



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



CONSTANCIA DE REVISIÓN

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud a la Tesis cuyo título es:

**"Optimización de la densidad energética de la dieta para maximizar respuesta económica en gallinas de postura"**

presentado por:

**HEIVER LEONARDO GUTIERREZ CORBERA**

**Estudiante** del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**. El resultado obtenido es 13% por el cual se otorga el calificativo de: **APROBADO**, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones: Ninguna

Ica, 23 de enero del 2024

.....  
**Dr. JUAN RAMÓN CANEPA ARCOS**  
Director de unidad de investigación  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**  
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**



**“Optimización de la densidad energética de la dieta para maximizar  
respuesta económica en gallinas de postura”**

Línea de investigación de la Facultad:

Producción animal

Línea de investigación de la Universidad:

Salud pública y conservación del medio ambiente

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

HEIVER LEONARDO GUTIERREZ CORBERA

**ASESOR**

ELIAS SALVADOR TASAYCO, PhD.

**Ica, Perú**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres y mi hermana, quienes me han dado ánimos y su apoyo incondicional durante toda mi vida y más aún en la etapa universitaria.

A mi abuelo Ángel y mi abuela Elvia que anhelaban verme profesional.

A mi enamorada por motivarme, aconsejarme y apoyarme durante toda la tesis.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por darme las mejores condiciones tanto físicas como emocionales para llevar a cabo la tesis. A mi hermana por su preocupación cuando volvía tarde de la facultad. A mi enamorada por sus consejos, ánimos y tenacidad para terminar el presente trabajo.

A mi asesor el Ing. Elías Salvador, gracias por la entrega, orientación y disponibilidad para desarrollar este trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Títulos y subtítulos</b>	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Nivel y tipo de investigación .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Fecha y lugar de ejecución.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Localización geográfica y meteorológica.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Materiales y equipo.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Técnicas e instrumentos de la recolección de información.....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 Metodología experimental.....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 Alimentación y formulación de las dietas.....</b>	<b>14</b>
<b>2.8 Programa sanitario y de manejo .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9 Variables evaluadas .....</b>	<b>15</b>
<b>2.10 Diseño de la investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>2.11 Tratamientos experimentales .....</b>	<b>16</b>
<b>2.12 Análisis estadístico .....</b>	<b>17</b>

<b>III.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>IV.</b>	<b>DISCUSION.....</b>	<b>22</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>25</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto de la densidad energética sobre la producción de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia de gallinas de postura.....	18
Tabla 2. Efecto de la densidad energética sobre la eficiencia energética, peso y masa de huevo de gallinas de postura.....	19
Tabla 3. Efecto de la densidad energética sobre la unidad Haugh, pigmentación de yema e índice de yema de huevo de gallinas de postura.....	20
Tabla 4. Efecto de la densidad energética sobre el costo de alimentación, margen bruto y retribución económica de gallinas de postura.....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de la densidad energética sobre el consumo de alimento de gallinas de postura.....	18
Figura 2. Efecto de la densidad energética sobre el peso promedio de huevos de gallinas de postura.....	19

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: Fórmulas de las dietas utilizadas.....	31
ANEXO II: Resultados de análisis estadísticos.....	41
ANEXO III: Fotos del proceso del experimento.....	59

## RESUMEN

### “Optimización de la densidad energética de la dieta para maximizar respuesta económica en gallinas de postura”

**INTRODUCCIÓN:** El costo de alimentación para producción de masa de huevo es una variable de interés económico. La energía metabolizable es el principal factor que contribuye al costo de la dieta. Es necesario reevaluar las densidades energéticas para tomar decisiones que optimicen la respuesta económica sin alterar la respuesta productiva de gallinas de postura. **OBJETIVO:** Determinar la densidad energética de la dieta que optimice la respuesta económica y productiva de gallinas de postura. **MÉTODOS:** Se utilizaron 64 gallinas de postura de la línea LOHMANN Brown de 53 semanas de edad de I ciclo de postura. Se utilizaron 4 densidades energéticas como tratamientos: dieta con 2670.5 Kcal de EM/Kg (T-1); dieta con 2725 Kcal de EM/Kg (T-2); dieta con 2779.5 Kcal de EM/Kg (T-3) y 2834 Kcal de EM/Kg (T-4). Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente bajo un diseño experimental de bloques completos al azar. Cada uno de los tratamientos tuvo 4 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de producción de huevos, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética, peso y masa de huevo, unidad Haugh, índice de yema, color de yema, costo de alimentación, margen bruto y retribución económica. **RESULTADOS:** Las características de respuesta productiva como producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, eficiencia energética, peso y masa de huevo, así como la calidad de huevo de unidad Haugh, color de yema e índice de yema no fueron afectadas significativamente ( $P>0.05$ ). El costo de alimentación, margen y retribución económica fue mejor para la dieta con 2725 Kcal/Kg y la dieta con la densidad más baja de EM de 2670.5 Kcal/Kg fue la de más alto costo de alimentación, bajo margen y retribución económica. **CONCLUSIÓN:** Las diferentes densidades energéticas no influyen significativamente sobre la respuesta productiva y calidad de huevo de gallinas de postura. La óptima dieta que maximiza la respuesta económica es la de 2725 Kcal/Kg.

**Palabras claves:** dieta; densidad energética; huevo; gallinas; margen económico.

## ABSTRACT

### **"Optimization of the energy density of the diet to maximize economic response in laying hens"**

INTRODUCTION: Feed cost for egg mass production is a variable of economic interest. Metabolizable energy is the main factor contributing to the cost of the diet. It is necessary to re-evaluate the energy densities to make decisions that optimize the economic response without altering the productive response of laying hens. OBJECTIVE: to determine the energy density of the diet that optimizes the economic and productive response of laying hens. METHODS: 64 laying hens of the LOHMANN Brown line of 53 weeks of age from I laying cycle were used. Four energy densities were used as treatments: diet with 2670.5 Kcal of ME/Kg (T-1); diet with 2725 Kcal of ME/Kg (T-2); diet with 2779.5 Kcal of ME/Kg (T-3) and 2834 Kcal of ME/Kg (T-4). Treatments were randomly assigned under a complete randomized block experimental design. Each of the treatments had 4 repetitions, giving a total of 16 experimental units. The variables of egg production, feed consumption, feed conversion ratio, energy efficiency, egg weight and mass, Haugh unit, yolk index, yolk color, feed cost, gross margin and economic compensation were evaluated. RESULTS: Productive response characteristics such as egg production, feed intake, feed conversion, energy efficiency, egg weight and mass, as well as Haugh unit egg quality, yolk color and yolk index were not significantly affected ( $P>0.05$ ). The cost of feeding, margin and economic compensation was better for the diet with 2725 Kcal/Kg and the diet with the lowest density of ME of 2670.5 Kcal/Kg was the one with the highest feeding cost, low margin and economic compensation. CONCLUSION: the different energy densities do not significantly influence the productive response and egg quality of laying hens. The optimal diet that maximizes the economic response is that of 2725 Kcal/Kg.

**Keywords: diet; energy density; egg; chickens; economic margin.**

## I. INTRODUCCIÓN

La energía es el principal componente del costo de una dieta para gallinas de postura, de allí su gran importancia e impacto sobre el costo de alimentación para la producción de masa de huevo. A pesar de que las guías de recomendaciones nutricionales indican niveles de energía metabolizable (EM) a utilizar en la fase de producción, definir un nivel de EM que corresponda es muy difícil, ya que dependerá de muchos factores. Sin embargo, es necesario hacer evaluaciones para generar información sobre la densidad energética que optimice la respuesta productiva y económica.

En la actualidad, las líneas genéticas de aves de postura han mejorado notablemente sus características productivas y su persistencia de producción, lo que hace necesario establecer la densidad energética que sostenga dicho potencial genético.

Bajo condiciones comerciales es frecuente encontrar fórmulas que obedecen estrictamente a niveles de EM recomendado por las guías mencionadas, sin embargo, desde el punto de vista de productividad, esto no es lo más adecuado. Las dietas de gallinas de postura no deben tener ni deficiencia ni exceso de EM, ya que afecta la rentabilidad de la producción, más bien cada nivel de EM debe estar relacionado a cada nivel de los principales nutrientes como los aminoácidos, lo que se conoce como densidad energética.

El costo de la dieta cada vez es más alto y el precio de venta de la masa de huevo es reducido, lo que crea la necesidad de reevaluar los principales componentes del costo de la dieta para mantener la viabilidad económica de la producción.

En este sentido, este experimento tiene como objetivo evaluar el efecto de varias densidades de energía de la dieta y optimizar la densidad que maximice la respuesta económica de gallinas de postura comercial.

En la industria de producción de huevos, el costo de alimentación para producir un kg de masa de huevos es uno de los factores más importantes ya que está relacionado directamente a la rentabilidad. Existen actualmente una serie de factores que afectan estos costos. Un primer factor es que, las líneas genéticas actuales han mejorado grandemente sus características productivas y persistencia.

Sin embargo, no se tiene información acerca de la densidad energética que maximice la respuesta económica. El contenido de energía dietética regula fuertemente el consumo de alimento, y la energía es el elemento más caro en las dietas de aves de corral (1).

Uno de los objetivos de cualquier productor avícola es alimentar a las aves con una dieta equilibrada al menor costo y también generar productos que atraigan precios superiores para maximizar las ganancias. Durante muchas décadas, los granjeros y los fabricantes de alimentos se han enfrentado al desafío de reducir efectivamente el costo de la producción avícola y producir productos de calidad.

Varios factores, como el genotipo, la composición de la dieta, el contenido de nutrientes digeribles, la relación de energía a proteína, la forma del alimento, el procesamiento del alimento, el medio ambiente y la enfermedad podrían afectar el costo de producción y la calidad del producto avícola al influir en la ingesta de alimentos, el aumento de peso corporal y la relación de conversión de alimentos (FCR) (1).

Cuando las gallinas ponedoras tienen acceso ilimitado a los alimentos, tienden a comer suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades de energía. Sin embargo, muchas líneas genéticas de gallinas de postura están lejos de ser perfectas para juzgar sus necesidades de energía: pueden consumir menos de las dietas con un bajo contenido de energía y consumir en exceso aquellas con un alto contenido de energía. Esto no solo da como resultado que las aves reciban muy poca o demasiada energía para mantener una salud y un rendimiento óptimos, sino que, a menos que el perfil de nutrientes de la dieta coincida cuidadosamente con la ingesta de alimento de las aves, se producirá escasez o desperdicio de muchos otros nutrientes, resultando en considerables pérdidas económicas (2).

Alimentar a las gallinas ponedoras con dietas bajas en energía y densas en nutrientes puede mejorar los rendimientos debido a un menor costo de esas dietas (3). Sin embargo, se ha demostrado que la mayor eficiencia de las aves alimentadas con dietas ricas en nutrientes y alta energía puede compensar el mayor costo de la alimentación (4).

Los niveles de EM y PC para las gallinas de postura recomendadas por el NRC fueron generalmente para condiciones ambientales y de manejo ideales (5).

Un exceso en el consumo de EM resulta principalmente en aumentos de peso corporal en lugar de aumentos adicionales en la producción en masa de huevos.

Los efectos de aumentar el nivel de EM en la dieta sobre el peso de huevo podrían depender del contenido de grasa y ácido linoleico de las dietas (6).

El consumo excesivo de calorías puede conducir a un aumento de ADG asociado con la gordura y, como resultado, una reducción de la producción de huevos de las gallinas ponedoras (7).

La alimentación con niveles de energía inadecuados puede resultar en una baja producción de huevo y peso corporal, y una peor calidad del huevo (8).

La eficiencia de la utilización de energía también puede verse afectada (9). Se ha reportado que el manejo dietético de la ingesta de energía disminuye el costo de producción y mejora la calidad del producto en mayor medida que los otros factores antes mencionados (10).

## **Antecedentes**

Junqueira *et al.* (11) evaluaron la respuesta productiva basado en niveles de EM (2,850, 2,950 y 3,050 kcal / kg) y PC (16%, 18% y 20%), lo que mostró que las dietas con 2,850 kcal / kg de EM y 16% PC para las gallinas semi pesadas fueron adecuadas para un desempeño satisfactorio y calidad del huevo.

dePersio *et al.* (3) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de evaluar los efectos de alimentar a gallinas Hy-Line W-36 con 5 dietas densas en energía y nutrientes diferentes sobre el rendimiento y la economía a largo plazo. Se pesaron un total de 480 gallinas Hy-Line W-36 Single Leghorn White Comb de 19 semanas de edad y se asignaron aleatoriamente a 6 grupos replicados de 16 gallinas cada una (2 jaulas adyacentes que contenían 8 gallinas por jaula, 60,9 × 58,4 cm) por tratamiento dietético en un diseño de bloques completos al azar. Las gallinas fueron alimentadas con 5 dietas de tratamiento formuladas para contener 85, 90, 95, 100 y 105% de las recomendaciones de energía y nutrientes establecidas en la Guía de gestión comercial de la línea W-36 Hy-Line Variety 2009. El rendimiento de producción se midió durante 52 semanas de edad de 19 a 70 semanas. En el transcurso de la prueba, se observó una respuesta lineal cada vez mayor al aumento de la densidad de energía y nutrientes para la producción de huevos de gallina, peso del huevo, masa del huevo, eficiencia de la alimentación, ingesta de energía y peso corporal (BW). La ingesta de alimento no mostró una respuesta de nivel lineal significativa al aumento de la energía y la densidad de nutrientes, excepto durante el ciclo de producción inicial. No se observaron respuestas consistentes para la calidad del huevo, el porcentaje de yema y el porcentaje de sólidos de huevo durante todo el estudio.

