar otros estudios para determinar qué factores influyeron en dichos resultados. Para la línea Dekalb® White, al comparar los resultados con los recomendados por la guía Dekalb (2022), estos estuvieron en mayor parte por debajo de lo recomendado (Figura 3), lo que era de esperarse, ya que la postura se reduce con la edad como lo indica las guías de producción para cada línea genética, no obstante, el comportamiento de producción de huevo fue similares entre los tratamientos (Dekalb® White-Control vs Dekalb® White-UltraEnergy).

### Figura 2

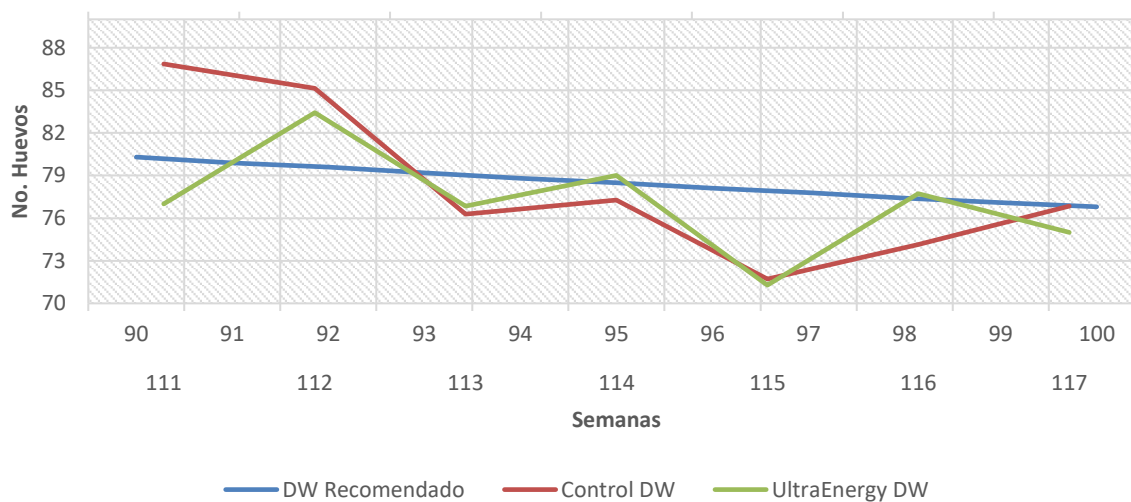
*Gráfico de comparación de producción de huevos para la línea Isa® Brown recomendada y resultados obtenidos*



*Nota.* Eje de 90 a 100 corresponde a la producción recomendada por las guías de producción y Eje de 111 a 117 corresponde a los resultados obtenidos. Fuente: Elaboración propia con datos de ISA Poultry (2022).

### Figura 3

*Gráfico de comparación de producción de huevos para la línea Isa® Brown recomendada y resultados obtenidos*



*Nota.* Escala de 90 a 100 corresponde a la producción recomendada por las guías de producción y escala de 111 a 117 corresponde a los resultados obtenidos. Fuente: Elaboración propia con datos de Dekalb Poultry (2022).

**Cuadro 4**

*Clasificación de huevos de gallinas ponedoras de las líneas genéticas Dekalb® White e Isa® Brown*

