



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

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:

"Efectos de niveles de proteína balanceada sobre la respuesta productiva y económica de gallinas de postura"

presentado por:

MIDORI YASURI CANDIOTTI MANRIQUE

Estudiante del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**. El resultado obtenido es 11% 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 RAMON 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



“Efectos de niveles de proteína balanceada sobre la respuesta productiva y económica de 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

MIDORI YASURI CANDIOTTI MANRIQUE

ASESOR

ELIAS SALVADOR TASAYCO, PhD.

Ica, Perú

2024

DEDICATORIA

A Dios por siempre guiarme por el buen camino, a mi familia por su apoyo, consejos, comprensión en los momentos difíciles, en especial a mi padrino y mi abuela por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y a mi enamorado por todo su apoyo incondicional y motivarme cada día.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco siempre a Dios por darme la fuerza para continuar en lo adverso.

A mi asesor de tesis PhD. Elías Salvador Tasayco por su permanente apoyo, exigencia, por compartirme sus conocimientos y orientarme a lo largo del desarrollo de todo este proyecto de tesis.

A mi familia y mi enamorado por siempre contar con su apoyo.

INDICE DE CONTENIDO

Títulos y subtítulos	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	11
2.1 Nivel y tipo de investigación.....	11
2.2 Fecha y lugar de ejecución	11
2.3 Localización geográfica y meteorológica	11
2.4 Materiales y equipo.....	12
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	13
2.6 Metodología experimental.....	13
2.7 Alimentación y formulación de las dietas	13
2.8 Programa sanitario y de manejo	13
2.9 Variables evaluadas	13
2.10 Diseño de la investigación.....	14
2.11 Tratamientos experimentales.....	15
2.12 Análisis estadístico	15
III. RESULTADOS.....	16
IV. DISCUSION.....	19
V. CONCLUSIONES.....	24
VI. RECOMENDACIONES	25
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	26
VIII. ANEXO	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre producción de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia de gallinas de postura	16
Tabla 2. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre eficiencia energética, peso y masa de huevo de gallinas de postura	17
Tabla 3. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre unidad Haugh, índice de yema y resistencia a la rotura de cáscara de huevo de gallinas de postura	18
Tabla 4. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre costo de alimentación, margen sobre costo de alimentación (MSCA) y retribución económica de gallinas de postura.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Efecto de los niveles de proteína balanceada sobre la producción de huevo de gallinas de postura.....	16
Figura 2.	Efecto de los niveles de proteína balanceada sobre el peso promedio de huevo de gallinas de postura.....	17

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: Fórmulas de las dietas utilizadas.....	32
ANEXO II: Resultados de análisis estadísticos.....	41
ANEXO III: Fotos del desarrollo del experimento.....	59

RESUMEN

“Efecto de niveles de proteína balanceada sobre la respuesta productiva y económica de gallinas de postura”

INTRODUCCIÓN: La gestión del costo de alimentación para producir masa de huevo es importante para la rentabilidad de la industria avícola. Después de la energía los aminoácidos son el segundo factor que impacta sobre este costo. Optimizar los niveles de aminoácidos en la dieta aplicando el concepto de proteína balanceada es clave y debe ser evaluada. **OBJETIVO:** Determinar el efecto de cuatro niveles de proteína balanceada sobre la respuesta productiva y económica 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 niveles de proteína balanceada (PB) en la dieta como tratamientos: 90% (T-1), 100% (T-2), 110% (T-3) y 120% (T-4). Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente bajo un diseño experimental de bloques completo 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, resistencia a la rotura de cáscara, costo de alimentación, margen bruto y retribución económica. **RESULTADOS:** Los indicadores productivos medidos a través de producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, eficiencia energética, peso y masa de huevo no fueron afectados significativamente ($P>0.05$). Los indicadores de calidad de huevo como unidad Haugh, índice de yema y resistencia a la rotura de cáscara no fueron afectadas significativamente ($P>0.05$). El costo de alimentación fue más bajo para la dieta con 100% de PB, el más alto margen y retribución económica fue para la dieta con 120% de PB. **CONCLUSIÓN:** La gallina actual tiene capacidad de adaptación a mantener la respuesta productiva y calidad de huevo en el rango de 90 a 120% de PB. El costo de alimentación fue más bajo para la dieta con el nivel de 100% de PB y el mayor margen sobre costo de alimentación fue para la dieta con 120% de PB de mayor retribución económica (+6.19%).

Palabras claves: dieta; proteína balanceada; huevo; gallinas; margen económico.

ABSTRACT

“Effect of balanced protein levels on the productive and economic response of laying hens”

INTRODUCTION: Managing the feed cost to produce egg mass is important for the profitability of the poultry industry. After energy, amino acids are the second factor that impacts this cost. Optimizing amino acid levels in the diet by applying the concept of balanced protein is key and must be evaluated. **OBJECTIVE:** determine the effect of four levels of balanced protein on the productive and economic response of laying hens. **METHODS:** 64 laying hens from the LOHMANN Brown line, 53 weeks old, from the I laying cycle, were used. 4 levels of balanced protein (BP) in the diet were used as treatments: 90% (T-1), 100% (T-2), 110% (T-3) and 120% (T-4). Treatments were randomly assigned under a randomized complete 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 rate, energy efficiency, egg weight and mass, Haugh unit, yolk index, resistance to shell breakage, feed cost, gross margin and economic remuneration were evaluated. **RESULTS:** The productive indicators measured through egg production, feed consumption, feed conversion, energy efficiency, weight and egg mass were not significantly affected ($P>0.05$). Egg quality indicators such as Haugh unit, yolk index and resistance to shell breakage were not significantly affected ($P>0.05$). The feeding cost was lowest for the diet with 100% BP, the highest margin and economic remuneration was for the diet with 120% CP. **CONCLUSION:** the current hen has the capacity to adapt to maintain the productive response and egg quality in the range of 90 to 120% BP. The feeding cost was lowest for the diet with the 100% BP level and the highest margin on feeding cost was for the diet with 120% BP with the highest economic remuneration (+6.19%).

Keywords: diet; balanced protein; egg; chickens; economic margin.

I. INTRODUCCIÓN

La región de Ica es la principal zona de crianza de gallinas de postura para la producción de huevos para consumo a nivel nacional. Actualmente existen diferentes líneas genéticas que se están criando a nivel comercial, como es el caso de la línea Hy-Line Brown, Lohmann Brown, Hisex Brown, H & N Brown, y últimamente se tiene a la línea DeKalb Brown.

Si bien, cada línea genética tiene una guía de recomendaciones nutricionales, ésta solo es una referencia ya que el real requerimiento nutricional y energético depende de muchos factores. El tipo de alimentación y los aspectos nutricionales son uno de estos factores.

En este sentido, dado que el costo de alimentación representa alrededor del 70% del costo de producción de huevos, cualquier información generada sobre este rubro servirá para mejorar las dietas de las gallinas de postura.

Considerando que la proteína o aminoácidos (AA) tienen importancia en el costo de una dieta después de la energía, es necesario evaluar niveles de proteína balanceada para optimizar la respuesta. La proteína balanceada está referida al perfil ideal de aminoácidos esenciales con menor o mayor densidad, pero manteniendo la relación entre los aminoácidos. Diversos estudios indican que la gallina requiere básicamente aminoácidos y no proteína cruda como tal, sin embargo, los aportes de los aminoácidos deben ir en una relación óptima.

La industria avícola regional frecuentemente atraviesa por diversos desafíos, principalmente de altos costos de producción. Evaluar los principales nutrientes que impactan sobre el costo, es de necesidad constante. Los aminoácidos de la dieta representan el segundo rubro que impacta sobre el costo de la dieta.

La calidad y la formulación de la dieta es lo más importante para un productor, especialmente teniendo en cuenta que del 65 al 75% del costo para producir huevos se debe a los costos de alimentación (1).

El papel importante de los nutricionistas es reducir los costos de los alimentos, al tiempo que garantiza la eficiencia de la utilización de dietas bajas o altas en proteínas suplementadas con aminoácidos cristalinos para cumplir o superar los estándares mínimos de aminoácidos reportados por el (2, 3).

Factores como las concentraciones de nutrientes de la dieta deben optimizarse, no maximizarse para mejorar los rendimientos y la viabilidad económica (4, 5, 6). En este sentido, la proteína balanceada sería un indicador que puede contribuir a optimizar respuesta.

Dependiendo de los precios de los alimentos y los huevos, la maximización del rendimiento productivo puede o no generar retornos / ganancias máximas (7, 8).