Se observaron respuestas lineales significativas debido a la densidad de energía y nutrientes para el ingreso del huevo, el costo del alimento y el ingreso menos el costo del alimento.

En general, a medida que aumentaba la densidad de energía y nutrientes, aumentaban los ingresos por huevo y el costo de alimentación por gallina, pero disminuían los ingresos menos el costo de alimentación. En general, estos resultados indican que alimentar a las gallinas Hy-Line W-36 aumentando la energía y las dietas ricas en nutrientes aumentará la producción de huevo, el peso del huevo, la masa del huevo, la eficiencia del alimento, la ingesta de energía, BW, el ingreso del huevo y el costo del alimento, pero disminuirá el ingreso del huevo menos costo de alimentación. Sin embargo, estos beneficios no surten efecto en la producción temprana y parecen ser más efectivos en las etapas posteriores del ciclo de producción, quizás "cebando" a las aves para una mejor persistencia de la producción de huevos con la edad.

Ding *et al.* (12) realizaron un estudio para investigar los efectos de los niveles dietéticos de EM y PC sobre el rendimiento de la puesta, la calidad del huevo y los índices bioquímicos en suero de gallinas ponedoras Fengda-1.

En un arreglo factorial 2x3, 2,400 ponedoras de Fengda-1 (32 semanas de edad) fueron asignadas aleatoriamente a 6 dietas experimentales con 2,650 y 2,750 kcal de EM / kg de dieta, cada una con 14.50%, 15.00% y 15.50% PC, respectivamente. Cada tratamiento dietético se repitió 5 veces, y se proporcionó alimento y agua *ad libitum*. La prueba duró 10 semanas, incluido un período de aclimatación de 2 semanas y un período experimental de 8 semanas. Los resultados mostraron que el ADFI disminuyó a medida que el nivel de EM de la dieta aumentó de 2.650 a 2.750 kcal / kg ( $P < 0.05$ ). Las ponedoras alimentadas con dietas con 2.750 kcal / kg EM, exhibieron una mortalidad más alta que las alimentadas con 2.650 kcal / kg EM ( $P < 0.05$ ). Las aves alimentadas con 14,50% y 15,00% de PC tuvieron mayor producción de huevo (EP) y masa de huevo (EM) que aquellas alimentadas con 15,50% de PC ( $P < 0,05$ ). El color de la yema aumentó a medida que el nivel de EM de la dieta aumentó de 2.650 a 2.750 kcal / kg, sin embargo, el grosor de la cáscara del huevo disminuyó ( $P < 0.05$ ). Las concentraciones séricas de ácido úrico y triglicéridos en las ponedoras alimentadas con dietas con 2.750 kcal / kg de EM fueron más altas que las alimentadas con dietas con 2.650 kcal / kg de EM ( $P < 0.05$ ). No hubo interacción significativa entre EM y PC sobre el rendimiento de la puesta, la calidad del huevo o los índices bioquímicos en suero ( $P > 0.05$ ). Con base en los datos bajo las condiciones experimentales, los niveles óptimos de EM y PC en la dieta de las ponedoras de Fengda-1 fueron 2650 kcal / kg y 15.00% (33 a 41 semanas de edad).

Khatibi *et al.* (13) desarrollaron un experimento con el objetivo de evaluar los efectos de la energía dietética y la densidad de nutrientes sobre el rendimiento de las gallinas ponedoras durante el periodo de 48-60 semanas de edad, se utilizaron 768 gallinas de la línea genética Hy-line W-36 en un experimento de diseño completamente al azar (CRD) con 6 tratamientos, 8 repeticiones y 16 aves cada uno. Los tratamientos nutricionales incluyeron seis niveles de energía metabolizable (2700, 2750, 2800, 2850, 2900 y 2950 kcal / kg de dieta) y otros nutrientes aumentaron al cambiar los niveles de energía, de modo que la relación energía / nutrientes para todos los tratamientos dietéticos fue igual.

El efecto de los niveles de energía y nutrientes en la producción de huevo, la masa de huevo, la relación de conversión de alimento, la ingesta de energía y proteína fueron significativos ( $P < 0.01$ ) pero no fueron significativos en el consumo de alimento y el costo de alimento por kg de producción de huevo ( $P > 0.05$ ).

Al aumentar los niveles de energía y densidad de nutrientes, la producción de huevo, la masa de huevo, la energía y la ingesta de proteínas aumentaron linealmente, y la relación de conversión alimenticia disminuyó linealmente ( $P < 0.001$ ). Las gallinas alimentadas con una dieta de nivel de energía de 2900 kcal / kg tuvieron el más bajo índice de conversión de alimentos y los costos de alimentación por kilogramo de producción de huevo. Los resultados de este experimento mostraron que el nivel óptimo de densidad de energía en la dieta para gallinas ponedoras durante el periodo de 48-60 semanas de edad es 2900 kcal / kg de dieta (nivel recomendado por la línea Hy-Line W-36). Afrouziyeh *et al.* (14), efectuaron un estudio, donde desarrollaron un libro de trabajo Excel de programación no lineal (Microsoft Corporation, Redmond, WA) utilizando Excel Solver (Frontline Systems Inc., Incline Village, NV) para optimizar la densidad de energía y el rendimiento de las aves. En este estudio, 6 tratamientos dietéticos (2.535, 2.635, 2.735, 2.835, 2.935 y 3.035 Mcal de EM / kg) fueron alimentados a gallinas ponedoras Hy-Line W-36 ( $n = 192$ ) en la fase 2 (de 32 a 44 semana de edad). Los datos se ajustaron a ecuaciones cuadráticas para expresar la masa del huevo, el consumo de alimento y el retorno de la función objetivo sobre el costo del alimento en términos de densidad de energía. Para demostrar las capacidades del modelo, los precios de los huevos, el maíz y la harina de soya se incrementaron y disminuyeron en un 25% y el programa se resolvió para obtener el máximo beneficio y una mezcla optimizada de alimentos. Al aumentar el precio del huevo, el modelo cambió la formulación óptima de la dieta y la densidad de energía de tal manera que mejorara el rendimiento y el consumo de alimento, y aceptó una mayor concentración de energía. Por lo tanto, los productores de huevos pueden obtener ahorros considerables al usar el modelo de programación no lineal que se describe aquí, a diferencia de un modelo de programación lineal con mínimos fijos para la energía y otros nutrientes. Estos ahorros resultan de la capacidad de los modelos de programación no lineal para determinar la densidad de energía más rentable que se debe alimentar a medida que cambian los precios de la energía y las proteínas.

### **Genética de las gallinas y persistencia de producción**

La persistencia mejorada genéticamente de las gallinas ponedoras comerciales permite a los productores de huevos mantener las parvadas durante más tiempo en producción, siempre que se pueda mantener la calidad de la cáscara del huevo (15).

Las ponedoras modernas de huevo blanco y huevo marrón exhiben un potencial de producción muy alto en diferentes sistemas de alojamiento y pueden mantenerse hasta 80 semanas de producción, sin muda. Los productores de huevos reconocen los resultados de la selección genética en curso en términos de una mayor persistencia de la tasa de conversión de alimento y puesta.

El aumento en la producción de huevos de gallina se debe principalmente a una mayor longitud de puesta y a la uniformidad mejorada de las parvadas. Un objetivo popular es 500 huevos en un ciclo, y esto ya ha sido superado en muchas parvadas. La mayoría de los productores de huevos se dan cuenta de la disminución de la calidad de la cáscara de huevo como un factor limitante hacia el final de un largo ciclo de puesta y se centran en la nutrición de calcio al principio de la vida del próximo lote (15).

Wu *et al.* (16) demostraron que la línea genética de gallina tiene un efecto significativo sobre la masa del huevo. Es importante que los productores desarrollen sus funciones de producción con los stocks genéticos y en las condiciones que utilizarán comercialmente.

### **Densidad nutricional**

La densidad de nutrientes en la dieta debe ajustarse para permitir la ingesta adecuada de nutrientes según los requerimientos y la ingesta real de alimento. Sobre la base de estos hechos, varios investigadores y nutricionistas de aves de corral han dirigido a lo largo de los años su investigación para encontrar diversas estrategias destinadas a administrar la ingesta de energía alimentaria en aves de corral para reducir el costo de producción y también mejorar la calidad de los productos avícolas (1).

Se ha convertido en una práctica común reducir la densidad de nutrientes del alimento durante el período de puesta para reducir los costos de alimentación y al mismo tiempo controlar el tamaño del huevo. Pero las gallinas ponedoras intentarán ajustar su ingesta de alimento para satisfacer su demanda de energía y responderán a la reducción de la densidad de nutrientes y la energía de la fórmula al aumentar el consumo de alimento, con más aminoácidos y proteínas crudas de las que necesitan. Por lo tanto, se recomendaría mantener constante el nivel de energía durante el período de puesta y reducir los aminoácidos y las proteínas crudas (15).

### **Consumo de alimento**

Factores como los factores dietéticos (composición de nutrientes dietéticos, formulación de alimentos, niveles de inclusión de ingredientes y calidad de pellets) y factores de gestión (disponibilidad de alimento y agua para las aves, gestión ambiental, densidad de población y control de enfermedades) influyen individual o colectivamente en el consumo de alimento en la producción avícola.

Entre los factores mencionados anteriormente, se ha informado que los factores dietéticos (composición de nutrientes de la dieta) tienen un efecto grande / significativo, y la ingesta de energía dietética tiene el efecto más predecible en la ingesta de alimento cuando se aplica en aves de corral (10).

### **Densidad energética y consumo de alimento**

El consumo de alimento está influenciado por varios factores, como la producción de huevos, la edad de las aves y los aspectos ambientales y de manejo (8). Las gallinas ponedoras ajustan su consumo de alimento por su consumo de energía (17),

Las gallinas ponedoras comerciales tienden a regular su consumo de alimento en función de sus requerimientos de energía, y, por lo tanto, las aves con similar nivel de producción, peso corporal y línea genética, y sometidas a condiciones ambientales y de manejo similares, tienden a regular su ingesta de energía, independientemente del régimen de alimentación (17). Aunque esto se observa en el campo y está respaldado por la literatura, algunos autores obtuvieron resultados diferentes (8). Rao *et al.* (18) demostraron que las gallinas ajustarían linealmente su consumo de alimento en respuesta al aumento o disminución de la densidad de nutrientes.

Wu *et al.* (16) mostraron que cuando la energía de la dieta aumentó de 2.719 a 2.956 kcal de energía metabolizable aparente (AMEn) / kg corregido con nitrógeno, las gallinas ajustaron su ingesta de alimento de 107.6 a 101.1 g / gallina por día para lograr una cantidad similar de ingesta de energía dietética.

Valkonen *et al.* (19) observaron un aumento en el consumo de alimento con niveles crecientes de energía en la dieta; sin embargo, los autores usaron niveles muy bajos de AMEn (2390 y 2629 kcal / kg de alimento), pero como los alimentos contenían concentraciones de nutrientes iguales, excepto por la energía, la ingesta de alimento puede haber estado limitada por el suministro excesivo de algún otro nutriente.

Jalal *et al.* (20) reportaron una mayor ingesta de energía a medida que aumentaron los niveles de AMEn en la dieta.

Harms *et al.* (21) alimentaron dietas con niveles de EM de 2519, 2798 y 3078 kcal / kg a cuatro líneas genéticas de aves, incluida Hyline Brown. La dieta de alta energía contenía casi un 6% de aceite de maíz. Las gallinas alimentadas con la dieta baja en energía consumieron 8.5% más alimento que las de la dieta media, mientras que las gallinas en la dieta alta energía consumieron solo 1.5% menos alimento, lo que indica que "las gallinas son más sensibles a reducir la energía que aumentar la

energía en la dieta”. Las aves Hy-line Brown fueron sorprendentemente más sensibles a los cambios de energía que las aves Hy-line W36 o DeKalb White.

Es ampliamente aceptado en la nutrición avícola, que los requerimientos de nutrientes deben expresarse en gramos por megacaloría para tener en cuenta el efecto de la energía sobre el consumo de alimento (22; 23; 24), se puede derivar una función de respuesta de las aves en términos de densidad de energía dietaria a partir de datos experimentales o industriales para analizar la rentabilidad (25).

### **Requerimiento de energía en gallinas de postura**

Existe una amplia variación en las recomendaciones de niveles de energía para gallinas ponedoras comerciales entre las guías de manejo de las líneas genéticas y entre estas guías y las tablas desarrolladas por instituciones de investigación, como el NRC (5) y las Tablas brasileñas para aves y cerdos (26, 8).

Leeson *et al.* (27) encontraron que mientras se mantenga el balance de nutrientes en las dietas de baja densidad, las dietas con un nivel de AMEn tan bajo como 2,465 kcal / kg y la proteína cruda (PC) tan baja como 15.2% pueden ser adecuadas para soportar un ciclo completo de producción.

En las primeras etapas del ciclo de puesta, las gallinas jóvenes tienen diferentes requerimientos de nutrientes que las gallinas mayores, y por lo general necesitan mayores concentraciones de nutrientes debido a la baja ingesta de alimento (5).