Variables	Tratamientos experimentales				EE±	Valor P
	Control Dekalb® White	UltraEnergy Dekalb® White	Control Isa® Brown	UltraEnergy Isa® Brown		
<i>Semana 111</i>						
Limpio	49.00	49.57	48.71	56.86	0.6791	0.1746
Sucio	37.86 <sup>by*</sup>	27.43 <sup>ax*</sup>	27.00 <sup>ax*</sup>	26.29 <sup>ax*</sup>	2.4588	0.0081
Extragrande	32.00 <sup>by</sup>	36.14 <sup>ay</sup>	46.00 <sup>bx</sup>	55.86 <sup>ax</sup>	1.5979	<.0001
Grande	26.00 <sup>ax</sup>	23.29 <sup>bx</sup>	18.71 <sup>ay</sup>	14.71 <sup>by</sup>	1.1008	0.007
Mediano	28.86 <sup>ax*</sup>	17.57 <sup>by*</sup>	13.29 <sup>by*</sup>	10.29 <sup>by*</sup>	2.5253	0.0300
Total de producción	86.86 <sup>ax*</sup>	77.00 <sup>by*</sup>	75.00 <sup>by*</sup>	83.86 <sup>ax*</sup>	2.8425	0.0166
<i>Semana 114</i>						
Limpio	58.29 <sup>ax</sup>	59.86 <sup>ax</sup>	49.71 <sup>ay</sup>	52.85 <sup>ay</sup>	1.1753	0.0007
Sucio	19.00 <sup>ay</sup>	19.14 <sup>ay</sup>	15.71 <sup>ax</sup>	14.29 <sup>ax</sup>	0.8962	0.0036
Extragrande	11.43 <sup>ay</sup>	25.57 <sup>ay</sup>	25.71 <sup>bx</sup>	29.14 <sup>bx</sup>	1.3428	<.0001
Grande	29.71 <sup>ax</sup>	34.86 <sup>ax</sup>	22.57 <sup>ay</sup>	22.85 <sup>ay</sup>	1.3860	0.0008
Mediano	36.14 <sup>ax</sup>	28.57 <sup>ax</sup>	17.00 <sup>ay</sup>	15.14 <sup>ay</sup>	1.7860	0.0014
Total de producción	77.29 <sup>ax</sup>	79.00 <sup>ax</sup>	65.29 <sup>by</sup>	67.14 <sup>by</sup>	1.7431	<.0001
<i>Semana 118</i>						
Limpio	50.00 <sup>by*</sup>	57.57 <sup>ax*</sup>	60.57 <sup>ax*</sup>	61.28 <sup>ax*</sup>	1.2508	0.0337
Sucio	26.86 <sup>by*</sup>	17.43 <sup>ax*</sup>	17.28 <sup>ax*</sup>	17.00 <sup>ax*</sup>	0.9906	0.0036
Extragrande	6.71 <sup>cz*</sup>	9.71 <sup>by*</sup>	28.14 <sup>ax*</sup>	26.57 <sup>ax*</sup>	0.6441	0.0121
Grande	56.00 <sup>ax</sup>	56.86 <sup>ax</sup>	43.71 <sup>ay*</sup>	45.28 <sup>ay*</sup>	2.6372	0.0005
Mediano	14.14 <sup>ax</sup>	8.43 <sup>ax</sup>	6.00 <sup>by</sup>	6.42 <sup>by</sup>	1.2597	0.0247
Total de producción	76.86	75.00	77.85	78.28	1.8950	0.4416

*Nota.* Valores de medias en unidades de huevos producidos por cada 100 aves. a-c: letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre dietas. x-z: letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre líneas genéticas; ax\*, by\*, cz\* letras diferentes en cada columna indica interacción y diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre dieta y línea genética.

**Calidad Interna y Externa del Huevo**

En el Cuadro 5 se observa el efecto de la inclusión de UltraEnergy en la dieta sobre la calidad interna y externa del huevo en gallinas ponedoras. Respecto al peso de los huevos, no se observaron diferencias en ninguno de los tratamientos ( $P > 0.05$ ) en el día 15, 30 y 60; por otra parte, para el día 45 se observaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) debido al factor de la línea genética. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Lagos y Martínez (2023), quienes no encontraron diferencias al implementar aceite de soya en las dietas de aves de la línea comercial ISA® Brown. Resultados similares fueron obtenidos por Conforme y Ortega (2022), quienes tampoco encontraron diferencias significativas en el peso del huevo de gallinas ponedoras Dekalb® White al implementar un antibiótico promotor y ácido gamma-aminobutírico en sus dietas. Otro estudio, realizado por Świątkiewicz et al.

(2020), al implementar aceites de algas ricos en ácidos grasos poliinsaturados, tampoco mostró diferencias. Estos hallazgos resaltan lo mencionado por Fernández (2022), quien indica que existen otros factores, tanto internos como externos del ave, que influyen y determinan el peso del huevo, tales como la genética, la nutrición, el peso corporal del ave, su edad, la iluminación, entre otros. Cabe resaltar que a pesar de que no se observaron diferencias significativas para el día 15, 30 y 60, en todas las observaciones el peso de los huevos estaba por encima de lo recomendado por las guías de producción de ambas líneas genéticas (ISA Brown, 2022); (Dekalb, 2022).