Es común encontrar dietas comerciales con exceso de proteínas. La mayor parte de la excreción de nitrógeno por las aves se relaciona con alimentos no digeridos y aquellos aminoácidos que están desequilibrados con las necesidades inmediatas del cuerpo para la síntesis de tejidos u

huevos. Además, la excreción de nitrógeno puede reducirse significativamente al proporcionar un balance de aminoácidos que satisfaga más exactamente los requerimientos de las aves con un mínimo de exceso y también al proporcionar estos aminoácidos en formas fácilmente digeridas y absorbidas (3). Las aves no cuentan con mecanismos de almacenamiento de aminoácidos consumidos más allá de las necesidades de la biosíntesis de proteínas, los aminoácidos adicionales consumidos sobre los requerimientos de las aves se desaminan y el nitrógeno (N) derivado del aminoácido se elimina en la orina como ácido úrico (80%), amoníaco (10%) y urea (5%) (9, 10, 11).

Se conoce que la excreción de nitrógeno, los coeficientes de digestión de proteína cruda (PC) y aminoácidos de los alimentos convencionales, la variación de calidad de los ingredientes, así como los requerimientos de proteínas y aminoácidos ideales, se pueden lograr reducciones sustanciales en la emisión de nitrógeno y la contaminación al disminuir los niveles de PC de las dietas y balancear los requerimientos de los perfiles de aminoácidos digeribles con aminoácidos cristalinos (3).

La reducción de la excreción de nitrógeno juega un papel crucial en la mitigación de la emisión de amoníaco y la contaminación ambiental del estiércol de aves de corral en granjas avícolas, además de disminuir el ácido úrico en la cama (3). Si bien las dietas con bajo contenido de proteínas pueden complementarse con aminoácidos cristalinos para cumplir con los requerimientos de aminoácidos y mitigar significativamente la contaminación por nitrógeno, puede no ser económico en todo momento (6, 12).

La dieta alimentada a las gallinas ponedoras comerciales puede variar dependiendo de factores como la línea genética de la ponedora, los objetivos de producción, la edad y las condiciones climáticas (13).

Cada vez es más importante para los productores encontrar un equilibrio entre alimentar a sus aves con un costo mínimo y alimentar las cantidades apropiadas de nutrientes en la dieta, ya que la gallina los necesita durante todo su ciclo de puesta para maximizar las ganancias (14).

La optimización del suministro de proteínas mediante la comprensión de las necesidades de AA de las gallinas requiere un conocimiento profundo de la utilización metabólica de proteínas y AA para proporcionar un mejor programa de alimentación que se adapte mejor a las diversas condiciones ambientales y al estado de salud (15).

Los niveles de AA en la dieta se pueden ajustar para garantizar una ingesta adecuada de AA. Si el nivel de proteína balanceada es demasiado bajo en el pico de producción de huevo, dará como resultado una producción reducida de huevos y / o la producción de huevos más pequeños. En cambio, si los niveles de AA son más altos que los requerimientos de la gallina, se producirán huevos más pesados y eso podría conducir a una mala calidad de la cascara (16).

Antecedentes de la investigación

Estudios

Bunchasak *et al.* (17) estudiaron el efecto de los niveles de PC en la dieta (14, 16 y 18%) sobre el rendimiento de las gallinas ponedoras y encontraron que la ingesta de alimento no se vio afectada significativamente por estos niveles. Sin embargo, la relación entre la ingesta de alimento y la masa de huevo (relación de conversión de alimento) y la relación de conversión de proteínas fueron influenciadas estadísticamente ($p < 0.05$) por los diferentes niveles de PC, ya que los mejores valores de estas características se lograron con 18% de PC en comparación con otros niveles (14 o 16% PC).

Bouyeh and Gevorgian (18) informaron que el consumo de alimento y la relación de conversión de alimento en ponedoras Hy-Line fueron afectado significativamente por los niveles de PC en la dieta (13 y 14%), ya que el nivel de 14% de PC registró el valor más alto del consumo de alimento (111.95 g/día) frente al 13% de PC que registró el más bajo (99.27 g/día). Además, la utilización de proteínas se vio afectada por el nivel más alto de PC (14,6%) frente al nivel más bajo (13,6%) durante todo el experimento.

Saxena *et al.* (19) realizaron un estudio para evaluar el impacto de diferentes niveles de PC en la dieta (15, 17 y 19%) sobre el rendimiento de las gallinas ponedoras durante el período de 18-33 semanas de edad, los resultados del estudio indican que el nivel de 15% de PC en la dieta fue óptimo para las ponedoras en época de invierno.

Bouyeh and Gevorgian (18) reportan un estudio, donde la producción de huevos de gallina fue afectada significativamente por los diferentes niveles de PC, donde el nivel de 14% de PC (nivel alto) alcanzó los valores más altos de producción de huevo y masa de huevo en ponedoras Hy-line después del período de pico de producción.

De Mendonca and Lima (20) no observaron ningún impacto del nivel de PC en la dieta sobre la albúmina de huevo, pero durante la segunda etapa de producción, la calidad de la cáscara de huevo de las ponedoras alimentadas con 14.5% de PC mejoró comparado a las dietas con 16.5% de PC.

Shim *et al.* (14), investigaron los efectos de una serie de niveles de proteínas balanceadas en la dieta sobre la producción de huevos y los parámetros de calidad de las gallinas ponedoras de 18 a 74 semanas de edad. Ciento cuarenta y cuatro pollas (Bovans) fueron asignadas aleatoriamente a jaulas individuales con alimentadores separados que incluyen 3 series diferentes de niveles de proteínas de dietas isocalóricas. Las dietas se separaron en 4 fases de 18 a 22, 23 a 32, 33 a 44 y 45 a 74 semanas de edad. La serie alta en proteínas (H) contenía 21.62, 19.05, 16.32 y 16.05% de PC respectivamente. Las series de proteína media (M) y baja en proteína (L) fueron 2 y 4% más bajas en proteínas dietéticas equilibradas. Los resultados demostraron claramente que el nivel balanceado de proteína en la dieta era un factor limitante para el peso vivo (BW), consumo de alimento (ADFI), peso del huevo, producción de huevos de gallina (HDEP) y alimentación por kilogramo de huevos. La alimentación con la serie L dio como resultado una menor ADFI y HDEP

(90.33% de producción máxima) y más alimento por kilogramo de huevos en comparación con la serie H o M (HDEP; 93.23 y 95.68% de producción máxima, mensualmente). El peso del huevo respondió de manera lineal al nivel equilibrado de proteínas en la dieta (58.78, 55.94 y 52.73 g para H, M y L, respectivamente). La ingesta de alimento de todas las gallinas, pero especialmente las de la serie L, aumentó considerablemente después de la semana 54 cuando la temperatura disminuyó debido a las condiciones invernales. Por lo tanto, las gallinas alimentadas con la serie L parecían particularmente dependientes de la temperatura del galpón para mantener BW, ADFI y HDEP. Para los parámetros de calidad del huevo, el porcentaje de yema, las unidades de Haugh y la gravedad específica del huevo fueron similares independientemente de las dietas. Se descubrió que las unidades Haugh se vieron muy afectadas por la variación de la temperatura del galpón ($P = 0.025$). No siempre se puede esperar que el rendimiento máximo conduzca a ganancias máximas.

Contrariamente a la idea de un requerimiento diario de AA para un rendimiento máximo, estos resultados se pueden usar para determinar los niveles de proteína dietética equilibrada que maximizan las ganancias en función del costo de la proteína y los rendimientos de los diferentes niveles de proteína posibles que se pueden alimentar.

Kumar (16), desarrollaron una investigación con gallinas Lohmann-LSL, de 27 a 66 semanas de edad, se comparó los niveles de ingesta de proteína balanceada digestible (DBP) utilizando dietas con AA esenciales equilibrados a niveles de ingesta de lisina digerible (Dlys) de 550, 625, 700, 775 y 850 mg / gallina / día. Cada tratamiento se repitió 10 veces con 12 aves por réplica. Se combinaron dos dietas base que contenían 500 u 850 mg de Dlys por 100 g de dieta cada tres semanas en función de las ingestas de alimento anteriores para producir dietas que proporcionarían los niveles de tratamiento de la ingesta de Dlys. La recopilación de datos incluyó la producción diaria de huevos de gallina (HDEP), la ingesta de alimento (FI), el peso del huevo (EW), la masa del huevo (EM), la eficiencia del alimento (FE) y la gravedad específica del huevo (ESG) cada tres semanas. Las gallinas fueron pesadas y calificadas (score) sobre encubrimiento de plumas a los 27, 47 y 66 semanas de edad. Los componentes del huevo se midieron a las 41, 52 y 65 semanas de edad, incluida la altura de la albúmina (AH), el peso de la cáscara del huevo seco (ESW) y los pesos de la albúmina y la yema (AW y YW). También se midieron el peso vacío y la longitud de los segmentos del tracto gastrointestinal (GIT). Se recogieron muestras de excretas dos veces de cinco jaulas seleccionadas al azar por tratamiento para determinar el contenido total de nitrógeno excretado (N). En un diseño experimental completamente al azar, los datos se analizaron usando ANOVA unidireccional como modelo mixto y usando procedimientos de regresión PROC y regresión de superficie de respuesta (21). Las diferencias en las medias se consideraron significativas cuando $P \leq 0.05$. El efecto del aumento de DBP sobre el peso de la gallina, HDEP, EW, EM, FI y FE fue cuadrático. Mediante el uso de un modelo de regresión no lineal, se observó una respuesta máxima para HDEP, EW, EM y FE a una ingesta de 769, 836,