Se ha demostrado que, para las líneas comerciales desarrolladas en Australia, el consumo excesivo de energía puede ocurrir cuando la dieta contiene más de 12 MJ / kg de energía metabolizable (EM) (2866.15 Kcal/Kg). Sin embargo, las líneas de huevo marrón "importadas" (ISA Brown y Hy-Line Brown), que recientemente se han vuelto extremadamente populares, producen considerablemente más masa de huevo y generalmente convierten el alimento en masa de huevo de manera más eficiente que las líneas locales, por lo tanto, puede ser que sus requerimientos nutricionales sean más precisos y que su respuesta a los cambios en el contenido de energía de la dieta son diferentes, particularmente en el extremo inferior del espectro. Los niveles de energía sugeridos por las casas genéticas están en la región de 11.5-12 MJ / kg (2746.73 – 2866.15 Kcal/Kg), pero no hay evidencia que respalde estas recomendaciones en condiciones australianas.

La mejora continua de las aves de corral, especialmente los pollos de engorde a través de la selección genética, desarrollada inicialmente al enfocarse en el crecimiento y la tasa de puesta, luego, teniendo en cuenta otros aspectos fisiológicos, ha reforzado el potencial de las aves de corral para una mejor eficiencia alimenticia. Desde una perspectiva nutricional, dicha selección genética ha llevado a

cambios en los requerimientos de nutrientes de las aves mejoradas, lo que infiere que los fabricantes de alimentos han tenido que cambiar continuamente las características del alimento (28).

### **Densidad energética y eficiencia**

La importancia de la energía dietaria en la alimentación avícola no puede ser sobre enfatizado porque se ha reportado que aumentar o disminuir la energía de la dieta afecta la ingesta de alimento además de promover o socavar la utilización eficiente del alimento y la tasa de crecimiento (29; 30).

Leeson *et al.* (27) encontraron que cuando las aves fueron alimentadas con dietas con la menor densidad de nutrientes produjeron la menor cantidad de huevos y una tendencia en el tamaño reducido del huevo. Además, ellos reportaron que una disminución en la densidad de nutrientes mostró una disminución en la eficiencia alimenticia.

La eficiencia de la utilización de la energía alimentaria tanto para el aumento de peso como para la producción de huevos tiende a disminuir a medida que aumenta la densidad de energía alimentaria (31).

Jalal *et al.* (32) alimentaron a gallinas ponedoras Hyline W-36 jóvenes (21 semanas de edad) con dietas con niveles de AMEn de 2800, 2850 y 2900 kcal / kg y no observaron diferencias en el consumo de alimento, consumo de AMEn, producción de huevo, peso corporal o peso del huevo.

La inclusión del aceite de soya en las dietas ricas en energía tiene un efecto positivo sobre la relación de conversión alimenticia debido a su efecto extracalórico y porque reduce la tasa de paso de alimento (17).

Grobas *et al.* (33) mencionaron que, en general, los efectos del nivel de energía de la dieta sobre la relación de conversión alimenticia de las gallinas de postura están enmascarados por el uso de aceites y grasas en las dietas de mayor energía.

Mateos *et al.* (34), reportaron que la grasa suplementaria retrasa el tiempo de tránsito intestinal de la digesta, permitiendo un mejor contacto entre los componentes de la digesta y las enzimas endógenas presentes en el tracto gastrointestinal, lo que a su vez podría mejorar la utilización de nutrientes.

### **Energía de la dieta y respuesta productiva**

El efecto de la energía dietética y las concentraciones de proteínas sobre el rendimiento de las aves domésticas ha sido objeto de varios estudios (35).

Algunos estudios reportan que la producción de huevos puede mejorarse aumentando la proteína y disminuyendo el nivel de energía en la dieta (36, 37).

Guangbing *et al.* (38) no encontraron ningún efecto de la energía alimentaria sobre la producción de huevos.

Un estudio de Kang *et al.* (39), utilizando un total de trescientas veinte gallinas ponedoras Hy-Line Brown de 33 semanas de edad fueron asignadas de manera uniforme a cuatro dietas experimentales de 2.750, 2.850, 2.950 y 3.050 kcal AMEn/Kg en corrales con pisos cubiertos con cama profunda de cáscaras de arroz.

Los resultados indicaron que la ingesta de AMEn aumentó (lineal,  $P < 0.05$ ) con el nivel de inclusión de AMEn incrementadas en las dietas, desde 366.1 Kcal/gallina (Dieta con 2750 Kcal/Kg) hasta 387.3 Kcal/gallina (Dieta con 3050 Kcal/Kg). Se mejoró (lineal,  $P < 0.01$ ) la ingesta de alimento (desde 133.1 g/gallina con la dieta con 2750 Kcal/Kg hasta 126.9 g/gallina con la dieta con 3050 Kcal/Kg) y la relación de conversión de alimento (Desde 2.52 con la dieta con 2750 Kcal/Kg hasta 2.34 con la dieta con 3050 Kcal/Kg), pero no afectó la producción, masa de huevo y calidad de huevo.

### **Energía de la dieta y respuesta económica**

El concepto de alimentar concentraciones económicamente óptimas de nutrientes basadas en funciones de rendimientos decrecientes no es nuevo, pero rara vez se ha utilizado en nutrición (40). Los métodos estáticos de formulación de dietas ignoran la importancia de la economía y no son adecuados para optimizar los rendimientos económicos del proceso de producción de huevos. La reducción de los costos de alimentación puede hacer que el lado del costo de la ecuación parezca atractivo, pero la pérdida resultante en el rendimiento puede tener efectos negativos en la rentabilidad. Debido a que la respuesta de las aves a la densidad energética es un fenómeno de rendimiento decreciente, debe evaluarse económicamente para estimar un nivel óptimo económico en lugar de un máximo biológico (14).

No existe un método informático dinámico confiable de formulación de dietas para determinar cómo los precios cambiantes de los ingredientes de huevo y alimento afectan el rendimiento y la densidad de energía de la dieta que maximiza el margen sobre el costo del alimento (14).

Los niveles de energía económicamente óptimos en las dietas avícolas dependen de una serie de factores incontrolables que determinan los precios que pagan las fábricas de piensos por cereales y subproductos de cereales. Los niveles recomendados de energía metabolizable (EM) para líneas genéticas específicas de aves pueden diferir sustancialmente de los niveles que aparecen en las soluciones de las formulaciones de formulación de alimentación de menor costo (LCF) (cuando se permite que el nivel de EM fluctúe) (2).

Existe una amplia gama de niveles de energía en la dieta (2,684 a 2,992 kcal de energía metabolizable [EM] / kg) que actualmente utiliza la industria del huevo (39).

Sin embargo, existe información limitada sobre el nivel ideal de energía dietaría requerido para una óptima respuesta productiva de gallinas de postura (41).

La variabilidad cuando se aplican las estrategias de energía dietaría podría deberse a varios factores, como el genotipo, la composición de la dieta, el contenido de nutrientes digestibles, la relación energía / proteína, la forma y el procesamiento de los alimentos, el medio ambiente y las enfermedades. Merece la pena considerar mecanismos adecuados para mantener constantes estas fuentes de variación cuando se aplica el manejo de la energía dietaría (1).

En base a lo mencionado se diseñó este estudio con el objetivo de determinar la densidad energética de la dieta que optimice la respuesta económica y productiva de gallinas de postura.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 Nivel y tipo de investigación

El presente estudio corresponde a una investigación aplicada y experimental.

### 2.2 Fecha y lugar de ejecución

El periodo del estudio experimental fue de 8 semanas y considerando las adaptaciones previas el procesamiento de datos, análisis estadístico e informe final y de acuerdo con la normativa vigente, la investigación comprende 4 meses.

Fecha de inicio de la investigación: Junio del 2022.

Fecha de culminación de la investigación: Octubre del 2022.

El presente experimento se llevó a cabo en la unidad de investigación, enseñanza y extensión en gallinas de postura y el Laboratorio de Investigación en Nutrición R & D de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” - ICA – Ex - Fundo Hijaya Chincha – Ica – Perú.

### 2.3 Localización geográfica y meteorológica

La ciudad de Chincha está ubicada a 188 kilómetros al sur de Lima, sobre los 94 m s. n. m. Con una latitud de 13°27'00'' S y longitud de 76°08'00'' O. Una temperatura mínima promedio de 19.25°C y temperatura máxima promedio de 26.95°C. Humedad relativa mínimo promedio de 58.75 % y humedad relativa máxima promedio de 93.25 % (Estación Meteorológica de Chincha, FONAGRO (42)).

#### LOCALIZACION GEOGRAFICA Y METEOROLOGICA.

Latitud .....	13°27'45''
Longitud .....	76°08'00''
Altitud .....	50 msnm
Temperatura min. promedio.....	19.25°C
Temperatura máx. promedio .....	26.95°C
Humedad Relativa m. promedio .....	58.75 %
Humedad Relativa M. promedio .....	93.25 %

Fuente: Estación Meteorológica de Chincha (FONAGRO - 2019)

## 2.4 Materiales y equipo

### a. Jaulas

Las jaulas son de malla metálica. Cada una de las unidades experimentales contaba con un comedero independiente y bebedero para efectos de determinar el consumo del alimento y se confeccionaron registros para la toma de los datos en cada una de las variables evaluadas.

### b. Aves experimentales

Se utilizaron gallinas de la línea Lohmann Brown de 53 semanas de edad.

#### Tamaño de muestra de gallinas utilizadas

Se utilizaron 64 gallinas de postura. El cálculo de la muestra se realizó utilizando la fórmula de comparación de medias para contraste de hipótesis reportada por Gallego (43):

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Dónde:

$Z_{\alpha}$  = valor de Z correspondiente al riesgo  $\alpha$  fijado = 0.05 (1.645);

$Z_{\beta}$  = valor de Z correspondiente al riesgo  $\beta$  fijado = 0.20 (0.842);

S = desviación estándar (\*) =  $\pm 2.85$  (masa de huevo)

d = valor mínimo de la diferencia en la masa de huevo que se consideró para detectar en los huevos de gallinas (6).

(\*) = El valor referencial de desviación estándar de la masa de huevo se obtuvo del estudio de Manrique (2019)

$$n = 2(1.645 + 0.842)^2 * 2.85^2 / 6^2 = 2.79 = 3 \text{ gallinas}$$

Se calculó 3 gallinas por unidad experimental

Sin embargo, dado la disponibilidad, se aumentó el tamaño de la muestra a 4 aves por unidad experimental. Considerando 4 grupos experimentales como tratamiento y 4 repeticiones por cada uno, se tienen 16 unidades en total, lo que corresponde a 64 gallinas de postura.

### c. Equipos:

- Balanza analítica.
- Balanza de plataforma.
- Equipo analizador de huevo DET 6500 (Nabel – Japón).

## **2.5 Técnicas e instrumentos de la recolección de información**

- **Observación:** Desde el inicio del experimento todas las unidades experimentales estuvieron bajo observación para verificar que se cumpla con el plan establecido. Se observó el consumo de alimento, ventilación del ambiente, estado sanitario de las aves, temperatura del galpón, características de las heces, mortalidad entre otros factores.
- **Registros:** Consistió en registrar todos los datos que corresponde a las variables dependientes en estudio como es producción de huevo, masa de huevo, peso de huevo, etc.
- **Hojas de cálculo de Excel:** Se utilizó las hojas de cálculo de Excel para efectos de estimar y calcular los indicadores de los datos primarios como por ejemplo consumo de alimento, producción de huevo, etc.
- **Tablet:** Este dispositivo fue utilizada para registrar, almacenar y realizar los cálculos de los datos tabulados.

## **2.6 Metodología experimental**

Comprendió una etapa preexperimental que tuvo una duración de 2 semanas. Durante esta etapa se acondicionó las instalaciones, corrales experimentales, materiales y equipos respectivos que se utilizaron en la prueba, así también se tomaron las medidas necesarias de la bioseguridad.

La etapa experimental tuvo una duración de 8 semanas y se inició con la aplicación de los tratamientos y diseño experimental establecido.

## **2.7 Alimentación y formulación de las dietas**

Para la formulación de las dietas se utilizaron ingredientes alimenticios clásicos como el maíz molido, torta de soya, aceite de soya, carbonato de calcio, fosfato di cálcico y fuentes de minerales y vitaminas, así como aditivos no nutricionales.

Se formularon 4 dietas balanceadas de acuerdo con cada tratamiento. Las especificaciones de los nutrientes son de acuerdo a la densidad energética baja, estándar, alta y muy alta (ANEXO 1).

Para la confección de las fórmulas de las dietas alimenticias se utilizó el Software de formulación OPTIMAL de AJINO MOTO (2003) y el LP máxima rentabilidad (44).

Las fórmulas de las dietas balanceadas utilizadas se encuentran en el anexo.

La alimentación fue *ad libitum*.

## 2.8 Programa sanitario y de manejo

Todas las aves en prueba recibieron un programa sanitario, alimentación, manejo y condiciones ambientales similares, siguiendo los protocolos que normalmente se emplean bajo las condiciones de granja.

## 2.9 Variables evaluadas

### Variable independiente:

La densidad energética de la dieta. Se utilizaron 4 densidades energéticas.

### Variables dependientes:

#### Respuesta productiva:

**a. Costo de alimentación:** Calculado a partir del costo de la dieta, consumo de alimento y masa de huevo producido por cada gallina durante todo el periodo de prueba.

**b. Margen bruto:** Margen económico sobre costo de alimentación: Calculado a partir del ingreso bruto (S/) por kg de masa de huevo producido por gallina menos el costo de alimentación por cada Kg de masa de huevo producido por cada gallina durante todo el periodo del estudio.