En cuanto a la resistencia a la ruptura, para los días 15 y 60, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, que concuerda con los resultados obtenidos por Świątkiewicz et al. (2020), así como por Mora O. y Ramos G. (2023), quienes tampoco encontraron diferencias al modificar las grasas en las dietas. Por otra parte, para el día 45 se observó diferencia ( $P \leq 0.05$ ), siendo los tratamientos Control-Dekalb®White y UltraEnergy-Dekalb® White con los mayores valores de resistencia a la ruptura, donde la línea genética fue el factor con mayor influencia. Para el día 30 se determinó una interacción entre la dieta y la línea genética ( $P \leq 0.05$ ), siendo los tratamientos Control-Dekalb®White y UltraEnergy-Dekalb® y UltraEnergy-Isa® Brown los mejores tratamientos, concordando con los resultados obtenidos por (Moghaddam y Kiarie, 2021). Estos últimos determinaron diferencias en el tiempo al evaluar el efecto de lipopolisacáridos en la calidad de huevo de aves de la línea comercial Isa® Brown, obteniendo valores muy similares al presente estudio. Como se aprecia en los datos, no se identificó un patrón de comportamiento consistente, ya que en algunas semanas los valores más altos, mientras que en otras disminuyen para luego volver a subir. Este comportamiento se relaciona con la cantidad de calcio disponible durante la formación del huevo (Lagos y Martínez, 2023). Por lo tanto, se atribuye que las diferencias en ciertos momentos y su ausencia en otros se debieron a factores externos que pudieron influir durante el tiempo de la investigación, como la temperatura ambiental, las horas luz, entre otros posibles factores (Fernández,

2022). No obstante, todos los tratamientos, en todas las semanas, superaron la fuerza mínima de ruptura recomendada para los huevos por las guías de producción de 4,100 g/cm<sup>2</sup>.

Referente a la altura de la albúmina y unidad Haugh, en los días 15, 30 y 45 se presentaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ), siendo tratamientos Isa<sup>®</sup> Brown-Control e Isa<sup>®</sup> Brown-UltraEnergy mostraron los mayores valores en el día 15, mientras que los Dekalb<sup>®</sup> White-Control y Dekalb<sup>®</sup> White-UltraEnergy presentaron los mayores en los días 30 y 45, en los tres días de observación el factor que más influyó fue la línea genética. Estos resultados son congruentes con los obtenidos por Izuddin et al. (2022), quienes, al determinar la calidad del huevo mediante el efecto de diferentes tipos de aceite en la dieta de las aves ponedoras, encontraron diferencias en la altura de la albúmina y las unidades Haugh, siendo el aceite de palma el que mostró mejores resultados estadísticamente, ya que la palma es una rica fuente tanto de ácidos grasos insaturados como saturados. Por otra parte, en el día 60 no se mostraron diferencias ( $P > 0.05$ ), resultados similares a los determinados por Świątkiewicz et al. (2020), quienes no encontraron diferencias en la altura de la albúmina ni en las unidades Haugh al utilizar aceites de algas en dietas de aves. La altura de la albúmina, junto con las unidades Haugh, son índices de frescura del huevo, siendo la altura utilizada para calcular las unidades Haugh. Girón y Castro (2022) mencionan que la nutrición del ave no parece tener un impacto directo en la altura de la albúmina, sino que el principal factor que afecta estos parámetros es la edad de las aves. A medida que la parvada envejece, la calidad inicial de la albúmina disminuye, y además se presenta una mayor variabilidad dentro de la parvada. Esto concuerda con los resultados obtenidos, donde los valores de altura de la albúmina y las unidades Haugh disminuyen con el tiempo.