903 y 839 mg / h / d de Dlys, respectivamente. El aumento de los niveles de Dlys aumentó el peso de AFP linealmente y el peso de PM aumentó de forma cuadrática. Los pesos del segmento intestinal disminuyeron de forma lineal o cuadrática al aumentar la ingesta de Dlys. Las medidas del ciego no fueron afectadas por el tratamiento. El puntaje de plumas aumentó con el nivel de consumo de Dlys. Tanto el porcentaje de ESW como el ESG disminuyeron linealmente al aumentar los niveles de ingesta de Dlys. La AW absoluta (lineal) y la YW (cuadrática) aumentaron con la ingesta de Dlys; los valores proporcionales para estos criterios se vieron afectados de manera cuadrática, pero los efectos fueron pequeños. El contenido de excreta de N aumentó de manera cuadrática al aumentar la ingesta de aminoácidos. En conclusión, se determinó la respuesta de las gallinas Lohmann-LSL a DBP y se requirió el nivel de DBP (basado en dietas con AA esencial equilibrado a Dlys) para maximizar la respuesta variada con los criterios evaluados.

Steenhuisen and Gous (22) efectuaron un estudio con dos alimentos basales (118 y 175 g de proteína / kg) con mezclas de aminoácidos equilibradas similares se mezclaron de manera apropiada para producir seis dietas experimentales diferentes en proteínas. Estos fueron alimentados durante seis semanas a 180 gallinas reproductoras de engorde (Ross 308) alojadas en jaulas individuales a partir de 26 w de edad. Se aplicó un fotoperiodo de 13 h. La mitad de las aves fueron restringidas a 160 g de alimento / día, mientras que las otras fueron alimentadas *ad libitum*. Los tratamientos se asignaron al azar dentro de seis bloques. Al final del período de seis semanas, la ingesta voluntaria promedio de las aves alimentadas *ad libitum* fue de 169 g / d, mientras que la ingesta de gallinas en la restricción de alimentación fue de 155 g / d, a pesar del rango de ingestas de proteínas de 18.5 y 28.8 g / ave, no se observaron diferencias en la tasa de postura entre las dos estrategias de alimentación o los niveles de proteína en la dieta, ni hubo diferencias en las proporciones de yema o albúmina entre estos tratamientos. El peso del huevo, la producción de huevo y el aumento de peso aumentaron con la ingesta de proteínas al igual que la retención de energía (kJ / d), mientras que la producción de calor (kJ / d) disminuyó a medida que aumentó la ingesta de proteínas. A pesar de que la ingesta de proteínas en la dieta no tuvo ningún efecto sobre la tasa de puesta, la disminución resultante en la producción de calor a altas ingestas de proteínas sugiere que esta podría ser una estrategia útil a considerar para superar el estrés por calor leve.

Bases teóricas

Proteína cruda

La proteína desempeña un papel importante en la formulación de la dieta de las aves de corral para mantener / mejorar el crecimiento, la utilización del alimento, las funciones inmunes y maximizar el rendimiento productivo, garantizar el bienestar de las aves, así como mitigar los

riesgos ambientales y la contaminación al optimizar el uso de este nutriente. Además, las proteínas ayudan en la biosíntesis de los tejidos y tienen muchas funciones biológicas para el crecimiento y la renovación del cuerpo. Existen en formas de hormonas y enzimas que juegan papeles cruciales en los procesos fisiológicos del cuerpo. Las aves de postura tienen bajos requerimientos de (PC en la dieta, por lo que la identificación del nivel óptimo de PC en las dietas de postura ya sea para maximizar el rendimiento productivo o los retornos económicos de las gallinas ponedoras, requiere cada vez más información sobre las necesidades de proteína de las aves y su impacto en los parámetros de rendimiento y la contaminación ambiental. Esta biomolécula desempeña un papel activo en la dinámica fisiológica, en la estabilización de la barrera inmune y para impulsar las fuerzas para mantener el rendimiento de producción mejorado de las ponedoras (3).

En las gallinas, solo del 35 al 45% del nitrógeno de la ingesta de proteínas se convierte en carne y huevos. El resto del nitrógeno se excreta y se convierte en una fuente de contaminación ambiental (23).

Proteína ideal

Aunque el concepto de proteína ideal está muy extendido, algunos aspectos aún deben mejorarse. La actualización de los requerimientos de aminoácidos para las gallinas ponedoras no sigue la misma tasa de desarrollo que las observadas para los pollos de engorde y, por lo tanto, no hay tanta información disponible para recomendar o concluir sobre la proporción más adecuada de aminoácidos para la producción de huevos en las gallinas de postura (15).

El concepto de "aminoácido ideal o proteína ideal" alcanza un rendimiento animal óptimo basado en una proporción ideal de aminoácidos esenciales (AAE) en la dieta. Una dieta basada en un "concepto ideal de proteína o proteína balanceada" cumple con todos los requerimientos de AAE de las aves para una respuesta de rendimiento deseada. Baker (Universidad de Illinois) estudió este "concepto de proteína ideal" y formuló dietas al incorporar todos los niveles de AAE en relación con el nivel de lisina en la dieta (24).

Con la disponibilidad de AA cristalinos, se ha vuelto mucho más fácil formular dietas siguiendo un concepto ideal de AA o proteína equilibrada, incluso a niveles bajos de PC (25).

Las fórmulas de dieta modernas para gallinas ponedoras deben considerar el concepto de proteína ideal (PI), basado en la cantidad de aminoácidos, que las gallinas usarían de manera más eficiente. Por esta razón, es importante establecer las relaciones entre los aminoácidos que se adaptan mejor a la capacidad de digestión y absorción de las gallinas, reduciendo la necesidad de gastar una excreción excesiva de aminoácidos, ahorrando así energía corporal (26).

Aunque Met y Met + Cys, respectivamente, juegan un papel clave en la nutrición de las gallinas ponedoras porque son las primeras limitantes en las dietas comerciales más comunes, la lisina se usa típicamente como el aminoácido de referencia en el concepto de proteína ideal. La ventaja de

este concepto es que se consideran todos los aminoácidos esenciales porque la optimización del rendimiento requiere que toda la gama de aminoácidos esenciales se proporcione al animal en cantidades adecuadas (27).

Proteína balanceada

En el contexto de la formulación comercial, un perfil de PI exacto es teórico, por lo que se ha desarrollado el concepto de proteína balanceada (PB) como una aplicación práctica del perfil de aminoácidos ideal para abastecer a los pollos con los niveles mínimos correctos de aminoácidos esenciales y no esenciales (28).

En gallinas ponedoras, el nivel de ingesta de AA equilibrado debe ser adecuado para mantener un alto nivel de producción de huevos (29).

Aminoácidos o proteína cruda en la dieta

Aunque es cierto que las aves requieren aminoácidos y no PC, solo teniendo en cuenta los requerimientos para algunos aminoácidos se ignora el hecho de que las aves también requieren una cantidad definida de aminoácidos no esenciales. Esto es complicado porque el exceso de aminoácidos esenciales puede ser precursor de los aminoácidos no esenciales. La alimentación de una mezcla equilibrada de aminoácidos en proporción al contenido de PC del alimento supera todos los problemas con la expresión de los requerimientos en términos de ingestas diarias de aminoácidos. Algunos autores prefieren expresar los requerimientos relativos a la lisina para mantener las proporciones adecuadas entre los aminoácidos (14).

La eficiencia de la utilización de la proteína dietética proporcionada depende de la cantidad, composición y digestibilidad de sus aminoácidos, que las gallinas requieren a niveles específicos. De acuerdo con las necesidades fisiológicas, los AA absorbidos deberían estar disponibles para la síntesis de proteínas de los tejidos, debido a la variación del crecimiento, la edad y el rendimiento del tejido individual; la proporción ideal requerida para el mantenimiento y el rendimiento sufre cambios (30). En el caso de las gallinas, esto se vuelve más importante ya que estas aves priorizarán la producción de huevos en lugar de la síntesis de otros compuestos de proteínas corporales (15).

Los requerimientos de CP son algo inapropiados, ya que el requerimiento se basa en el contenido de aminoácidos de la proteína. Una vez digeridos y absorbidos, los aminoácidos se utilizan como componentes básicos de las proteínas estructurales (músculo, piel, ligamentos), proteínas metabólicas, enzimas y precursores de varios componentes del cuerpo. Debido a que las proteínas corporales se sintetizan y degradan constantemente, un suministro adecuado de aminoácidos es fundamental para apoyar el crecimiento o la producción de huevos (31).