**c. Retribución económica:** Calculado como la proporción del margen económico comparado entre tratamientos.

**d. Producción de huevo:** Se calculó sumando la cantidad total de huevos producidos, se dividió entre el número de gallinas y se multiplicó por cien. Los valores se dan en porcentaje

**e. Consumo de alimento:** Se cuantificó como la diferencia del alimento ofrecido menos el residuo que fue calculado semanalmente y promediado en g/ave/día.

**f. Conversión alimenticia:** Se obtuvo del cálculo de la relación del consumo de alimento entre la masa de huevo. Las unidades de medida están en Kg/Kg.

**g. Eficiencia energética:** Se obtuvo del cálculo del consumo de energía metabolizable (consumo de alimento \* nivel de EM de la dieta) entre la masa de huevo. Se representa en Mcal de EM consumida por Kg de masa de huevo.

**h. Peso de huevo:** Se pesaron diariamente los huevos, se sumaron y se dividieron entre el número de huevos. Es expresado en gramos.

**i. Masa de huevo:** Su cálculo se realizó multiplicando el porcentaje de postura por el peso promedio de los huevos y dividió entre cien. Se expresa en gramos/gallina/día.

#### j. Calidad de huevo:

##### - Unidad Haugh:

Se determinó de acuerdo a la metodología de Eisen *et al.* (45), utilizando la siguiente fórmula (Test de Unidad Haugh)

$$HU = 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.57)$$

Dónde:

HU: Unidad Haugh

H: altura del albumen en mm

W: peso del huevo en gramos

7,57: factor de corrección para la altura de albumen

1,7: factor de corrección para el peso del huevo

Se utilizó el equipo analizador de huevo DET 6500 (Nabel – Japón)

- **Pigmentación de la yema de huevo:** Se utilizó el abanico colorimétrico de color de yema (DSM) que presenta una escala de color de 1 a 16.

- **Índice de la yema:** Es la relación entre la altura de la yema y su diámetro.

### 2.10 Diseño de la investigación

Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente siguiendo el protocolo de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Cada uno de los tratamientos tuvo 4 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales (4 gallinas por unidad experimental). Se utilizaron un total de 64 aves.

#### Modelo matemático:

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij}$$

$$i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\varphi_{ij}$  = error experimental en la unidad j del tratamiento i

$\varphi_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$ .

### 2.11 Tratamientos experimentales

T-1: Dieta con densidad energética baja (2670.50 Kcal/Kg de EM)

T-2: Dieta con densidad energética estándar (2725 Kcal/Kg de EM)

T-3: Dieta con densidad energética alta (2779.5 Kcal/Kg de EM)

T-4: Dieta con densidad energética muy alta (2834 Kcal/Kg de EM)

## 2.12 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron procesados y analizados estadísticamente mediante los siguientes análisis:

- Análisis de Supuestos estadísticos: Para efectuar un análisis de Varianza confiable, se deben cumplir con algunos supuestos estadísticos como: la independencia de las observaciones, homogeneidad de variancia que mide la homocedasticidad y la Normalidad de datos que nos indicará que los valores numéricos de la variable dependiente siguen una distribución o curva normal.
- Análisis de variancia: Técnica de análisis estadístico que nos permitirá comparar los datos numéricos promedios de los cuatro tratamientos, consistente en dividir la variabilidad observada en componentes independientes atribuidas al efecto de los factores de tratamientos y determinar si estos valores de datos numéricos desde el punto de vista estadístico son significativamente diferentes entre los cuatro tratamientos.
- Prueba de comparación de medias de Tukey: Se aplicó para comparar los promedios de los tratamientos cuando el efecto de tratamiento es significativo a  $P \leq 0.05$ .
- Estadística descriptiva (Estadígrafos de posición y dispersión, como media aritmética, media geométrica, y desviación estándar).

Para el procesamiento de los datos y su análisis estadístico respectivo se hizo uso del procedimiento del modelo general lineal (MGL) de SAS (46), versión 9.4.

Se fijó un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$  para los efectos de la significancia estadística.

### III. RESULTADOS

#### Producción de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia

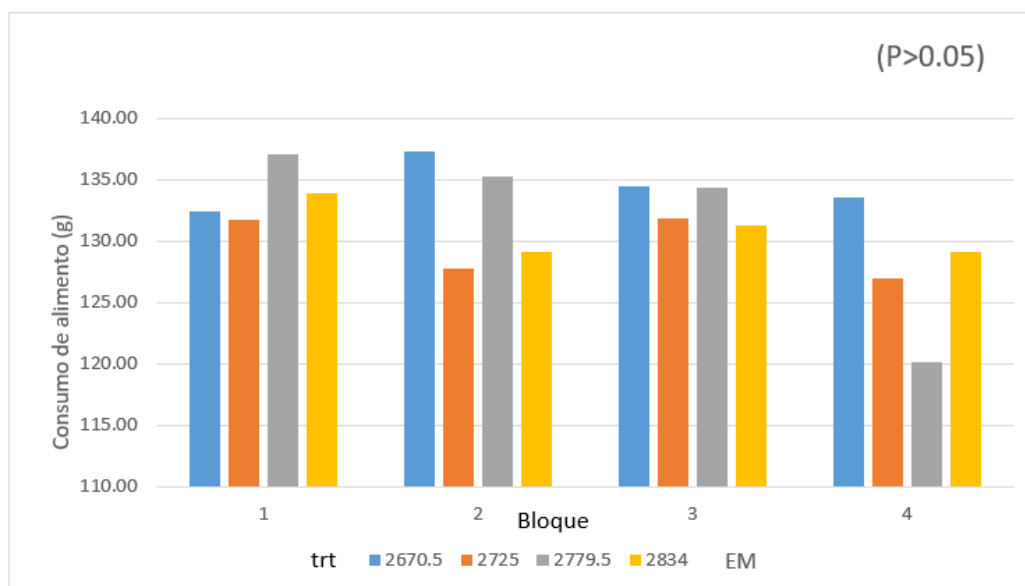
En la tabla 1 se presentan los resultados de la producción de huevos, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia lo que no fueron afectados significativamente ( $P>0.05$ ) por las diferentes densidades energéticas de las dietas evaluadas.

**Tabla 1: Efecto de la densidad energética sobre la producción de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia de gallinas de postura**

TRATAMIENTOS (Dietas)	Producción de huevos (%)	Consumo de alimento (g/ave/día)	Conversión alimenticia (Kg/Kg)
T-1 2670.5 Kcal EM/Kg	95.53 ±1.50	134.41 ±2.081	2.12 ±0.052
T-2 2725 Kcal EM/Kg	95.98 ±1.18	130.44 ±2.314	2.00 ±0.032
T-3 2779.5 Kcal EM/Kg	95.42 ±0.98	131.71 ±7.825	2.07 ±0.135
T-4 2834 Kcal EM/Kg	93.30 ±1.89	130.85 ±2.267	2.05 ±0.104
<b>Probabilidad</b>			
<b>P-value</b>	0.2570	0.3887	0.5611

P-value > 0.05 = no significativo

**Figura 1. Efecto de la densidad energética sobre el consumo de alimento de gallinas de postura.**



## Eficiencia energética, peso y masa de huevo

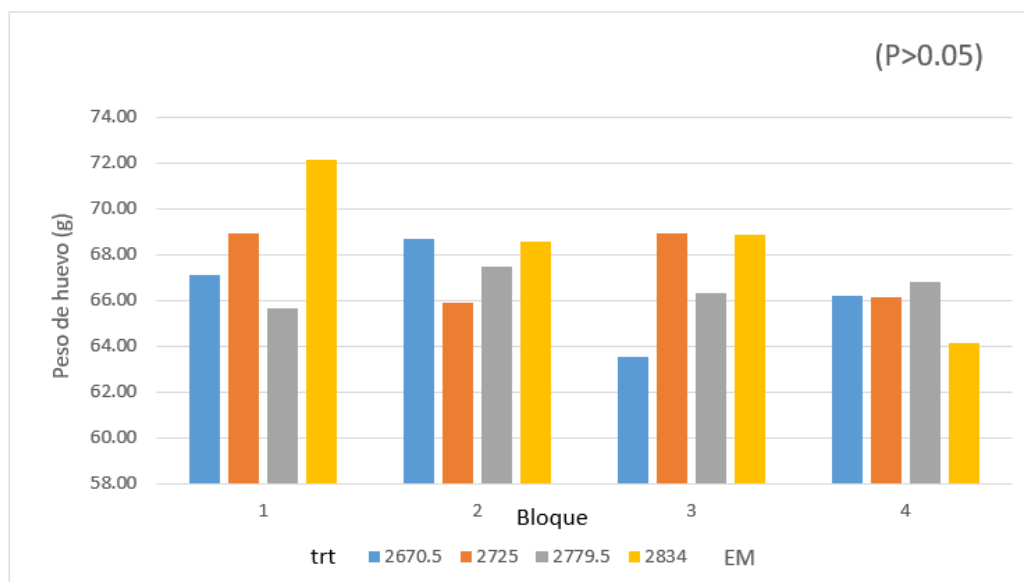
En la tabla 2 se muestran los resultados de la eficiencia energética (conversión calórica), peso y masa de huevo. Estas características productivas no fueron afectadas significativamente ( $P > 0.05$ ) por las densidades energéticas evaluadas.

**Tabla 2: Efecto de la densidad energética sobre la eficiencia energética, peso y masa de huevo de gallinas de postura**

TRATAMIENTOS (Dietas)	Eficiencia energética (Mcal/Kg masa)	Peso de huevo (g/huevo)	Masa de huevo (g/día)
T-1 2670.5 Kcal EM/Kg	5.66 ±0.139	66.38 ±2.14	63.41 ±1.71
T-2 2725 Kcal EM/Kg	5.45 ±0.089	67.91 ±1.73	65.19 ±2.08
T-3 2779.5 Kcal EM/Kg	5.76 ±0.375	66.55 ±0.75	63.50 ±0.44
T-4 2834 Kcal EM/Kg	5.82 ±0.296	68.41 ±3.29	63.87 ±4.23
<b>Probabilidad</b>			
<b>P-value</b>	0.4581	0.5946	0.9335

P-value > 0.05 = no significativo

**Figura 2 Efecto de la densidad energética sobre el peso de huevo promedio de gallinas de postura.**



### Unidad Haugh, pigmentación de yema e índice de yema

En la tabla 3 se presentan los resultados de características de calidad de huevo. La unidad Haugh, pigmentación de yema e índice de yema no fueron afectados significativamente ( $P > 0.05$ ) por las densidades energéticas evaluadas.

**Tabla 3: Efecto de la densidad energética sobre la unidad Haugh, pigmentación de yema e índice de yema de huevo de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS (Dietas)</b>	<b>Unidad Haugh (u)</b>	<b>Pigmentación yema (score)</b>	<b>Índice yema (r)</b>
<b>T-1 2670.5 Kcal EM/Kg</b>	93.67 $\pm$ 4.50	6.85 $\pm$ 0.341	0.430 $\pm$ 0.005
<b>T-2 2725 Kcal EM/Kg</b>	89.23 $\pm$ 4.22	6.86 $\pm$ 0.230	0.442 $\pm$ 0.011
<b>T-3 2779.5 Kcal EM/Kg</b>	86.75 $\pm$ 7.85	7.05 $\pm$ 0.525	0.440 $\pm$ 0.007
<b>T-4 2834 Kcal EM/Kg</b>	92.65 $\pm$ 2.68	6.75 $\pm$ 0.525	0.418 $\pm$ 0.018
<b>Probabilidad</b>			
<b>P-value</b>	0.2469	0.9895	0.0392

P-value > 0.05 = no significativo

### Costo de alimentación, margen bruto y retribución económica

En la tabla 4 se observa que la densidad energética estándar con 2725 Kcal/Kg de EM maximiza la respuesta económica de las gallinas de postura. Este tratamiento logró el menor costo de alimentación en S/Kg de masa de huevo producido por gallina durante todo el periodo de la prueba, de la misma manera logró el máximo margen bruto y retribución económica que fue +7.19% que una dieta con densidad energética muy alta (2834 Kcal/Kg) y +10.82% que una dieta con densidad energética baja (2670.5 Kcal/Kg).

**Tabla 4: Efecto de la densidad energética sobre el costo de alimentación, margen bruto y retribución económica de gallinas de postura**

<b>TRATAMIENTOS (Dietas)</b>	<b>Costo de alimentación (S/Kg masa)</b>	<b>Margen bruto (S/)</b>	<b>Retribución económica (%)</b>
<b>T-1 2670.5 Kcal EM/Kg</b>	3.11680853	6.69190937	89.18
<b>T-2 2725 Kcal EM/Kg</b>	2.94575555	7.50328656	100.00
<b>T-3 2779.5 Kcal EM/Kg</b>	3.05659488	6.91489333	92.15
<b>T-4 2834 Kcal EM/Kg</b>	3.06072326	6.96433684	92.81

Costo del alimento (S/Kg): T-1 (S/1.469); T-2 (S/1.471); T-3 (S/1.473); T-4 (S/1.490)

Precio venta huevo (S/Kg) = 5.00

#### IV. DISCUSION

En función de las condiciones y diseño del estudio los resultados indican que las gallinas de postura se adaptan a diferentes densidades energéticas manteniendo la respuesta productiva y calidad de huevo. Esta respuesta es una información que ya se han obtenido en otros estudios anteriores en las líneas genéticas de gallinas de postura modernas. En esta línea, dado que la energía es un principal factor del costo de la dieta y costo de alimentación, se hace necesario hacer las evaluaciones económicas respectivas. La óptima densidad energética encontrada fue la dieta con 2725 Kcal de EM/Kg, es la que maximiza la respuesta económica.