En cuanto al color de la yema, en el día 15, los tratamientos Dekalb<sup>®</sup> White-Control y Dekalb<sup>®</sup> White-UltraEnergy fueron estadísticamente superiores; sin embargo, para los días 30 y 60, los tratamientos Isa<sup>®</sup> Brown-Control e Isa<sup>®</sup> Brown-UltraEnergy mostraron los valores más altos, donde la línea genética fue el factor con mayor influencia. Para el día 45, se observó una interacción entre la dieta y la línea genética ( $P \leq 0.05$ ), donde el tratamiento Isa<sup>®</sup> Brown-Control fue el que presentó el

valor mayor en el color de la yema. Estos datos difieren de los obtenidos por Świątkiewicz et al. (2020), quienes no encontraron diferencias al evaluar distintos tipos de aceites en gallinas ponedoras. No obstante, los valores de la escala obtenidos son similares a los de este estudio, cercanos a 3.0. Un estudio realizado por Izuddin et al. (2022) determinó que, al aplicar aceite de palma roja, el valor del color de yema aumentaba. Los resultados del Cuadro 4 muestran que el tratamiento Isa® Brown-UltraEnergy presentó una mayor intensidad en el color de la yema, un efecto atribuido tanto a la grasa saponificada añadida como a la línea Isa® Brown. Cabe destacar que este parámetro depende de diversos factores como el tiempo y las condiciones de almacenamiento del huevo, la cepa y la edad del ave Roberts (2004), los pigmentos en la alimentación Girón y Castro (2022), entre otros. Además, el valor ideal para el color de la yema está relacionado con la región donde se comercialice, ya que en algunas zonas se prefieren yemas más pálidas y en otras más oscuras, siendo la cultura un factor importante (Peña et al., 2011).

Para el grosor de la cáscara, en el día 15, el tratamiento Isa® Brown-UltraEnergy presentó el valor más alto ( $P \leq 0.05$ ); sin embargo, en el día 45 fue el tratamiento con el valor mayor fue Dekalb® White-Control, en ambas observaciones, tanto el día 15 y 45, los dos factores (línea genética y dieta) tuvieron una influencia en los resultados. Por otra parte, para el día 60 no se observaron diferencias y para el día 30 se observó una interacción entre la dieta y la línea genética ( $P \leq 0.05$ ), donde el tratamiento Isa® Brown-UltraEnergy fue el tratamiento con mayor grosor en la cáscara del huevo estadísticamente. De acuerdo con lo anterior, el tratamiento 4, que incluyó la dieta UltraEnergy y la línea comercial Isa® Brown, fue el que obtuvo un mayor grosor de la cáscara, con excepción del día 45. Estos resultados son inconsistentes con los mencionados por Cufadar et al. (2016), quienes no encontraron diferencias significativas en el grosor de la cáscara del huevo al reemplazar aceite de soya por glicerol, resultados similares a lo reportado por Kim et al. (2019), quienes tampoco determinaron diferencias al implementar aceites animales y vegetales en las dietas de gallinas ponedoras. Este efecto de la implementación de la grasa saturada en la dieta contradice lo mencionado por Lagos y

Martínez (2023), quienes indicaron que los huevos de cáscara marrón son más finos que los blancos. Esto evidencia que la grasa saponificada aumentó el grosor de los huevos de la línea Isa<sup>®</sup> Brown en comparación con los otros tratamientos. No obstante, se deben realizar estudios más profundos sobre este comportamiento en el organismo del ave, ya que no se observó el mismo efecto en la línea Dekalb<sup>®</sup> White, lo cual podría deberse a factores metabólicos o a otros factores, tanto genéticos como externos.