Requerimiento de aminoácidos

Los requerimientos de proteínas y aminoácidos de las gallinas ponedoras, según se determina empíricamente, varían en un amplio rango. Esta variación resulta de las diferencias en el tamaño corporal, el consumo de alimento, la producción de huevo y el peso del huevo entre las aves utilizadas por los diversos investigadores, debido a diferencias en la raza, edad, dieta y condiciones ambientales. Por lo tanto, debe aceptarse que no existe un requerimiento único para la proteína o cualquier aminoácido realmente para las gallinas ponedoras, sino que cambia con los determinantes del requerimiento. Dado que esas son cantidades medibles, parece posible la construcción de una ecuación para calcular el requerimiento (32).

El requerimiento de AAE cambia con la edad del ave y la etapa de producción. Muchos AAE también están disponibles en forma sintética o cristalina y se consideran 100% digeribles. Los niveles de aminoácidos esenciales se equilibran cuidadosamente en las dietas de aves de corral para que se complementen entre sí.

La lisina se ha reconocido como AA de referencia y todos los demás niveles de los AAE se ajustan en relación con el nivel de lisina en la dieta. En las aves de corral, la metionina es el primer aminoácido limitante en las dietas a base de harina de soya y maíz o trigo, seguido de lisina, treonina, triptófano e isoleucina. (16).

Los requerimientos de AA pueden estar influenciados por cuatro factores importantes, que son la línea genética, el medio ambiente, el estado de salud de las aves y los factores dietéticos (33). Lo que podrían haber influido en los requerimientos de aminoácidos para la producción y mantenimiento de huevos. Es necesario un suministro adecuado de AAE equilibrado para cumplir con el potencial genético completo de las gallinas (16).

Algunos estudios reportan reducción de la producción de huevo con dietas bajas en proteínas suplementadas con AAE, lo que podría explicarse por los bajos niveles de los AA no esenciales (AANE) (34).

Cuando hay una alta reducción en la proteína de la dieta, así haya una suplementación suficiente con AAE, puede surgir una situación en la que algunos de los AAE se desvían en la síntesis de AANE debido a la falta de nitrógeno no específico (35).

Inherentemente, las gallinas no tienen una demanda de proteínas. Pero las gallinas tienen un requerimiento fisiológico de aminoácidos para el crecimiento y mantenimiento del cuerpo, y para la síntesis de proteínas de huevo. También usan aminoácidos para producir otros compuestos no proteicos fisiológicamente importantes como la serotonina, el óxido nítrico, la adrenalina y la carnitina (16). La proteína y el requerimiento ideal de AA de las ponedoras comerciales pueden verse influenciados por la línea genética de gallina, la edad, la temperatura ambiental, el peso corporal y las variaciones en la ingesta de alimento (36).

El requerimiento de aminoácidos de las gallinas depende de los criterios de respuesta seleccionados, como la producción de huevos, el tamaño del huevo y la eficiencia de la

alimentación. Los estudios sobre los requerimientos de AA en gallinas se han centrado principalmente en la producción de huevos y las variables de eficiencia de alimentación, que están más asociadas con la economía de la producción de huevos (16).

Debido a que el rendimiento del huevo está determinado por la ingesta absoluta de EM y PC, por lo tanto, el consumo de alimento debe considerarse como una variable independiente cuando se evalúan los parámetros de rendimiento. En consecuencia, recomendar un requerimiento de nutrientes basado en la ingesta absoluta de EM y PC es más razonable en consideración del consumo de alimento. Se puede obtener una combinación óptima de EM y PC mediante análisis de superficie de respuesta en consideración de consumo de alimento. La ingesta absoluta de EM y PC equilibrada es la clave para optimizar el rendimiento del huevo (37).

Exceso de proteínas en las dietas

Kerr (38) reportó una revisión exhaustiva que contiene más de 35 estudios de suplementación de aminoácidos en las dietas de aves de corral y señaló que la excreción de nitrógeno podría reducirse de 2.3-22.50% por cada unidad de disminución de PC en las dietas. Donde, la inclusión de aminoácidos en las dietas bajas en proteínas de las aves de corral disminuyó la excreción de nitrógeno en un 8.5% por una reducción de un por ciento en la proteína de la dieta.

Si uno de los aminoácidos limitantes se complementa con un nivel mucho más alto que el requerimiento en relación con los niveles de uno o más AAE en el grupo se producen efectos adversos. Este hecho puede reducir la ingesta de alimento y el rendimiento (39).

La respuesta principal de las gallinas a la proteína de la dieta es la ingesta de alimento, que aumenta a medida que el contenido de proteína de la dieta se vuelve marginalmente deficiente, pero luego disminuye notablemente a medida que la deficiencia de proteína se vuelve más severa (40, 41).

Morris y Gous (42) analizaron los cambios relativos en la tasa de puesta y el peso del huevo y mostraron que la tasa de puesta está influenciada en mayor medida por una disminución en la ingesta de proteínas que el peso del huevo.

Proteínas, aminoácidos y rentabilidad

El objetivo de la producción de huevos no es el máximo rendimiento sino las máximas ganancias. La idea del requerimiento diario de aminoácidos digeribles supone que el objetivo es el tamaño máximo del huevo y no considera que la producción diaria de huevo sea una función del nivel equilibrado de proteínas en la dieta (43, 44). Cuando la proteína es barata, se pueden alimentar altos niveles, produciendo altos niveles de producción y producción de huevos. Sin embargo, cuando el alimento es más caro, se deben alimentar niveles más bajos si el valor del costo del alimento ahorrado no excede el valor disminuido de los huevos (14).

A medida que las gallinas ponedoras continúan mejorando en las características del huevo, es relevante examinar su respuesta a la proteína balanceada digestible (DBP) en la dieta (16).

Las especificaciones dietéticas de aminoácidos deberían permitir un alto rendimiento. Sin embargo, el máximo rendimiento no significa necesariamente la máxima rentabilidad. Por lo tanto, las especificaciones de nutrientes en general, pero la especificación de aminoácidos en particular, deben ajustarse a las condiciones económicas, incluido el costo del alimento y el precio del huevo.

Por lo tanto, los nutricionistas necesitan ajustar las especificaciones en relación con las condiciones económicas. Sin embargo, aunque el nivel absoluto de aminoácidos puede cambiar con la situación económica, las relaciones ideales entre los aminoácidos siguen siendo las mismas (27).

Tanto niveles excesivos o muy deficientes de aminoácidos podrían afectar la respuesta productiva y económica, por lo que es necesario evaluar y determinar los niveles adecuados de uso en las dietas.

Para este estudio se estableció la hipótesis que un aumento del nivel de proteína balanceada aumenta la respuesta productiva y económica para lo que se realizó el presente estudio con el objetivo de determinar el efecto de diferentes niveles de proteína balanceada sobre la respuesta productiva y económica de gallinas de postura.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Nivel y tipo de investigación

El trabajo corresponde a una investigación aplicada y experimental.

2.2 Fecha y lugar de ejecución

El periodo del experimento 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 en total fue por 16 semanas.

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 (45)).

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. Instalaciones

Galpón experimental con techo a doble agua y mallas de alambre.

b. Jaulas

El material utilizado para los casilleros es malla metálica. Cada una de las unidades experimentales tiene un comedero y bebedero independiente para efectos de determinar el consumo del alimento y se confeccionaron registros para la toma de los datos de cada una de las variables evaluadas

c. Materiales

Se utilizaron 64 gallinas de la línea genética Lohmann Brown de 53 semanas de edad y seleccionadas en peso uniforme. El cálculo de la muestra se realizó utilizando la fórmula de comparación de medias para contraste de hipótesis reportada por Gallego (46):

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

Dónde:

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

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

S = desviación estándar (*) = ± 2.85 (masa de huevo)

d = valor mínimo de la diferencia en la masa de huevo que se desea 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 necesita 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.

d. Equipos

- Analizador de huevo digital Egg Tester (DET 6500).
- Balanza analítica
- Micrómetro digital

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

- a. Observación
- b. Registros
- c. Hojas de cálculo de Excel
- d. Tablet

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

Se formularon 4 dietas con diferentes niveles de proteína balanceada: 90, 100, 110 y 120% (ANEXO 1).

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.

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 (47).

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 proteína balanceada de la dieta. Se formularon 4 dietas con diferentes niveles de proteína balanceada: 90, 100, 110 y 120%.

Variables dependientes:

a. Producción de huevo: Se calcula sumando la cantidad total de huevos producidos, se divide entre el número de gallinas y se multiplica por cien. Se expresa en porcentaje

b. Consumo de alimento: Se midió como la diferencia del alimento ofrecido menos el residuo que será calculado semanalmente y promediado en g/ave/día.

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

d. 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.