En la industria del huevo también se utilizan varios niveles de energía dietética (2684–2992 kcal de energía metabolizable) (46). Bajo nuestras condiciones comerciales es común encontrar fórmulas con variación de densidad energética que van desde 2700 a 2800 Kcal pero que dependen del tipo de ingredientes que cada una de las granjas utilizan. En esta línea, muchos elaboran fórmulas de baja densidad energética para manejar sus costos. Esta estrategia funciona siempre y cuando incluyan aceite de buena calidad en la dieta. Por otro lado, también es importante que las dietas tengan el perfil de aminoácidos deseados que estén en una relación adecuada con la energía, como es el caso de las fórmulas evaluadas.

Según estudio de Kim and Kang (47), las gallinas alimentadas con una dieta rica en AMEn (2800 kcal/kg) tienden a consumir energía en exceso, lo que afecta positivamente su consumo de alimento y su tasa de conversión alimenticia, pero no la producción de huevos ni la masa de huevos. Este resultado contrasta con los resultados del presente estudio donde la respuesta productiva fue similar estadísticamente. Es frecuente encontrar fórmulas con alta densidad energética, pero con proteínas y aminoácidos reducidos, bajo esta situación es posible que la respuesta se vea afectada.

Estos resultados obtenidos con líneas genéticas modernas son de interés comercial. Se deben hacer reevaluaciones frecuentes ya que información sobre el nivel ideal de energía dietética necesaria para un rendimiento óptimo de la puesta es limitada (16)

Leeson *et al.* (48) demostraron que la producción de huevos por día de gallina no está influenciada por los niveles de energía de la dieta. Sin embargo, cuando la ingesta de energía es deficiente, la producción de huevos disminuye. Es necesario considerar que, si bien la energía es un factor clave para el costo y respuesta productiva de la gallina de postura, existen otros factores relacionados desde el punto de vista nutricional y también de las condiciones de temperatura y humedad del ambiente. La respuesta no es la misma en condiciones de verano o de invierno cuando las crianzas son en galpones abiertos.

Resultados de otros estudios observaron que las gallinas alimentadas con dietas más energéticas producen huevos más pesados (49). Este resultado no lo encontramos bajo el presente estudio, se tendría que precisar la línea genética, edad y el tipo de dieta utilizada.

Un estudio llevado a cabo por Kumar *et al.* (50) evaluaron los efectos de cuatro niveles de energía dietética (2710, 2850, 2870 y 2890 kcal/kg) y tres niveles de densidad de nutrientes (metionina + cisteína: 0,56 %, 0,85 %, 0,80 % y proteína cruda: 14,5 %, 19%, 18%) en gallinas de postura Hy-line Brown en el periodo pre-pico y pico de postura. Las diferencias en los contenidos de energía y densidad de nutrientes de las dietas no mostraron un efecto significativo ( $P>0.05$ ) en la ganancia diaria promedio, el consumo diario promedio de alimento, el índice de conversión alimenticia, el peso del huevo o la producción de huevos de las gallinas durante los períodos previo al pico y pico. Sin embargo, se encontró que las gallinas sometidas a 2890 kcal/kg durante el período previo al pico pusieron huevos con cáscaras significativamente más gruesas, y se encontró que el color de la yema mejoró significativamente en las gallinas alimentadas con esta dieta durante los períodos previo al pico y pico. Por el contrario, no se detectó efectos significativos de la energía dietética o la densidad de nutrientes sobre la unidad Haugh o la fortaleza de la cáscara del huevo.

Si bien en el estudio no se encontró diferencias en el consumo de alimento, es necesario tener en cuenta sobre el consumo de alimento que obedece a otros factores, como la relación de la EM con los aminoácidos de la dieta que en este caso probablemente estuvieron en una relación adecuada, porque en situaciones cuando hay reducción de aminoácidos se puede ocasionar una deficiencia que podría conllevar a un aumento o sobreconsumo de alimento.

El consumo excesivo de energía en gallinas post-pico de alta producción puede predisponerlas a trastornos metabólicos, uno de los cuales es el síndrome hemorrágico del hígado graso (51). Si bien esta alteración es multifactorial una dieta alta con energía y una reducción de la proteína puede inducir a este problema.

Las gallinas ponedoras intentarán ajustar su ingesta de alimento para satisfacer su demanda de energía y responderán a la reducción de la densidad de nutrientes y la energía de la fórmula al aumentar el consumo de alimento, con más aminoácidos y proteínas crudas de las que necesitan. Por lo tanto, se recomendaría mantener constante el nivel de energía durante el período de puesta y reducir los aminoácidos y las proteínas crudas (15), sin embargo, esto no siempre es así ya que obedece a otros factores.

Las gallinas ponedoras comerciales tienden a regular su consumo de alimento en función de sus requerimientos de energía, y, por lo tanto, las aves con similar nivel de producción, peso corporal y línea genética, y sometidas a condiciones ambientales y de manejo similares, tienden a regular su ingesta de energía, independientemente del régimen de alimentación (17). Aunque esto se observa en el campo y está respaldado por la literatura, algunos autores obtuvieron resultados diferentes (8). Leeson *et al.* (27) encontraron que mientras se mantenga el balance de nutrientes en las dietas de baja densidad, las dietas con un nivel de AMEn tan bajo como 2,465 kcal / kg y la proteína cruda (PC) tan baja como 15.2% pueden ser adecuadas para soportar un ciclo completo de producción.

Grobas *et al.* (33) mencionaron que, en general, los efectos del nivel de energía de la dieta sobre la relación de conversión alimenticia de las gallinas de postura están enmascarados por el uso de aceites y grasas en las dietas de mayor energía. Muchas veces la respuesta de la gallina no es la misma cuando la dieta tiene aceite de inclusión comparada a otra dieta que no la tiene.

Incluir aceites en la dieta tiene muchas ventajas. Mateos *et al.* (34), reportaron que la grasa suplementaria retrasa el tiempo de tránsito intestinal de la digesta, permitiendo un mejor contacto entre los componentes de la digesta y las enzimas endógenas presentes en el tracto gastrointestinal, lo que a su vez podría mejorar la utilización de nutrientes.

Los métodos estáticos de formulación de dietas ignoran la importancia de la economía y no son adecuados para optimizar los rendimientos económicos del proceso de producción de huevos. La reducción de los costos de alimentación puede hacer que el lado del costo de la ecuación parezca atractivo, pero la pérdida resultante en el rendimiento puede tener efectos negativos en la rentabilidad. Debido a que la respuesta de las aves a la densidad energética es un fenómeno de rendimiento decreciente, debe evaluarse económicamente para estimar un nivel óptimo económico en lugar de un máximo biológico (14). En este sentido según los resultados y bajo las condiciones del presente estudio se encontró que la óptima densidad energética que maximiza la respuesta económica fue la dieta con 2725 Kcal de EM/Kg. Es necesario indicar que esta dieta, según fórmula, tiene inclusión de aceite de soya que estuvo en 1%, similar a las dietas 1 y 3, mientras que la dieta 4 que es de muy alta densidad tuvo un nivel de 1.66% de aceite. Esta característica es importante señalar ya que bajo condiciones comerciales muchas veces se utilizan dietas con niveles bajo de energía cercano a 2725 y no se obtienen buena respuesta productiva, en muchos casos no se incluyen los aceites.

## V. CONCLUSIONES

5.1 Las diferentes densidades energéticas no afectaron significativamente ( $P>0.05$ ) la producción de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia.

5.2 Las diferentes densidades energéticas no afectaron significativamente ( $P>0.05$ ) la eficiencia energética, peso y masa de huevo.

5.3 Las diferentes densidades energéticas no afectaron significativamente ( $P>0.05$ ) las características de calidad de huevo.

5.4 La densidad energética óptima que maximiza la respuesta económica es 2725 Kcal de EM/Kg.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1 Evaluar futuros estudios considerando la relación de la energía con otros nutrientes como los aminoácidos digestibles.
- 6.2 Para el caso de dietas de alta densidad energética se debería considerar otras variables de evaluación como el porcentaje de grasa abdominal
- 6.3 Evaluar dietas con diferentes densidades energéticas considerando otros factores como las fuentes de energía proveniente de diferentes tipos de aceites comerciales.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ahiwe EU, Omede AA, Abdallh MB, Iji PA. Managing Dietary Energy Intake by Broiler Chickens to Reduce Production Costs and Improve Product Quality. *Animal Husbandry and Nutrition*. 2018; 33 p.
2. Singh D. Energy requirements of layer strains. Australian Egg Corporation Limited. 2005; 54 p.
3. dePersio S, Utterback PL, Utterback CW, Rochell SJ, O'Sullivan N, Bregendahl K, Arango J, Parsons CM, Koelkebeck KW. Effects of feeding diets varying in energy and nutrient density to Hy-Line W-36 laying hens on production performance and economics. *Poultry Science*. 2015; 94:195–206.
4. Leeson S, Summers JD. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd ed. Nottingham Univ. Press, Nottingham, 2009; U.K.
5. NRC. Ninth Revised Edition, 1994, National Academy Press, Washington D.C.
6. Jensen LS, Allred JB, Fry RE. Evidence for an unidentified factor necessary for maximum egg weight in chickens. *J Nutr*. 1958; 65:219e33.
7. Rosenboim L, Kapkowska E, Robinzon B. Effects of fenfluramine on body weight, feed intake, and reproductive activities of broiler breeder hens. *Poult Sci*. 1999; 78(12):1768e72.
8. Ribeiro PAP, Matos Jr. JB, Lara LJC, Araújo LFI, Albuquerque R, Baião NC. Effect of Dietary Energy Concentration on Performance Parameters and Egg Quality of White Leghorn Laying Hens. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2014; Oct - Dec 16(4): 381-388.
9. Araújo J, Peixoto RR. Níveis de energia metabolizável em rações para poedeiras de ovos marrons nas condições de inverno no extremo sul do brasil. *Archivos Zootecnia*. 2005; 54:13-23.
10. Ferket PR, Gernat AG. Factors that affect feed intake of meat birds: A review. *International Journal of Poultry Science*. 2006; 5(10):905-911.
11. Junqueira OM, De Laurentiz AC, Filardi RS. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. *J Appl Poult Res*. 2006; 15:110e5.
12. Ding Y, Bu X, Zhang N, Li L, Zou X. Effects of metabolizable energy and crude protein levels on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of Fengda-1 layers. *Animal Nutrition*. 2016; 2:93 - 98.

13. Khatibi SMR, Zarghi H, Golian A. Effects of dietary energy and nutrient density on production performance of laying hens at the 48-60 week of age. 2<sup>nd</sup> National Congress on Advanced Research in Animal Science. 2018; 11-12 April. University of Birjand.
14. Afrouziyeh M, Shivazad M, Chamani M, Dashti G, Amirdahri S. Use of nonlinear programming to determine the economically optimal energy density in laying hens' diet during phase 2. *J. Appl. Poult. Res.* 2011; 20:50–55.
15. Pottguter R. Feeding Laying Hens to 100 Weeks of Age. Vol. 50(1), MAY 2016 | LOHMANN Information. 2 p.
16. Wu G, Bryant MM, Voitle RA, Roland Sr DA. Effect of dietary energy on performance and egg composition of Bovans White and DeKalb White hens during phase 1. *Poult. Sci.* 2005; 84:1610–1615.
17. Bertechini AG. Nutrição de monogástricos. Lavras: UFLA, FAEPE. 1998.
18. Rao S, Rama V, Ravindran V, Raju MVLN, Srilatha T, Panda AK. Effect of different concentrations of metabolizable energy and protein on performance of White Leghorn layers in a tropical climate. *Br. Poult. Sci.* 2014; 55:532–539.
19. Valkonen E, Venalainen E, Rossow L, Valaja J. Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. *Poultry Science.* 2008; 87:844–852.
20. Jalal MA, Scheideler SE, Pierson EM. Strain response of laying hens to varying dietary energy levels with and without avizyme supplementation. *Journal of Applied Poultry Research.* 2007; 16:289-295.
21. Harms RH, Russell GB, Sloan DR. Poultry Science Association Meeting, August 2000, University of Florida.
22. Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. Nutrition of the chicken. M. L. Scott and Associates, Ithaca, NY. 1982.
23. Waldroup PW, Tidwell NM, Izat AL. The effects of energy and amino acid levels on performance and carcass quality of male and female broilers grown separately. *Poult. Sci.* 1999; 69: 1513-1521
24. Leeson S, Caston L, Summers JD. Broiler response to diet energy. *Poult. Sci.* 1996; 75: 529-535.
25. Afrouziyeh M, Shivazad M, Chamani M, Dashti G. Use of nonlinear programming to determine the economically optimal energy density in laying hens' diet during phase. *African Journal of Agricultural Research.* 2010; 5(20): 2770-2777.

26. Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL. *et al.* Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV. 2005
27. Leeson S, Summers JD, Caston LJ. Response of layers to low nutrient density diets. *J. Appl. Poult. Res.* 2001; 10: 46–52.
28. Carré B, Mignon-Grasteau S, Juin H. Breeding for feed efficiency and adaptation to feed in poultry. *World's Poultry Science Journal.* 2008; 64:337-390.
29. Leeson S, Summer JD. Broiler diet specifications. In: *Commercial Poultry Nutrition.* Guelph, ON, Canada: University Books. 1991; p. 151.
30. Ghaffari M, Shivazad M, Zaghari M, Taherkhani R. Effects of different levels of metabolizable energy and formulation of diet based on digestible and total amino acid requirements on performance of male broiler. *International Journal of Poultry. Science.* 2007; 6:276-279.
31. Peguri A, Coon CN. Effect of temperature and dietary energy on layer performance. *Poultry Science.* 1991; 70:126–138.
32. Jalal MA, Scheideler SE, Marx D. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. *Poultry Science.* 2006; 8:5306–311.
33. Grobas S, Méndez J, Blas C, Mateos GG. Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poultry Science.* 1999; 78:1542-1551.
34. Mateos GG, Sell JL, Eastwood JA. Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. *Poult Sci.* 1982; 61:94-100.
35. Hassan R, Choe HS, Jeong YD, Hwangbo J, Ryu KSR. Effect of Dietary Energy and Protein on the Performance, Egg Quality, Bone Mineral Density, Blood Properties and Yolk Fatty Acid Composition of Organic Laying Hens, *Italian Journal of Animal Science.* 2013; 12:1, e10, DOI: 10.4081/ijas. 2013.e10.
36. Rose SP, Craig L, Pritchard S. A comparison of organic laying hen feed formulations. *Brit. Poultry Sci.* 2004; 45(Suppl.1): 63-64.
37. Yu DJ, Na JC, Choi HC, Bang HT, Kim AH. Effects of varying levels of dietary metabolizable energy and crude protein on performance and egg quality of organic laying hens. *Korean J. Poultry Sci.* 2008; 35:367-373.
38. Guangbing W, Gunawardana P, Bryant MM, Roland Sr DA. Effect of dietary energy and protein on performance, egg composition, egg solids, egg quality and profits of hy-line W-36 hens during phase 2. *Int. J. Poultry Sci.* 2007; 6:739-744.

39. Kang HK, Park SB, Jeon JJ, Kim HS, Park KT, Kim SH, Hong EC, Kim CH. Effect of increasing levels of apparent metabolizable energy on laying hens in barn system. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2018; 31(11):1766-1772.
40. Almquist HJ. Application of the law of diminishing returns to estimation of B-vitamins requirements for growth. *Poult. Sci.* 1953; 32:1001–1003.
41. Wu G, Bryant MM, Gunawardana P, Roland Sr DA. Effect of nutrient density on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in eight commercial leghorn strain during phase I. *Poult Sci.* 2007; 86:691-7.
42. FONAGRO. Información meteorológica diaria de la estación. Chincha. SENAMHI. Dirección Regional de Ica. 2018. 24 p.
43. Gallego F. Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas Profesión* 2004; 5(18): 5-13).
44. Guevara VR. Use of nonlinear programming to optimize performance response to energy density in broiler feed formulation. *Poultry Science.* 2004; 83 (1): 147 151.
45. Eisen EJ, Bohren BB, McKean HE. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Sci.* 1962; 41:1461-1468.
46. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, INSTITUTE. 2008. User's Guide: Statistics. Version 9.2. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA. 230 p.
47. Kim CH, Kang HK. Effects of Energy and Protein Levels on Laying Performance, Egg Quality, Blood Parameters, Blood Biochemistry, and Apparent Total Tract Digestibility on Laying Hens in an Aviary System. *Animals* 2022; 12, <https://doi.org/10.3390/ani12243513>
48. Leeson S, Summers JD, Caston LJ. Response of layers to low nutrient density diets. *J. Appl. Poult. Res.* 2001; 10, 46–52.
49. Harms RH, Russell GB, Sloan DR. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. *J. Appl. Poult. Res.* 2000; 9:535–541.
50. Kumar SS, Sampath V, Park JH, Kim IH. Effects of Different Levels of Dietary Energy and Nutrient Density during the Pre-Peak and Peak Periods on Egg Quality in Hy-Line Brown Laying Hens. *Korean J. Poult. Sci.* 2021; 48(4): 319~325. <https://doi.org/10.5536/KJPS.2021.48.4.319>
51. Bain MM, Nys Y, Dunn IC. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles. What are the challenges? *Brit. Poult. Sci.* 2016; 57: 330–338.

## VIII. ANEXO

### ANEXO 1: FÓRMULAS DE LAS DIETAS UTILIZADAS

Fórmula del T-1:

#### T-1 2670.5 EM

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3721

Batch Cost(in USD): 5.9530

#### Composition Chart

#### Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			52.1024	8.3364	2.5843	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			20.6122	3.298	1.7809	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			15.3883	2.4621	0.8617	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.6915	0.4306	0.0267	
MONTAFOS (P monodiválcico) 21	0.65			1.1223	0.1796	0.1167	
ACEITE DE SOYA	0.878			1	0.16	0.1405	
SAL COMUN	0.25			0.3113	0.0498	0.0125	
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157	
METIONINA	2.6			0.166	0.0266	0.0691	
CLORURO DE COLINA	0.86			0.1561	0.025	0.0215	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	10	0.1	0.1	0.1	0.016	0.16	
PREMIX MIN+VIT	5	0.1	0.1	0.1	0.016	0.08	
ZINC BACITRACINA	3	0.05	0.05	0.05	0.008	0.024	

16.000

## Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Ácido Linoleico	1	%	1.74		1.9416	
Alanina T	2	%			0.8938	
Almidón	3	%			38.9029	
Arginina SID	4	%	0.74		0.9966	
Arginina T	5	%			1.0828	
Asp T	6	%			0.926	
BED	7	mEq/Kg			206.043	
Calcio	8	%	3.57	3.57	3.57	-0.0044
Ceniza	9	%			2.7036	
Cloro	10	%			0.2769	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2398	
Cystina T	13	%			0.2869	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2670.5		2670.5	
ENeta postura		kcal/kg			2147.1228	
Extracto etéreo	24	%			4.0344	
FDA	25	%			5.2701	
FDN	26	%			16.2117	
Fenylalanina SID	27	%			0.7202	
Fenylalanina T	28	%			0.8038	
Fibra cruda	29	%			3.1814	
Glu T	30	%			1.6577	
Gly + Ser T	31	%			1.584	
Glycina T	32	%			0.7286	
Histidina SID	33	%			0.3959	
Histidina T	34	%			0.4505	
Isoleucina SID	35	%	0.57		0.597	
Isoleucina T	36	%			0.6743	
Leucina SID	38	%			1.3012	
Leucina T	39	%			1.4338	
Lysina SID	40	%	0.71		0.7146	
Lysina T	41	%			0.8194	
Materia seca	42	%			42.7036	
Met + Cys T	43	%			0.7118	
Met + Cys SID	44	%	0.64		0.64	0.0202
Methionina SID	45	%	0.36		0.3929	
Methionina T	46	%			0.4176	
P Dig cvb	47	%			0.3312	

P Dig FEDNA	48	%			0.329	
P disponible	49	%	0.37		0.37	0.0232
P fitico	50	%			0.2414	
P total	51	%			0.627	
PNA	53	%			18.3112	
Potasio	54	%			0.7132	
Prolina T	55	%			0.9967	
Proteína cruda	56	%	16.1		16.1	0.0056
Serine T	57	%			0.8555	
Sodio	58	%	0.19		0.19	0.0006
Threonina SID	59	%	0.5		0.5473	
Threonina T	60	%			0.6308	
Tryptophano SID	61	%	0.16		0.179	
Tryptophano T	62	%			0.2012	
Tyrosine T	63	%			0.5796	
Valina SID	64	%	0.62		0.6747	
Valina T	65	%			0.7892	

Fórmula del T-2:

### T-2 - 2725 EM

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3726

Batch Cost(in USD): 5.9608

### Composition Chart

### Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			55.5928	8.8948	2.7574	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			21.4517	3.4323	1.8534	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			10.9972	1.7595	0.6158	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.6638	0.4262	0.0264	
MONTAFOS (P monodiválcico) 21	0.65			1.2114	0.1938	0.126	

ACEITE DE SOYA	0.878			1	0.16	0.1405
SAL COMUN	0.25			0.3122	0.05	0.0125
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157
METIONINA	2.6			0.1631	0.0261	0.0679
CLORURO DE COLINA	0.86			0.1578	0.0252	0.0217
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	10	0.1	0.1	0.1	0.016	0.16
PREMIX MIN+VIT	5	0.1	0.1	0.1	0.016	0.08
ZINC BACITRACINA	3	0.05	0.05	0.05	0.008	0.024

16.000

### Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Ácido Linoleico	1	%	1.74		1.9481	
Alanina T	2	%			0.9034	
Almidón	3	%			39.8696	
Arginina SID	4	%	0.74		0.9957	
Arginina T	5	%			1.0815	
Asp T	6	%			0.9441	
BED	7	mEq/Kg			201.7219	
Calcio	8	%	3.57	3.57	3.57	-0.0044
Ceniza	9	%			2.5902	
Cloro	10	%			0.2782	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2398	
Cystina T	13	%			0.2856	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2725		2725	
ENeta postura		kcal/kg			2190.4397	
Extracto etéreo	24	%			4.0382	
FDA	25	%			4.8706	
FDN	26	%			15.0662	
Fenylalanina SID	27	%			0.7296	
Fenylalanina T	28	%			0.8122	
Fibra cruda	29	%			2.8795	
Glu T	30	%			1.6472	
Gly + Ser T	31	%			1.5859	
Glycina T	32	%			0.7225	
Histidina SID	33	%			0.4002	
Histidina T	34	%			0.4524	
Isoleucina SID	35	%	0.57		0.6059	
Isoleucina T	36	%			0.6817	
Leucina SID	38	%			1.3304	

Leucina T	39	%		1.4606	
Lysina SID	40	%	0.71	0.724	
Lysina T	41	%		0.8262	
Materia seca	42	%		39.6158	
Met + Cys T	43	%		0.7087	
Met + Cys SID	44	%	0.64	0.64	0.0202
Methionina SID	45	%	0.36	0.3925	
Methionina T	46	%		0.4154	
P Dig cvb	47	%		0.3362	
P Dig FEDNA	48	%		0.3373	
P disponible	49	%	0.37	0.37	0.0232
P fitico	50	%		0.2311	
P total	51	%		0.6177	
PNA	53	%		16.71	
Potasio	54	%		0.6914	
Prolina T	55	%		0.9964	
Proteína cruda	56	%	16.1	16.1	0.0056
Serine T	57	%		0.8633	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.0006
Threonina SID	59	%	0.5	0.5554	
Threonina T	60	%		0.6355	
Tryptophano SID	61	%	0.16	0.1786	
Tryptophano T	62	%		0.1991	
Tyrosine T	63	%		0.5854	
Valina SID	64	%	0.62	0.682	
Valina T	65	%		0.7919	

Fórmula del T-3:

### T-3 - 2779.5 EM

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3730

Batch Cost(in USD): 5.9687

### Composition Chart

### Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			59.0831	9.4533	2.9305	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			22.2912	3.5666	1.926	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			6.6061	1.057	0.3699	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.6362	0.4218	0.0262	
MONTAFOS (P monodiválcico) 21	0.65			1.3004	0.2081	0.1352	
ACEITE DE SOYA	0.878			1	0.16	0.1405	
SAL COMUN	0.25			0.3131	0.0501	0.0125	
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157	
METIONINA	2.6			0.1603	0.0256	0.0667	
CLORURO DE COLINA	0.86			0.1595	0.0255	0.0219	
SECUESTRAnte MICOTOXINAS	10	0.1	0.1	0.1	0.016	0.16	
PREMIX MIN+VIT	5	0.1	0.1	0.1	0.016	0.08	
ZINC BACITRACINA	3	0.05	0.05	0.05	0.008	0.024	

16

### Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Ácido Linoleico	1	%	1.74		1.9546	
Alanina T	2	%			0.913	
Almidón	3	%			40.8363	
Arginina SID	4	%	0.74		0.9948	
Arginina T	5	%			1.0801	
Asp T	6	%			0.9623	

36

BED	7	mEq/Kg			197.4008	
Calcio	8	%	3.57	3.57	3.57	-0.0044
Ceniza	9	%			2.4767	
Cloro	10	%			0.2795	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2397	
Cystina T	13	%			0.2843	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2779.5		2779.5	
ENeta postura		kcal/kg			2233.7568	
Extracto etéreo	24	%			4.042	
FDA	25	%			4.4711	
FDN	26	%			13.9206	
Fenylalanina SID	27	%			0.739	
Fenylalanina T	28	%			0.8205	
Fibra cruda	29	%			2.5776	
Glu T	30	%			1.6366	
Gly + Ser T	31	%			1.5877	
Glycina T	32	%			0.7165	
Histidina SID	33	%			0.4046	
Histidina T	34	%			0.4542	
Isoleucina SID	35	%	0.57		0.6148	
Isoleucina T	36	%			0.689	
Leucina SID	38	%			1.3596	
Leucina T	39	%			1.4873	
Lysina SID	40	%	0.71		0.7334	
Lysina T	41	%			0.833	
Materia seca	42	%			36.5279	
Met + Cys T	43	%			0.7057	
Met + Cys SID	44	%	0.64		0.64	0.0202
Methionina SID	45	%	0.36		0.3922	
Methionina T	46	%			0.4132	
P Dig cvb	47	%			0.3413	
P Dig FEDNA	48	%			0.3457	
P disponible	49	%	0.37		0.37	0.0232
P fitico	50	%			0.2208	
P total	51	%			0.6085	
PNA	53	%			15.1088	
Potasio	54	%			0.6697	
Prolina T	55	%			0.9961	
Proteína cruda	56	%	16.1		16.1	0.0056
Serine T	57	%			0.8712	
Sodio	58	%	0.19		0.19	0.0006