### Cuadro 5

*Resultados de calidad de huevo de gallinas de la línea Dekalb<sup>®</sup> White e Isa Brown<sup>®</sup>*

Variables	Tratamientos experimentales				EE±	Valor P
	Control Dekalb <sup>®</sup> White	UltraEnergy Dekalb <sup>®</sup> White	Control Isa <sup>®</sup> Brown	UltraEnergy Isa <sup>®</sup> Brown		
<i>Día 15</i>						
PH (g)	63.68	64.72	63.42	62.887	0.3351	0.3832
RR (gf)	4856.58	4726.17	4924.83	5001.47	110.4615	0.6262
AA (mm)	7.01 <sup>ay</sup>	6.58 <sup>ay</sup>	8.37 <sup>ax</sup>	8.17 <sup>ax</sup>	0.1190	<.0001
UH (Hu)	81.67 <sup>ay</sup>	76.93 <sup>ay</sup>	89.14 <sup>ax</sup>	89.14 <sup>ax</sup>	1.0045	<.0001
CY	3.00 <sup>ax</sup>	2.93 <sup>ax</sup>	2.43 <sup>ay</sup>	2.27 <sup>ay</sup>	0.0502	<.0001
GC (mm)	0.37 <sup>by</sup>	0.42 <sup>ay</sup>	0.43 <sup>bx</sup>	0.46 <sup>ax</sup>	0.0029	<.0001
<i>Día 30</i>						
PH (g)	64.54	65.96	65.71	64.75	0.5275	0.8652
RR (gf)	4667.37 <sup>ax*</sup>	4512.50 <sup>ax*</sup>	4106.05 <sup>by*</sup>	4331.17 <sup>ax*</sup>	109.4435	<.0001
AA (mm)	9.47 <sup>ax</sup>	9.71 <sup>ax</sup>	7.83 <sup>ay</sup>	7.70 <sup>ay</sup>	0.1185	<.0001
UH (Hu)	95.52 <sup>ax</sup>	96.86 <sup>ax</sup>	86.14 <sup>ay</sup>	85.41 <sup>ay</sup>	0.7253	<.0001
CY	3.03 <sup>ay</sup>	2.70 <sup>ay</sup>	3.60 <sup>ax</sup>	3.60 <sup>ax</sup>	0.0471	<.0001
GC (mm)	0.35 <sup>by*</sup>	0.32 <sup>cz*</sup>	0.38 <sup>by*</sup>	0.41 <sup>ax*</sup>	0.0055	<.0001
<i>Día 45</i>						
PH (g)	67.43 <sup>ay</sup>	67.53 <sup>ay</sup>	71.99 <sup>ax</sup>	71.47 <sup>ax</sup>	0.5492	<.0001
RR (gf)	4854.62 <sup>ax</sup>	4673.47 <sup>ax</sup>	4130.81 <sup>ay</sup>	4181.33 <sup>ay</sup>	73.9233	<.0001
AA (mm)	9.06 <sup>ax</sup>	9.03 <sup>ax</sup>	8.12 <sup>ay</sup>	8.24 <sup>ay</sup>	0.1195	0.0007
UH (Hu)	92.44 <sup>ax</sup>	92.79 <sup>ax</sup>	86.25 <sup>ay</sup>	86.91 <sup>ay</sup>	0.7034	<.0001
CY	3.14 <sup>cz*</sup>	3.07 <sup>cz*</sup>	3.90 <sup>ax*</sup>	3.42 <sup>by*</sup>	0.0402	0.0075
GC (mm)	0.37 <sup>ax</sup>	0.36 <sup>bx</sup>	0.36 <sup>ay</sup>	0.33 <sup>by</sup>	0.0039	0.0007
<i>Día 60</i>						
PH (g)	63.59	63.10	64.22	64.15	0.2469	0.6869
RR (gf)	4325.03	4337.47	4079.97	4474.69	69.9060	0.1825
AA (mm)	7.71	8.93	7.55	8.08	0.7437	0.3696
UH (Hu)	86.91	88.07	85.67	87.95	22.8537	0.3328
CY	2.63 <sup>by</sup>	2.80 <sup>by</sup>	3.28 <sup>ax</sup>	3.72 <sup>ax</sup>	0.0510	<.0001
GC (mm)	0.36	0.35	0.35	0.35	0.0037	0.6173

*Nota.* PH: peso del huevo; RR: resistencia de ruptura de cáscara; AA: altura del albumina; UH: unidad Haugh; CY: color de yema; GC: grosor de la cáscara. a-c: letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre dietas. x-z: letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre líneas genéticas; ax\*, by\*, cz\* letras diferentes en cada columna indica interacción y diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre dieta y línea genética.