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

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

g. Unidad Haugh: Se determinó de acuerdo a la metodología de Eisen *et al.* (48), 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

Las unidades Haugh se determinan por una relación logarítmica entre el peso del huevo y la altura del albumen. Esta evaluación mide la calidad del albumen o clara del huevo.

h. Índice de yema: Es la relación entre la altura y el diámetro de yema.

i. Resistencia a rotura de cáscara: Fuerza que se aplica para romper la cascara (kgF)

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

k. 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 experimento.

l. Retribución económica: Calculado como la proporción del margen económico comparado a otros tratamientos.

2.10 Diseño de la investigación

Los tratamientos experimentales fueron asignados 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 utilizó un total de 64 aves.

Modelo matemático:

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

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

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

μ = media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

φ_{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 90% de PB

T-2: Dieta con 100% de PB (Testigo)

T-3: Dieta con 110% de PB

T-4: Dieta con 120% de PB

2.12 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron procesados y analizados estadísticamente mediante análisis de supuestos estadísticos de homocedasticidad y normalidad de datos que nos indicará que los valores numéricos de la variable dependiente siguen una distribución o curva normal.

Análisis de varianza para 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 fue significativo a $P \leq 0.05$.

Estadística descriptiva (media aritmética 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 (49), versión 9.4.

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

III. RESULTADOS

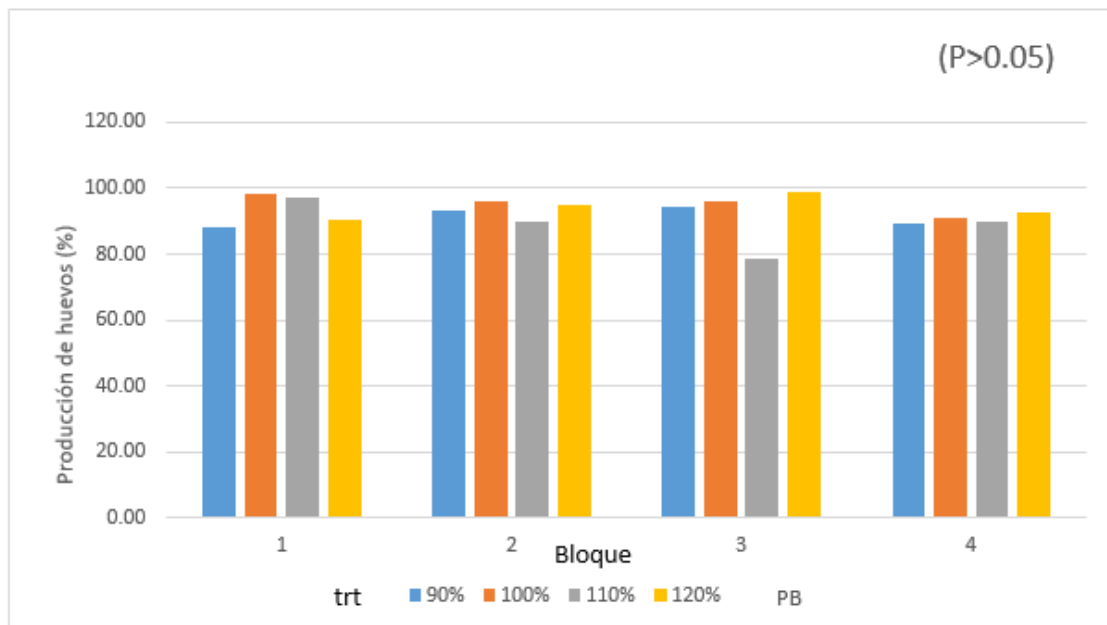
Respuesta productiva

En la tabla 1 se presentan los resultados de las variables de producción de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia, cuyos valores promedios son estadísticamente similares, indicando que no hubo efecto significativo ($P>0.05$) de las dietas con diferentes niveles de PB.

Tabla 1. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre producción de huevos, consumo de alimento y conversión alimenticia de gallinas de postura

TRATAMIENTOS	Producción huevos (%)	Consumo de alimento (g/día)	Conversión alimenticia (g/g)
T-1 DIETA (90% PB)	91.29 ±2.88	136.16 ±1.34	2.25 ±0.10
T-2 DIETA (100% PB)	95.31 ±3.01	130.47 ±8.28	2.11 ±0.08
T-3 DIETA (110% PB)	88.83 ±7.72	132.22 ±5.10	2.13 ±0.21
T-4 DIETA (120% PB)	94.41 ±3.61	133.77 ±3.70	2.03 ±0.13
PROBABILIDAD			
P-value	0.2015	0.5375	0.3138

Figura 1. Efecto de los niveles de proteína balanceada sobre la producción de huevo de gallinas de postura.

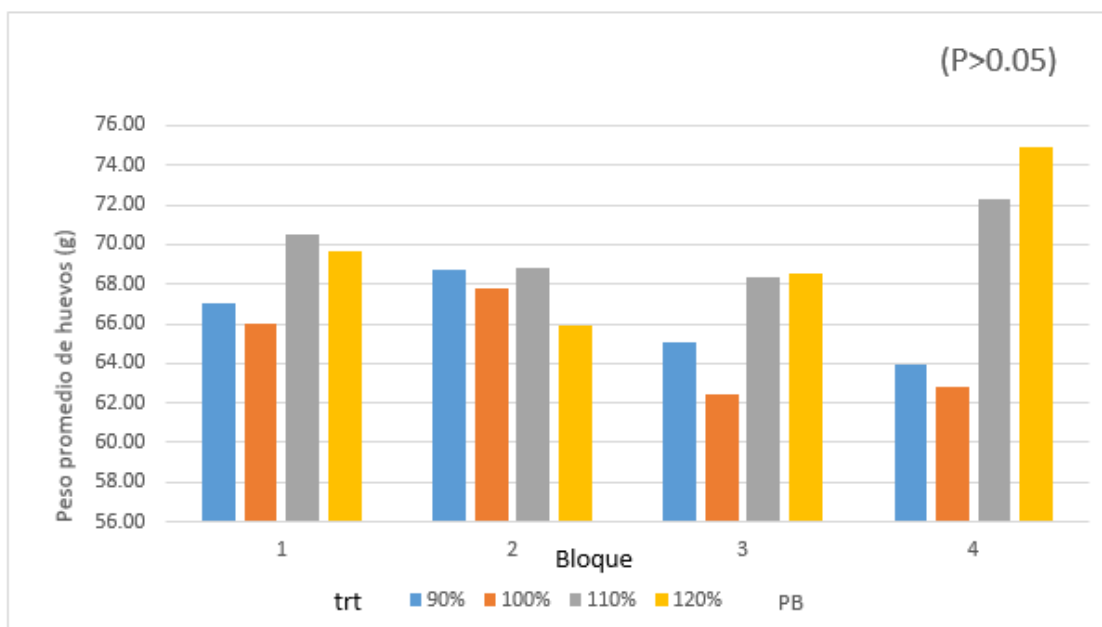


En la tabla 2 se presentan los resultados de las variables de eficiencia energética (conversión calórica), peso y masa de huevo, cuyos valores promedios son estadísticamente similares, indicando que no hubo efecto significativo ($P>0.05$) de las dietas con diferentes niveles de PB. En el peso de huevo se encontró una tendencia estadística ($P=0.06$) a favor de la dieta con alta PB y mayor peso de huevo.

Tabla 2. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre eficiencia energética, peso y masa de huevo de gallinas de postura

TRATAMIENTOS	Eficiencia energética (Mcal/Kg)	Peso de huevo (g)	Masa de huevo (g/día)
T-1 DIETA (90% PB)	6.14 ±0.28	66.20 ±2.11	60.45 ±2.99
T-2 DIETA (100% PB)	5.75 ±0.22	64.76 ±2.58	61.76 ±3.85
T-3 DIETA (110% PB)	5.83 ±0.57	70.00 ±1.78	62.25 ±6.34
T-4 DIETA (120% PB)	5.55 ±0.38	69.75 ±3.78	65.82 ±3.45
PROBABILIDAD			
P-value	0.3138	0.0671	0.4631

Figura 2. Efecto de los niveles de proteína balanceada sobre el peso promedio de huevo de gallinas de postura.



Calidad de huevo

En la tabla 3 se presentan los resultados de las variables de calidad de huevo, cuyos valores promedios de la unidad Haugh, índice de yema y resistencia a la rotura de cáscara son estadísticamente similares, indicando que no hubo efecto significativo ($P>0.05$) de las dietas con diferentes niveles de PB.