Threonina SID	59	%	0.5	0.5635
Threonina T	60	%		0.6403
Tryptophano SID	61	%	0.16	0.1782
Tryptophano T	62	%		0.1971
Tyrosine T	63	%		0.5912
Valina SID	64	%	0.62	0.6893
Valina T	65	%		0.7945

Fórmula del T-4:

### T-4 - 2834 EM

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3773

Batch Cost(in USD): 6.0371

### Composition Chart

### Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			59.5637	9.5302	2.9544	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			22.7315	3.637	1.964	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			5	0.8	0.28	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.6252	0.42	0.026	
ACEITE DE SOYA	0.878			1.6625	0.266	0.2336	
MONTAFOS (P monodiválcico) 21	0.65			1.3328	0.2133	0.1386	
SAL COMUN	0.25			0.3136	0.0502	0.0125	
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157	
METIONINA	2.6			0.1604	0.0257	0.0667	
CLORURO DE COLINA	0.86			0.1604	0.0257	0.0221	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	10	0.1	0.1	0.1	0.016	0.16	
PREMIX MIN+VIT	5	0.1	0.1	0.1	0.016	0.08	
ZINC BACITRACINA	3	0.05	0.05	0.05	0.008	0.024	

16.000

## Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Ácido Linoleico	1	%	1.74		2.2915	
Alanina T	2	%			0.9138	
Almidón	3	%			40.6936	
Arginina SID	4	%	0.74		0.9957	
Arginina T	5	%			1.0809	
Asp T	6	%			0.9707	
BED	7	mEq/Kg			195.8972	
Calcio	8	%	3.57	3.57	3.57	0.0059
Ceniza	9	%			2.4344	
Cloro	10	%			0.2794	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2391	
Cystina T	13	%			0.2832	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2834		2834	0.0001
ENeta postura		kcal/kg			2282.7632	
Extracto etéreo	24	%			4.6776	
FDA	25	%			4.3103	
FDN	26	%			13.4085	
Fenylalanina SID	27	%			0.7423	
Fenylalanina T	28	%			0.8234	
Fibra cruda	29	%			2.4591	
Glu T	30	%			1.6298	
Gly + Ser T	31	%			1.588	
Glycina T	32	%			0.7141	
Histidina SID	33	%			0.4057	
Histidina T	34	%			0.4545	
Isoleucina SID	35	%	0.57		0.6185	
Isoleucina T	36	%			0.6923	
Leucina SID	38	%			1.3665	
Leucina T	39	%			1.4934	
Lysina SID	40	%	0.71		0.7386	
Lysina T	41	%			0.8373	
Materia seca	42	%			36.176	
Met + Cys T	43	%			0.7044	
Met + Cys SID	44	%	0.64		0.64	0.0172
Methionina SID	45	%	0.36		0.3926	
Methionina T	46	%			0.4129	
P Dig cvb	47	%			0.343	

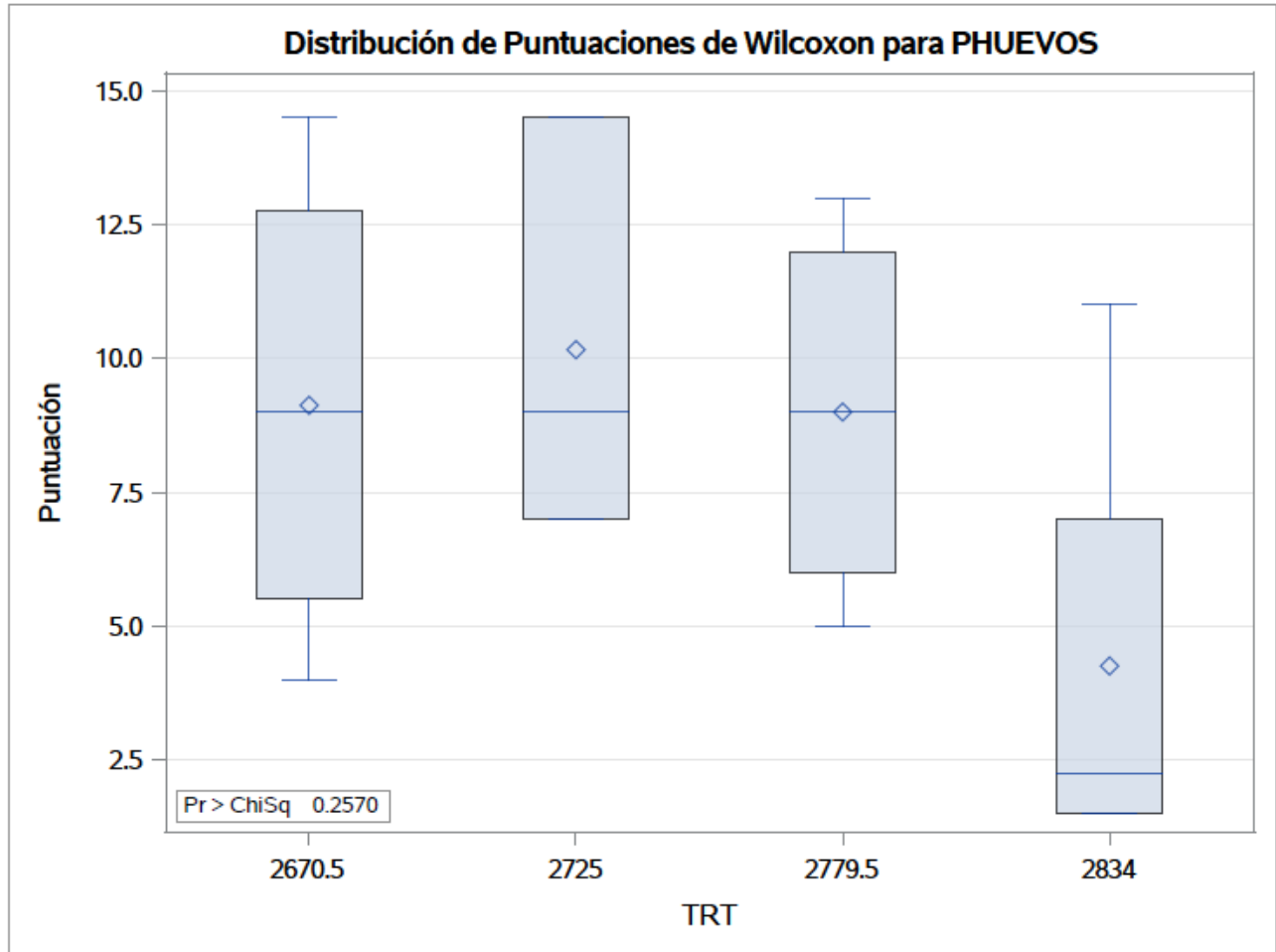
P Dig FEDNA	48	%			0.3485	
P disponible	49	%	0.37		0.37	0.0345
P fitico	50	%			0.2161	
P total	51	%			0.604	
PNA	53	%			14.4662	
Potasio	54	%			0.6616	
Prolina T	55	%			0.9938	
Proteína cruda	56	%	16.1		16.1	0.0081
Serine T	57	%			0.8739	
Sodio	58	%	0.19		0.19	0.0104
Threonina SID	59	%	0.5		0.566	
Threonina T	60	%			0.6417	
Tryptophano SID	61	%	0.16		0.1784	
Tryptophano T	62	%			0.1968	
Tyrosine T	63	%			0.5931	
Valina SID	64	%	0.62		0.6918	
Valina T	65	%			0.7952	

## ANEXO II: RESULTADOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

- PRODUCCIÓN DE HUEVO

Obs	NUMERO	TRT	PHUEVOS
1	1	2670.5	95.9821
2	2	2670.5	95.0893
3	3	2670.5	97.3214
4	4	2670.5	93.7500
5	5	2725	95.0893
6	6	2725	95.5357
7	7	2725	97.3214
8	8	2779.5	96.4286
9	9	2779.5	94.1964
10	10	2779.5	95.0893
11	11	2779.5	95.9821
12	12	2834	95.9821
13	13	2834	91.9643
14	14	2834	93.3036
15	15	2834	91.9643

Test de Kruskal-Wallis		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
4.0420	3	0.2570



- CONSUMO DE ALIMENTO

<b>Obs</b>	<b>trt</b>	<b>block</b>	<b>CONSUMO</b>
<b>1</b>	2670.5	1	132.451
<b>2</b>	2670.5	2	137.295
<b>3</b>	2670.5	3	134.424
<b>4</b>	2670.5	4	133.491
<b>5</b>	2725	1	131.705
<b>6</b>	2725	2	127.772
<b>7</b>	2725	3	131.853
<b>8</b>	2779.5	1	137.121
<b>9</b>	2779.5	2	135.299
<b>10</b>	2779.5	3	134.326
<b>11</b>	2779.5	4	120.103
<b>12</b>	2834	1	133.893
<b>13</b>	2834	2	129.174
<b>14</b>	2834	3	131.290
<b>15</b>	2834	4	129.071

## Procedimiento GLM

**Variable dependiente: CONSUMO**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>Modelo</b>	6	131.2468353	21.8744725	1.37	0.3312
<b>Error</b>	8	127.7443339	15.9680417		
<b>Total corregido</b>	14	258.9911692			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de CONSUMO
0.506762	3.028395	3.996003	131.9512

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	76.46931793	25.48977264	1.60	0.2650
<b>trt</b>	3	54.77751733	18.25917244	1.14	0.3887

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	95.12555657	31.70851886	1.99	0.1948
<b>trt</b>	3	54.77751733	18.25917244	1.14	0.3887

- ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

<b>Obs</b>	<b>trt</b>	<b>block</b>	<b>CONVERSION</b>
<b>1</b>	2670.5	1	2.05614
<b>2</b>	2670.5	2	2.10254
<b>3</b>	2670.5	3	2.17308
<b>4</b>	2670.5	4	2.15054
<b>5</b>	2725	1	2.01032
<b>6</b>	2725	2	2.02914
<b>7</b>	2725	3	1.96506
<b>8</b>	2779.5	1	2.16551
<b>9</b>	2779.5	2	2.12908
<b>10</b>	2779.5	3	2.13030
<b>11</b>	2779.5	4	1.87347
<b>12</b>	2834	1	1.93340
<b>13</b>	2834	2	2.04910
<b>14</b>	2834	3	2.04345
<b>15</b>	2834	4	2.18891

## Procedimiento GLM

**Variable dependiente: CONVERSION**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>Modelo</b>	6	0.02938779	0.00489797	0.42	0.8484
<b>Error</b>	8	0.09386665	0.01173333		
<b>Total corregido</b>	14	0.12325444			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de CONVERSION
0.238432	5.241310	0.108321	2.066668

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	0.00359850	0.00119950	0.10	0.9565
<b>trt</b>	3	0.02578930	0.00859643	0.73	0.5611

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	0.00410396	0.00136799	0.12	0.9479
<b>trt</b>	3	0.02578930	0.00859643	0.73	0.5611

- EFICIENCIA ENERGÉTICA

<b>Obs</b>	<b>trt</b>	<b>block</b>	<b>EFICIENCIA</b>
1	2670.5	1	5.49092
2	2670.5	2	5.61483
3	2670.5	3	5.80321
4	2670.5	4	5.74301
5	2725	1	5.47812
6	2725	2	5.52941
7	2725	3	5.35478
8	2779.5	1	6.01903
9	2779.5	2	5.91778
10	2779.5	3	5.92117
11	2779.5	4	5.20730
12	2834	1	5.47927
13	2834	2	5.80715
14	2834	3	5.79113
15	2834	4	6.20337

## Procedimiento GLM

**Variable dependiente: EFICIENCIA**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>Modelo</b>	6	0.29206122	0.04867687	0.53	0.7704
<b>Error</b>	8	0.73038915	0.09129864		
<b>Total corregido</b>	14	1.02245037			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de EFICIENCIA
0.285648	5.309660	0.302157	5.690697

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	0.02976086	0.00992029	0.11	0.9526
<b>trt</b>	3	0.26230036	0.08743345	0.96	0.4581

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	0.03107176	0.01035725	0.11	0.9498
<b>trt</b>	3	0.26230036	0.08743345	0.96	0.4581

- PESO DE HUEVO

<b>Obs</b>	<b>trt</b>	<b>block</b>	<b>PESOHUEVO</b>
1	2670.5	1	67.1138
2	2670.5	2	68.6717
3	2670.5	3	63.5613
4	2670.5	4	66.2116
5	2725	1	68.8981
6	2725	2	65.9112
7	2725	3	68.9454
8	2779.5	1	65.6655
9	2779.5	2	67.4634
10	2779.5	3	66.3113
11	2779.5	4	66.7908
12	2834	1	72.1513
13	2834	2	68.5478
14	2834	3	68.8606
15	2834	4	64.1185

## Procedimiento GLM

**Variable dependiente: PESOHUEVO**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>Modelo</b>	6	24.41893277	4.06982213	0.79	0.6046
<b>Error</b>	8	41.42981424	5.17872678		
<b>Total corregido</b>	14	65.84874701			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de PESOHUEVO
0.370834	3.382330	2.275682	67.28148

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	14.02912336	4.67637445	0.90	0.4810
<b>trt</b>	3	10.38980941	3.46326980	0.67	0.5946

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	12.74517381	4.24839127	0.82	0.5182
<b>trt</b>	3	10.38980941	3.46326980	0.67	0.5946