### **Conclusiones**

La dieta con UltraEnergy presentó una respuesta similar a la dieta control, con respecto al peso de las gallinas.

La inclusión de UltraEnergy tuvo un efecto positivo en ambas líneas genéticas, en cuanto a la menor cantidad de huevos sucios y en el tamaño de los huevos.

La inclusión de UltraEnergy no afectó la calidad del huevo, manteniendo los parámetros requeridos de la industria avícola.

### **Recomendaciones**

Realizar un estudio con la inclusión del UltraEnergy previo al pico de producción, para determinar si la edad de la parvada tiene un efecto sobre el desempeño productivo.

Evaluar el efecto de la sustitución total del aceite de palma por el UltraEnergy, en el desempeño productivo y la calidad del huevo.

## Referencias

- Cavero, D. (2012). La vida productiva de la gallina hoy y en el futuro. *Selecciones Avícola*, 7–12. <https://seleccionesavicolas.com/wp-content/uploads/2012/07/6804-la-vida-productiva-de-la-gallina-hoy-y-en-el-futuro.pdf>
- Chiarle, A. (2022). Efecto de los aceites sobre el rendimiento productivo y la calidad del huevo. *NutriNews*. <https://nutrinews.com/efecto-de-los-aceites-sobre-el-rendimiento-productivo-y-la-calidad-del-huevo/>
- Conforme y Ortega. (2022). *Efecto de la suplementación dietética con el ácido gamma-aminobutírico (GABA) en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras* [Proyecto Especial de Graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2ba12d66-49a6-4a17-ae27-bc02379a99ff/content>
- Cuéllar, J. (2021). *Sistemas de producción avícola y alojamiento en gallinas ponedoras*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/sistemas-de-produccion-avicola-y-alojamiento-en-gallinas-ponedoras/>
- Cufadar, Y., Göçmen, R. y Kanbur, G. (2016). The effect of replacing soya bean oil with glycerol in diets on performance, egg quality and egg fatty acid composition in laying hens. *Animal : An International Journal of Animal Bioscience*, 10(1), 19–24. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001950>
- Dekalb. (2022). *Dekalb White S product guide cage*. Dekalb. [https://www.dekalb-poultry.com/documents/1008/Dekalb\\_White\\_CS\\_product\\_guide\\_cage\\_L1211-1-ES-1.pdf](https://www.dekalb-poultry.com/documents/1008/Dekalb_White_CS_product_guide_cage_L1211-1-ES-1.pdf)
- Fernández, E. (2022). Modificando el tamaño del huevo: Principales factores. *Engormix*. [https://www.engormix.com/avicultura/iluminacion-galpones-avicolas/modificando-tamano-huevo-principales\\_a51011/](https://www.engormix.com/avicultura/iluminacion-galpones-avicolas/modificando-tamano-huevo-principales_a51011/)
- Girón, L. y Castro, J. (2022). *Efecto de niveles crecientes de DL-metionina en el desempeño productivo y calidad del huevo de gallinas ponedoras Dekalb White®* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/dead9bc3-d5a4-493f-bea7-dc6834142be9>
- ISA Brown. (2009). *Guía de Manejo General de ponedoras comerciales ISA Brown.doc*. <https://www.avicolatoscana.com/wp-content/uploads/2020/02/Guia-de-Manejo-General-de-ponedoras-comerciales-ISA-Brown.pdf>
- ISA Brown (2022). ISA Brown Guía del producto: Alojamiento de jaulas. [https://www.isa-poultry.com/documents/1018/ISA\\_Brown\\_CS\\_product\\_guide\\_cage\\_L1211-1-ES.pdf](https://www.isa-poultry.com/documents/1018/ISA_Brown_CS_product_guide_cage_L1211-1-ES.pdf)
- Izuddin, W. I., Loh, T. C., Akit, H., Nayan, N., Noor, A. M. y Foo, H. L. (2022). Influence of Dietary Palm Oils, Palm Kernel Oil and Soybean Oil in Laying Hens on Production Performance, Egg Quality, Serum Biochemicals and Hepatic Expression of Beta-Carotene, Retinol and Alpha-Tocopherol Genes. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/ani12223156>
- Josling, G., Hugo, A., Fair, M. y Witt, F. (2019). Long term effect of dietary lipid saturation on eggshell quality and bone characteristics of laying hens. *Poultry Science*, 98(9), 3593–3601. <https://doi.org/10.3382/ps/pez127>