Tabla 3. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre unidad Haugh, índice de yema y resistencia a la rotura de cáscara de huevo de gallinas de postura

TRATAMIENTOS	Unidad Haugh (U)	Índice de yema (r)	Resistencia a rotura de cáscara (KgF)
T-1 DIETA (90% PB)	97.09 ±2.62	0.424 ±0.023	4.74 ±0.83
T-2 DIETA (100% PB)	97.09 ±3.27	0.419 ±0.009	4.67 ±0.29
T-3 DIETA (110% PB)	94.39 ±5.68	0.424 ±0.022	4.61 ±0.17
T-4 DIETA (120% PB)	97.45 ±3.50	0.431 ±0.029	4.24 ±0.29
PROBABILIDAD			
P-value	0.6610	0.8331	0.4306

Respuesta económica

En la tabla 4 se observa que la dieta con 120%PB maximiza la respuesta económica de las gallinas de postura. La dieta con 100%PB logró el menor costo de alimentación en S/Kg de masa de huevo producido por gallina durante todo el periodo de la prueba. Pero la dieta con 120%PB logró el máximo margen sobre costo de alimentación y retribución económica que fue +6.19% que una dieta con 100%PB y +12.53% que una dieta con 90%PB.

Tabla 4. Efecto de niveles de proteína balanceada (PB) sobre costo de alimentación, margen sobre costo de alimentación (MSCA) y retribución económica de gallinas de postura

TRATAMIENTOS	Costo alimentación (S/Kg)	MSCA (S/)	Retribución económica
T-1 DIETA (90% PB)	3.153	9.636	93.66
T-2 DIETA (100% PB)	3.025	10.288	100.00
T-3 DIETA (110% PB)	3.107	10.083	98.00
T-4 DIETA (120% PB)	3.035	10.925	106.19

Costo del alimento (S/Kg): T-1 (S/1.401); T-2 (S/1.433); T-3 (S/1.463); T-4 (S/1.494)

Precio de venta de huevo (S/Kg) = 6.00

IV. DISCUSION

Si bien el concepto de proteína ideal es importante en la nutrición de gallinas de postura, pero cuando se aplica el concepto de proteína balanceada hay otros factores que podrían afectar la respuesta de las gallinas de postura y deben ser analizados.

En el presente estudio, se utilizó el concepto de proteína balanceada dietaria, definida como la proporción constante de los aminoácidos esenciales y ajustada para los AA limitantes en relación con lisina, tomando como base la proporción recomendada por la línea genética utilizada (LOHMANN Brown), el nivel de lisina digestible ileal estandarizada fue tomado como referencia para generar los otros tres niveles de proteína balanceada en la dieta.

Los aminoácidos y la densidad energética son dos componentes críticos en las formulaciones de alimento para ponedoras de menor costo; sin embargo, los requerimientos de aminoácidos variarán según la línea genética, la edad, las estrategias de alimentación, las condiciones de alojamiento y la precisión con la que se hayan evaluado los requerimientos. Las mejoras genéticas y el aumento del rendimiento de las gallinas ponedoras han modificado los aportes óptimos de aminoácidos y energía, que son interdependientes (50).

Según las condiciones del presente estudio, los resultados indican que las gallinas de postura tienen capacidad para mantener una respuesta productiva similar en el rango de 90 a 120% de la proteína balanceada en la dieta sin afectar los principales indicadores de calidad de huevo.

De acuerdo con la naturaleza de las dietas utilizadas, conforme se incrementa la densidad de proteína balanceada de 90 a 120% también aumenta el contenido de proteína cruda de la dieta, que fueron de 12.92, 14.12, 15.19 y 16.33 % para los niveles de 90, 100, 110 y 120% de PB respectivamente. Esto representa un aumento de 26% aproximadamente. Lo que indica que además del aumento proporcional de los aminoácidos esenciales limitantes (AAEL), también existe un incremento de los otros AAs esenciales y también los no esenciales (AANE)

En el presente estudio se consideró los niveles de proteína balanceada en base a los AAEL lisina d (Lis D), metionina+lisina d (M+C D), treonina d (Tre D), valina d (Val D) y triptófano (Trip D), los que fueron aumentando en la misma proporción desde 0.612, 0.68, 0.748 y 0.816% para Lis D, desde 0.549, 0.61, 0.67 y 0.73% para M+C D, desde 0.432, 0.48, 0.528 y 0.576% para Tre D, desde 0.53, 0.60, 0.659 y 0.719 para Val D y desde 0.134, 0.15, 0.16 y 0.179 para Trip D en las dietas con 90, 100, 110 y 120% de PB respectivamente.

Los AAs como arginina d, fenilalanina d, histidina d, isoleucina d y leucina d también incrementaron su contenido en la dieta.

Conforme a los resultados si la respuesta productiva se mantiene, entonces habría un exceso de N que debe ser excretado lo que puede tener un impacto ambiental, por lo tanto, la dieta con menor nivel de PB sería lo más recomendable como medida de solución a este problema de contaminación ambiental, sin embargo, como se verá más adelante, a medida que disminuye la

PC en la dieta aumenta la inclusión de AA sintéticos lo que tienen mayor aporte a la huella de carbono perjudicando la sostenibilidad ambiental, por lo que se debe tener cautela en este tema. En esta línea Harn et al (51) realizaron un estudio en gallinas ponedoras Bovans Brown de 39 a 51 semanas de edad para evaluar los efectos de la reducción del contenido de proteína cruda de dietas isoenergéticas suplementadas con aminoácidos esenciales en forma libre sobre el rendimiento de postura, calidad del huevo, excreción de N, margen económico y huella de carbono. Ellos encontraron que la reducción del contenido de proteína cruda de la dieta del 16,1% al 14,7%, con un contenido similar de AAE digeribles, dio como resultado una mayor tasa de puesta, un menor peso del huevo y menos huevos Jumbo. Una mayor reducción del contenido de proteína cruda a 13,5% y 12,0% afectó la tasa de postura, el peso y la masa del huevo y la eficiencia alimenticia. También encontraron que la albúmina en los huevos disminuyó con la disminución del contenido de proteína cruda de las dietas, la disminución del contenido de proteínas en la dieta con un contenido digerible similar de aminoácidos esenciales aumenta la huella de carbono de las dietas, el precio calculado del alimento aumenta con una disminución en el contenido de proteína cruda, el margen económico calculado del alimento está fuertemente influenciado por la disponibilidad y el precio de las materias primas ricas en proteínas y el precio de los aminoácidos libres. En las condiciones del mercado holandés, los márgenes de alimentación por cada 100 gallinas colocadas con dietas bajas en proteína cruda disminuyeron en 12,82 €, 56,58 € y 70,08 € respectivamente para las dietas con 14,7, 13,5 y 12,0 % de PB. El contenido total de N del estiércol disminuyó linealmente al disminuir el contenido de proteína cruda de las dietas. En el estudio de Harn et al (51) a pesar del menor contenido de harina de soya en las dietas bajas en proteínas, la huella de carbono (CFP) no fue menor en comparación con la dieta de control. El uso de aminoácidos libres es la razón principal del aumento de la CFP, como ejemplo para la producción de L-treonina se necesitan grandes cantidades de compuestos de sulfato, que contribuyen significativamente a la acidificación del medio ambiente y explican el alto valor de CFP de la L-treonina.

Desde este punto de vista de contaminación ambiental, encontrar el nivel adecuado de PB en la dieta se vuelve más complicado y complejo optimizar el nivel de PB. Bajo la situación del presente estudio se incrementó la inclusión de AA sintéticos conforme aumentaba el nivel de PB, pero a la vez también el nivel de PC fue aumentando.

Según Liu y Selle (52) indican que, dado al aumento creciente de la disponibilidad de aminoácidos sintéticos o cristalinos (AA no ligados) requiere una mejor consideración de los niveles de aminoácidos en las dietas ya que su dinámica digestiva es diferente al de los aminoácidos unidos a proteínas.

Durante las últimas décadas, la industria avícola ha disminuido sistemáticamente el suministro de N en alimentos prácticos para satisfacer con mayor precisión las necesidades de los aminoácidos esenciales (AAE) de las aves. En el caso de las gallinas ponedoras, en particular, aún queda mucho trabajo por hacer para establecer el balance ideal de los AAE (53).

En base a un estudio de revisión, Macellini *et al.* (50) reporta que hay inconsistencias en las recomendaciones de lisina, aminoácidos azufrados, treonina, triptófano, aminoácidos de cadena ramificada y arginina en los datos que han surgido desde 1994. Consideran que la genética, la edad, la composición de la dieta basal y el método de evaluación han contribuido hacia las inconsistencias en las recomendaciones de aminoácidos. El desarrollo de dietas bajas en proteínas para gallinas ponedoras está recibiendo cada vez más atención debido a la demanda de una producción sostenible. Esto implica cambios bastante radicales en la composición de la dieta con inclusiones de aminoácidos no unidos, esenciales y no esenciales. El aumento de las inclusiones de aminoácidos no unidos en las dietas de ponedoras modifica la dinámica digestiva de las proteínas y puede influir en los requerimientos de aminoácidos en las gallinas ponedoras.