- MASA DE HUEVO

<b>Obs</b>	<b>trt</b>	<b>block</b>	<b>MASAHUEVO</b>
1	2670.5	1	64.4173
2	2670.5	2	65.2995
3	2670.5	3	61.8588
4	2670.5	4	62.0734
5	2725	1	65.5147
6	2725	2	62.9687
7	2725	3	67.0986
8	2779.5	1	63.3203
9	2779.5	2	63.5481
10	2779.5	3	63.0550
11	2779.5	4	64.1072
12	2834	1	69.2524
13	2834	2	63.0395
14	2834	3	64.2494
15	2834	4	58.9661

## Procedimiento GLM

**Variable dependiente: MASA HUEVO**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>Modelo</b>	6	29.06413323	4.84402221	0.78	0.6058
<b>Error</b>	8	49.43736539	6.17967067		
<b>Total corregido</b>	14	78.50149863			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de MASA HUEVO
0.370237	3.889198	2.485894	63.91792

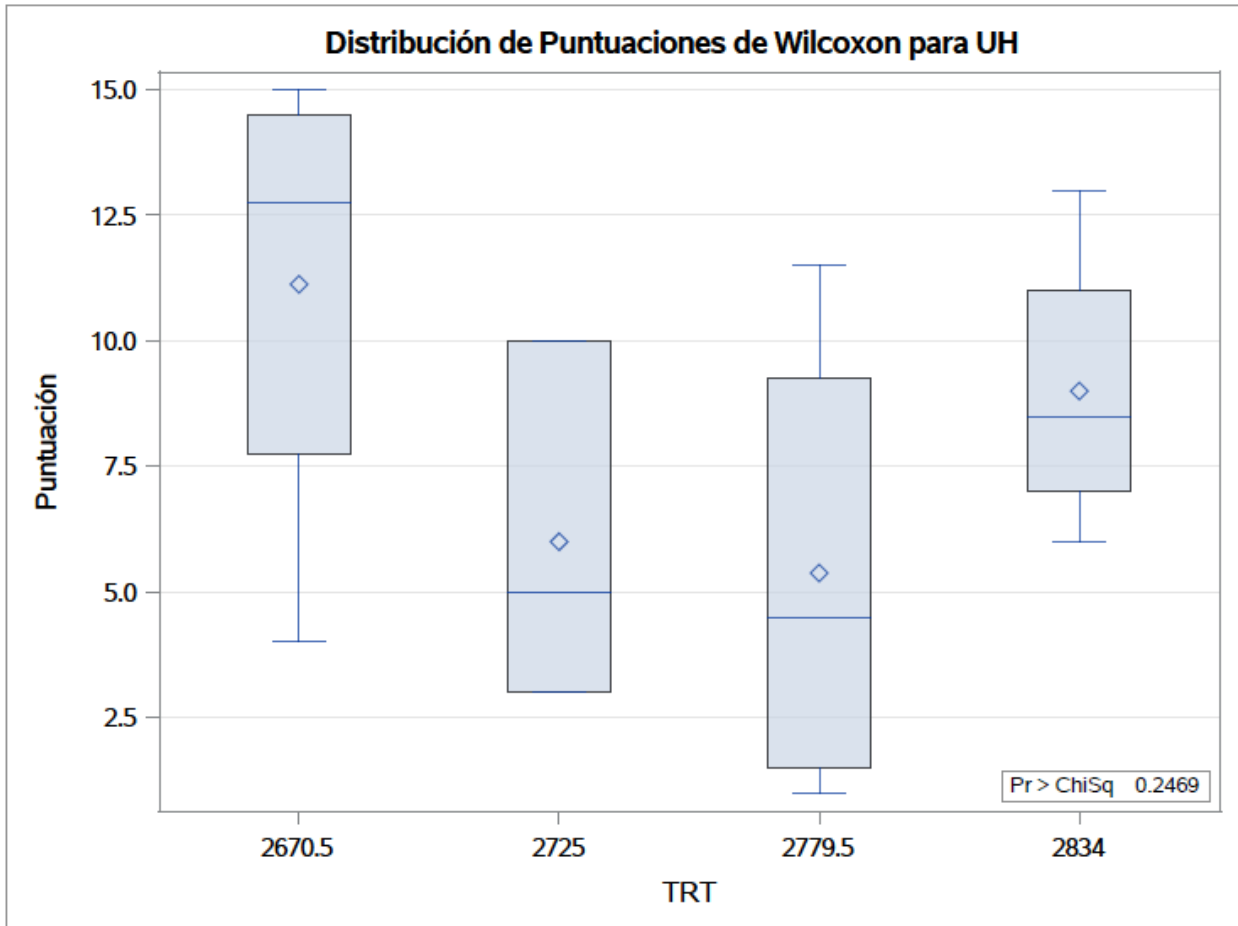
Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	26.47708795	8.82569598	1.43	0.3046
<b>trt</b>	3	2.58704528	0.86234843	0.14	0.9335

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
<b>block</b>	3	22.47598555	7.49199518	1.21	0.3661
<b>trt</b>	3	2.58704528	0.86234843	0.14	0.9335

- UNIDAD HAUGH

Obs	NUMERO	TRT	UH
1	1	2670.5	96.66
2	2	2670.5	95.38
3	3	2670.5	95.70
4	4	2670.5	86.96
5	5	2725	94.00
6	6	2725	87.74
7	7	2725	85.96
8	8	2779.5	77.78
9	9	2779.5	83.04
10	10	2779.5	95.38
11	11	2779.5	90.80
12	12	2834	89.20
13	13	2834	95.68
14	14	2834	92.36
15	15	2834	93.36

Test de Kruskal-Wallis		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
4.1386	3	0.2469



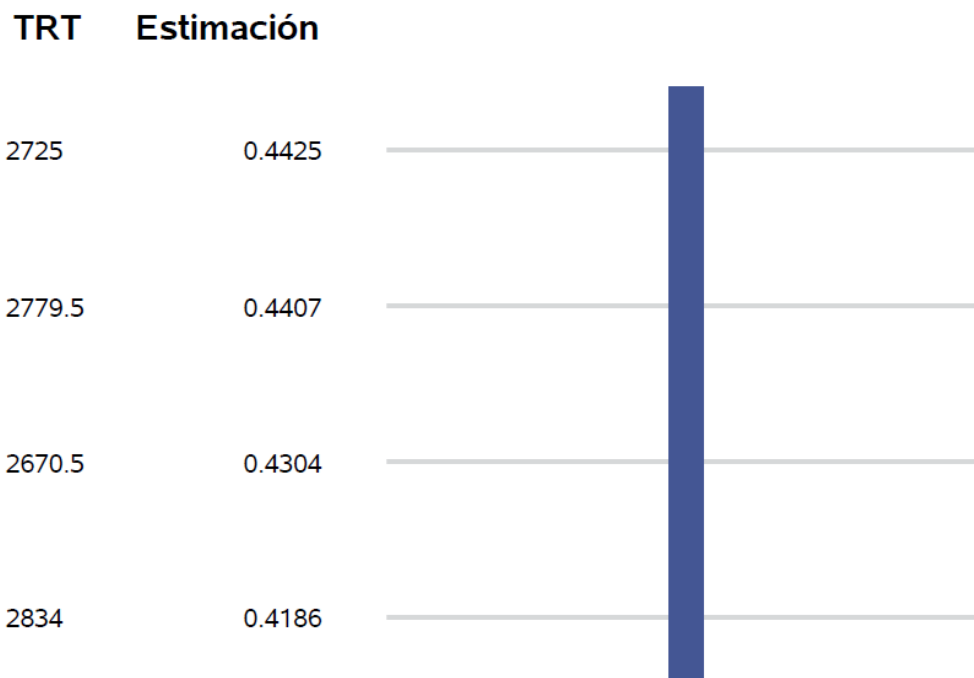
- ÍNDICE DE LA YEMA:

<b>Obs</b>	<b>NUMERO</b>	<b>TRT</b>	<b>IY</b>
<b>1</b>	1	2670.5	0.4384
<b>2</b>	2	2670.5	0.4280
<b>3</b>	3	2670.5	0.4288
<b>4</b>	4	2670.5	0.4262
<b>5</b>	5	2725	0.4306
<b>6</b>	6	2725	0.4430
<b>7</b>	7	2725	0.4538
<b>8</b>	8	2779.5	0.4304
<b>9</b>	9	2779.5	0.4454
<b>10</b>	10	2779.5	0.4462
<b>11</b>	11	2779.5	0.4406
<b>12</b>	12	2834	0.4226
<b>13</b>	13	2834	0.4382
<b>14</b>	14	2834	0.3942
<b>15</b>	15	2834	0.4192

Test de Kruskal-Wallis		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
8.3542	3	0.0392

### IY Tukey-Kramer Grouping for LS-Means of TRT (Alfa = 0.05)

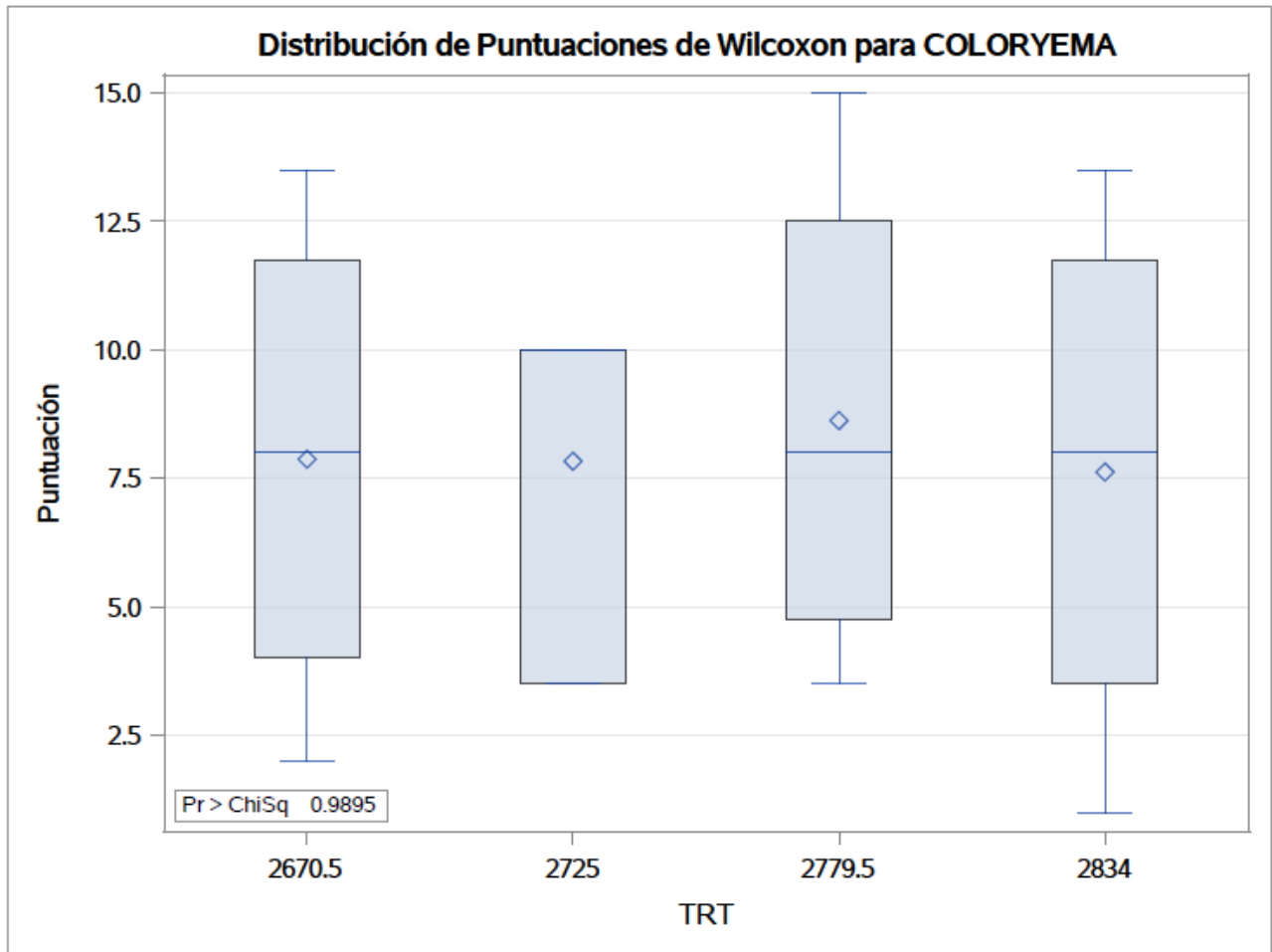
LS-means cubiertas por la misma barra no son significativamente diferentes.



- COLOR DE LA YEMA

Obs	NUMERO	TRT	COLORYEMA
1	1	2670.5	6.4
2	2	2670.5	6.8
3	3	2670.5	7.2
4	4	2670.5	7.0
5	5	2725	7.0
6	6	2725	6.6
7	7	2725	7.0
8	8	2779.5	6.8
9	9	2779.5	7.0
10	10	2779.5	6.6
11	11	2779.5	7.8
12	12	2834	6.0
13	13	2834	7.2
14	14	2834	6.8
15	15	2834	7.0

Test de Kruskal-Wallis		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
0.1191	3	0.9895



**ANEXO III: FOTOS DEL PROCESO DEL EXPERIMENTO**



**Foto N° 1 Dando alimento a las gallinas de postura**



**Foto N° 2 Recojo de huevos de las gallinas de postura**



**Foto N°3 Rotulado de huevos seleccionados al azar, en el laboratorio.**



**Foto N° 4 realizando calidad de huevo en el equipo digital Egg Tester Det 6500.**