- Kim, J. H., Lee, H. K., Yang, T. S., Kang, H. K. y Kil, D. Y. (2019). Effect of different sources and inclusion levels of dietary fat on productive performance and egg quality in laying hens raised under hot environmental conditions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(9), 1407–1413. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0063>
- Lagos, E. J. y Martínez, E. (2023). *Efecto del aceite de soya usado en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras: Efecto del aceite de soya usado en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras* [Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras]. [bdigital.zamorano.edu](https://bdigital.zamorano.edu). <https://bdigital.zamorano.edu/items/50b50045-1e60-4a47-9a1c-7fce5c8ad18b>
- Moghaddam, R. y Kiarie, E. (2021). Effect of Escherichia coli lipopolysaccharide challenge on eggshell, tibia, and keel bone attributes in ISA brown hens exposed to dietary n-3 fatty acids prior to onset of lay. *Poultry Science*, 100(11), 101431. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101431>
- Mora O., F. D. y Ramos G., A. Y. (2023). *Efecto de altos niveles de semolina de arroz en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras: Efecto de altos niveles de semolina de arroz en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras* [Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras]. [bdigital.zamorano.edu](https://bdigital.zamorano.edu). <https://bdigital.zamorano.edu/items/155c72ea-20ae-4f57-96ca-844bcd40881d>
- Orozco, R. (2009). Solicitud internacional publicada en virtud del tratado de cooperación en materia de patentes (PCT)(WO 2009/093887 A1). México. <https://patentimages.storage.googleapis.com/1e/bc/cd/4ba6aca3eb9b55/WO2009093887A1.pdf>
- Palomar, L., Garcés, C. y Soler, D. (2021). *Uso de aceites y oleínas en la alimentación de gallinas ponedoras*. <https://www.plataformatierra.es/innovacion/aceites-oleinas-alimentacion-gallinas-ponedoras>
- Parra, D. (2023). *Charlas con AB Vista: Enfoque holístico de la producción avícola: eficiencia y sustentabilidad #4 - Catedra Latam*. <https://catedralatam.com/enfoque-holistico-de-la-produccion-avicola-eficiencia-y-sustentabilidad/>
- Peña, M., Castro, A. y Martínez, T. (2011). Conocimientos, opiniones y prácticas respecto al huevo de gallina en familias de comunidades urbana-rural, Costa Rica. *Costarr Salud Pública*, 20, Artículo 1, 32–39. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v20n1/art6v20n1.pdf>
- Roberts, J. R. (2004). Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *The Journal of Poultry Science*, 41(3), 161–177. <https://doi.org/10.2141/jpsa.41.161>
- Ruiz, B. (2024). *La sustentabilidad es inherente a la avicultura más eficiente - Catedra Latam*. <https://catedralatam.com/la-sustentabilidad-es-inherente-a-la-avicultura-mas-eficiente/>
- Salvador, E. (2021). *Recomendaciones nutricionales para mejorar eficiencia productiva y económica ante el incremento de precios de ingredientes alimenticios en la industria avícola (Parte 1)*. <https://actualidadavipecuaria.com/recomendaciones-nutricionales-para-mejorar-eficiencia-productiva-y-economica-ante-el-incremento-de-precios-de-ingredientes-alimenticios-en-la-industria-avicola-parte-1/>
- Świątkiewicz, S., Arczewska-Włosek, A., Szczurek, W., Calik, J., Bederska-Łojewska, D., Orczewska-Dudek, S., Muszyński, S., Tomaszewska, E. y Józefiak, D. (2020). Algal Oil as Source of

Polyunsaturated Fatty Acids in Laying Hens Nutrition: Effect on Egg Performance, Egg Quality Indices and Fatty Acid Composition of Egg Yolk Lipids. *Annals of Animal Science*, 20(3), 961–973. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0019>