Según Soares *et al.* (53) las casas genéticas han realizado considerables esfuerzos e inversiones para producir gallinas ponedoras comerciales más eficientes para producir proteína animal, mayores tasas de puesta, mayor persistencia del ciclo de puesta de huevos y mejor calidad de la cáscara del huevo, y como consecuencia aumentó los requerimientos de AA y otros nutrientes de las aves.

Soares *et al.* (53) reporta que los requerimientos de AAE de pollitas y gallinas ponedoras se han definido convencionalmente como dosis únicas estimadas en una curva de respuesta suave donde una producción determinada (por ejemplo, peso corporal, aumento de peso corporal, tasa de puesta, producción de huevos, peso del huevo, etc.) está relacionado con el suministro dietético de AA, lo que se conoce como método dosis-respuesta, proporcionó la base para tablas nutricionales como las Tablas Brasileñas para Aves y Porcinos y de la NRC (2), esta técnica tiene limitaciones y no es precisa, además que hay factores de edad, línea genética y ambiente que influyen en la respuesta al consumo de AA indican estos autores.

El requerimiento de AAs está relacionado a diferentes factores, según menciona Rama Rao *et al.* (54) los niveles de proteína bruta de las dietas experimentales y su relación con la densidad energética podrían ser un factor que altere los requerimientos de aminoácidos en las gallinas ponedoras por los cambios en el balance de aminoácidos y las funciones hepáticas.

Es de importancia y actual considerar el estudio de Wu and Li (55) quienes manifiestan que todos los aminoácidos no esenciales (AANE) (ahora conocidos como AA que se sintetizan en células animales de *novo* [AASA]) se formaban suficientemente en los animales y no eran necesarios en las dietas. Sin embargo, los estudios realizados durante las últimas tres décadas han demostrado que se necesitan suficientes AASA en la dieta (por ejemplo, glutamina, glutamato, glicina y

prolina) para el crecimiento máximo y la salud óptima de los cerdos, pollos y peces. Por lo tanto, el concepto de “proteína ideal” (proteína con un patrón óptimo de AAE que satisface con precisión las necesidades fisiológicas de los animales), que se propuso originalmente en la década de 1950 pero ignoró los AASA, no es ideal, es imperfecto en la nutrición animal. Las dietas ideales deben proporcionar todos los AA fisiológica y nutricionalmente esenciales. El antiguo término “AANE” ha sido reconocido recientemente como un nombre inapropiado en la ciencia nutricional y, por lo tanto, reemplazado por AASA. No todos los AASA son sintetizados suficientemente por mamíferos, aves, peces y crustáceos para su máxima productividad. Como implica el término “proteína ideal” para la nutrición, debe ser una proteína con proporciones óptimas de todos los AA necesarios para el máximo crecimiento y productividad, así como procesos metabólicos, metabolismo microbiano intestinal y salud óptimos en los animales.

Debe tenerse en cuenta que los AANE y AAE representan el 60 y el 40% del total de AA en los animales, respectivamente (56). Esto indica un mayor requerimiento de los animales de AANE que de AAE para la síntesis de proteínas en los tejidos. La opinión tradicional de que los animales no tienen necesidades dietéticas de AANE debe ser refutada a la luz de los nuevos conocimientos de la bioquímica, nutrición y fisiología de AA (55)

Los piensos de origen animal proporcionan abundantes AAE y AASA (incluidos glutamatos, glutamina, glicina, prolina, 4-hidroxiprolina y taurina) para las dietas de cerdos, aves, peces y crustáceos para mejorar su crecimiento, desarrollo, reproducción y salud. Los nutricionistas deberían pensar de forma innovadora e ir más allá del concepto de “proteína ideal” y considerar proporciones y cantidades óptimas de todos los AA proteinógenos en las dietas de mamíferos, aves y animales acuáticos y, en el caso de los carnívoros, también la taurina. Esto ayudará a formular eficazmente dietas bajas en proteínas para el ganado. Los AASA deben ser adecuados en las dietas para minimizar el impacto ambiental de la producción animal (55).

En dietas bajas en proteínas pueden afectar el peso corporal de las gallinas de postura que es reducido para mantener la producción de huevos. Un estudio de da Nóbrega et al (57) evaluaron tres tratamientos diseñados con tres niveles de proteína balanceada (BP), encontraron que la PB dietética influyó en la composición corporal, la producción de huevos, el peso del huevo y la masa del huevo de gallinas ponedoras blancas. El aumento en la PB en la dieta se relacionó con un aumento en el contenido corporal y el peso del huevo, mientras que las gallinas que consumieron la dieta baja en proteínas balanceadas presentaron un peso corporal más bajo, más delgadas y produjeron huevos más pequeños. En nuestro estudio, los pesos vivos corporales de las gallinas se mantuvieron similares y no fueron afectados, aunque el estudio fue de corto tiempo (8 semanas), lo que se recomendaría evaluar por un periodo más largo.

Respecto a la evaluación económica. El costo de alimentación influye sobre el margen y debe considerarse para la toma de decisiones a nivel comercial. En nuestro estudio el menor costo de alimentación fue obtenido con la dieta estándar, es decir con el nivel de PI que recomienda la línea genética (100% PB) y el mayor margen sobre el costo de alimentación fue alcanzada con la dieta de mayor nivel de PB (120%) lo que corresponde a una retribución económica a de +6.19% de mejora respecto a la dieta estándar. Sin embargo, se debe validar esta respuesta a nivel comercial.

V. CONCLUSIONES

Los diferentes niveles de PB en la dieta no afectaron significativamente ($P>0.05$) las características de respuesta productiva y calidad de huevo. Se encontró tendencia estadística a favor de la dieta con 110% PB que favoreció un mayor peso de huevo. Esto indicaría la capacidad de adaptación de la gallina a mantener la respuesta productiva y calidad de huevo con los diferentes niveles de PB. El costo de alimentación fue más bajo para la dieta con el nivel de 100% de PB y el mayor margen sobre costo de alimentación fue para la dieta con 120% de PB de mayor retribución económica (+6.19%), sin embargo, dado que los principales indicadores productivos como el consumo de alimento, producción de huevo, conversión y masa de huevo, que son la base del análisis económico, fueron estadísticamente similares, podrían variar el costo y margen bajo otras circunstancias.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Realizar estudios complementarios sobre proteína balanceada en otras fases de producción y otras líneas genéticas.
- 6.2 Evaluar otras recomendaciones de niveles de proteína balanceada en base al perfil de aminoácidos o proteína ideal de la dieta.
- 6.3 Comparar dietas con diferentes niveles de proteína balanceada que tengan como fuente de proteína vegetal + animal y solo vegetal
- 6.4 Comparar dietas con diferentes niveles de proteína balanceada considerando diferentes bases de datos de composición de aminoácidos de los ingredientes alimenticios.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Bell DD, Weaver Jr WD. Commercial Chicken Meat and Egg Production. 5th ed. 2002. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
2. National Research Council. Nutrients Requirements of Poultry. 9th Rev. Edn., National Academic Press, Washington, USA., ISBN-13: 9780309596329. 1994; 156 p.
3. Alagawany M, Abd El-Hack ME, Farag MR, Tiwari R, Sachan S, Karthik K, Dhama K. Positive and Negative Impacts of Dietary Protein Levels in Laying Hens. *Asian J. Anim. Sci.* 2016; 10: 165-174.
4. Koreleski J, Swiatkiewicz S. Laying performance and nitrogen balance in hens fed organic diets with different energy and methionine levels. *J. Anim. Feed Sci.* 2009; 18: 305-312.
5. Alagawany M, El-Hindawy MM, Ali AA, Soliman, MM. Protein and total sulfur amino acids relationship effect on performance and some blood parameters of laying hens. *Egypt. J. Nutr. Feeds.* 2011; 14: 477- 487.
6. Alagawany M, Abou-Kassem DE. The combined effects of dietary lysine and methionine intake on productive performance, egg component yield, egg composition and nitrogen retention in Lohmann Brown hens. *Egypt. J. Nutr. Feeds.* 2014; 17: 315-328.
7. Alagawany M, El-Hack MEA, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of low-protein diets with crystalline amino acid supplementation on egg production, blood parameters and nitrogen balance in laying Japanese quails. *Avian Biol. Res.* 2014a; 7: 235-243.
8. Alagawany M, El-Hindawy MM, Attia AI. Impact of protein and certain amino acids levels on performance of growing Japanese quails. *Universal J. Applied Sci.* 2014b; 2: 105-110.
9. Goldstein DL, Skadhauge E. Renal and Extrarenal Regulation of Body Fluid Composition. In: *Sturkie's Avian Physiology*, Whittow, G.C. (Ed.). 5th Edn., Academic Press, San Diego, California. 2000; 265-297.
10. Ferket PR, van Heugten E, van Kempen TATG, Angel R. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *J. Anim Sci.* 2002; 80: E168-E182.

11. Corzo A, Loar RE, Kidd MT. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. *Poult. Sci.* 2009; 88: 1934-1938.
12. Schutte JB, de Jong J, van Weerden EJ, Tamminga S. Nutritional implications of L-arabinose in pigs. *British Journal of Nutrition.* 1992; 68: 195-207.
13. Schaible PJ, Patrick H. *Poultry: Feed and Nutrition.* 2nd ed. AVI Publishing Company Inc. 1980, Westport, CT.
14. Shim MY, Song E, Billard L, Aggrey SE, Pesti GM, Sodsee P. Effects of balanced dietary protein levels on egg production and egg quality parameters of individual commercial layers. *Poultry Science.* 2013; 92 :2687–2696 [http://dx.doi.org/ 10.3382/ps.2012-02569](http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02569)
15. Soares L, Sakomura NZ, de Paula Dorigam JC, Liebert F, Sunder A, do Nascimento MQ, Leme BB. Optimal in-feed amino acid ratio for laying hens based on deletion method. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2018; 103:170–181.
16. Kumar D. Assessing the Response of Laying Hens to Digestible Balanced Protein from 27 to 66 Weeks of Age. A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in the Department of Animal and Poultry Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada. 2016; 115 p.
17. Bunchasak C, Poesuwan K, Nukraew R, Markvichitr K, Choothesa A. Effect of dietary protein on egg production and immunity responses of laying hens during peak production period. *Int. J. Poult. Sci.* 2005; 4: 701-708.
18. Bouyeh M, Gevorgian OX. Influence of different levels of lysine, methionine and protein on the performance of laying hens after peak. *J. Anim. Vet. Adv.* 2011; 10: 532-537.
19. Saxena VP, Mandal AB, Thakur RS. Performance of commercial laying pullets on different protein and energy levels during winter months. *Indian J. Anim. Sci.* 1986; 56: 262-266.
20. De Mendonca Jr CX, Lima FR. Effect of dietary protein and methionine levels on forced molt performance of laying hens. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 1999; 36: 332-338.
21. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, INSTITUTE. User's Guide: Statistics. Version 9.1. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA. 2003; 230 p.

22. Steenhuisen E, Gous RM. The response of broiler breeder hens to dietary balanced protein. South African Journal of Animal Science. 2016; 46 (3): 9 p.
23. Penz Junior AM. Digestibilidad de aminoácidos. In: SIMPÓSIO DE AVANÇOS TECNOLÓGICOS, 1993, República Dominicana. Anais... República Dominicana: NOVUS. p.35-48.
24. Baker DH, Han Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post hatching. Poult. Sci. 1994; 73:1441-4147.
25. Burley HK, Patterson PH, Elliot MA. Effect of a reduced crude protein, amino acid-balanced diet on hen performance, production cost, and ammonia emissions in a commercial laying hen flock. J. Appl. Poult. Res. 2013; 22:217-228.
26. Parsons MC, Baker DH. The concept and use of ideal proteins in feeding of nonruminants, In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 31, Maringá. Anais... Maringá: SBZ 1994; 119
27. Lemme A. Amino Acid Recommendations for laying hens. Lohmann information. 2009; 44 (2), Oct., Page 21.
28. ROSS Nutrition Supplement. 2009. Protein and amino acids. [Internet]. Available in: http://www.poultryhub.org/wp-content/uploads/Ross_Nutrition_Supplement.Pdf
29. Bregendahl K, Roberts SA, Kerr B, Hoehler D. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cysteine, threonine, tryptophan and valine relative to lysine for White Leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. Poult. Sci. 2008; 87:744-758.
30. Wecke C, Liebert F. Improving the reliability of optimal infeed amino acid ratios based on individual amino acid efficiency data from N balance studies in growing chickens. Animals. 2013; 3: 558–573.
31. Applegate TJ, Angel R. Protein and Amino Acid Requirements for Poultry. Purdue Agriculture NEW. 2008; 6/08. 8 p.
32. Hurwitz S, Bornstein S. The Protein and Amino Acid Requirements of Laying Hens: Suggested Models for Calculation. Poultry Science. 1973; 52: 1124-1134.

33. Ishibashi T. Amino acid requirement of poultry. *Jpn. Poult. Sci.* 1990; 27:1-15.
34. Penz Jr, AM, Jensen LS. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high- or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. *Poult. Sci.* 1991; 70:2460-2466.
35. Heger J. Essential to non-essential amino acid ratios. Pages 130-124 in *Amino Acids in Animal Nutrition*, ed. J. P. F. D'Mello, CABI Publishing, Cambridge, MA, USA. 2003.
36. Sa LM, Gomes PC, Rostagno HS, Albino LFT, D'Agostini P. Nutritional requirement of lysine for laying hens in the period from 34 to 50 weeks old. *R. Bras. Zootec.* 2007; 36:1829-1836.
37. Li F, Zhang LM, Wu XH, Li CY, Yang XJ, Dong Y, Lemme A, Han JC, Yao JH. Effects of metabolizable energy and balanced protein on egg production, quality, and components of Lohmann Brown laying hens. 2013 *J. Appl. Poult. Res.* 2013; 22 :36–46.
38. Kerr BJ. Nutritional Strategies for Waste Reduction Management: Nitrogen. In: *New Horizons in Animal Nutrition and Health*, Longenecker, J.B. and J.W. Spears (Eds.). The Institute of Nutrition, University of North Carolina, USA. 1995; 47-68.
39. Peganova S, Eder K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. *Poult. Sci.* 2002; 81:1714-1721.
40. Pilbrow PJ, Morris TR. A comparison of lysine requirements amongst eight stocks of laying fowl. *Br. Poult. Sci.* 1974; 15, 51-73.
41. Gous RM, Griessel M, Morris TR. Effect of dietary energy concentration on the response of laying hens to amino acids. *Br. Poult. Sci.* 1987; 28, 427-436.
42. Morris TR, Gous RM. Partitioning of the response to protein between egg number and egg weight. *Br. Poult. Sci.* 1988; 29, 93-99.
43. Harms RH, Ivey EJ. An evaluation of the protein and lysine requirement for broiler breeder hens. *J. Appl. Poultry. Res.* 1992; 1:308-314.
44. López G, Leeson S. Nutrition and broiler breeder performance: A review with emphasis on response to diet protein. *J. Appl. Poultry Res.* 1994; 3:303-311.

45. FONAGRO, 2018. Información meteorológica diaria de la estación. Chincha. SENAMHI. Dirección Regional de Ica. 24 p.
46. Gallego F. Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas Profesión*. 2004; 5(18): 5-13.
47. Guevara VR. Use of nonlinear programming to optimize performance response to energy density in broiler feed formulation. *Poultry Science*. 2004; 83 (1): 147-151.
48. Eisen EJ, Bohren BB, McKean HE. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Sci*. 1962; 41:1461-1468.
49. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, INSTITUTE. User's Guide: Statistics. Version 9.4. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA. 2023; 230 p.
50. Macelline SP, Toghyani M, Chrystal PV, Selle PH, Liu SY. Amino acid requirements for laying hens: a comprehensive review. *Poultry Science*. 2021; 100:101036. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101036>
51. Harn J. van, A. Rezaei Far, M.M van Krimpen, J. Phuc and C. Veiga. Low crude protein diets supplemented with free amino acids in laying hens. Effects on performance, egg quality, N-efficiency, N-excretion, economics and diet carbon footprint; Wageningen Livestock Research. 2021. Public Report 1343.
52. Liu SY, Selle P. Starch and protein digestive dynamics in low-protein diets supplemented with crystalline amino acids. *Anim. Prod. Sci*. 2017; 57:2250–2256.
53. Soares L, Dorigam JCP, da Silva Viana G, Leme BB, do Nascimento MQ, Fernandes JBK, Sakomura NK. Determination of ideal protein ratios in growing pullets, *Animal Feed Science and Technology*. 2022; 284. 115189, ISSN 0377-8401, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115189>
54. Rao R, Ravindran SV, Srilatha T, Panda A, Raju M. Effect of dietary concentrations of energy, crude protein, lysine, and methionine on the performance of White Leghorn layers in the tropics. *J. Appl. Poult. Res*. 2011; 20:528–541.
55. Wu G, Li P. The “ideal protein” concept is not ideal in animal nutrition. *Experimental Biology and Medicine* 2022; 247: 1191–1201. DOI: 10.1177/15353702221082658

56. Wu G, Bazer FW, Dai ZL, Li DF, Wang JJ, Wu ZL. Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond. *Annu Rev Anim Biosci.* 2014; 2:387–417.
57. da Nóbrega IPT, Reis MDP, Morillo FAH, de Freitas LFVB, Bittencourt LC, Fernandes JBK, Sakomura NK. Dynamics of Growth and Egg Traits in Three Dietary Balanced Protein Scenarios Applied for Laying Hens. *Animals.* 2022; 12, 1371.
<https://doi.org/10.3390/ani12111371>

VIII. ANEXO

ANEXO 1: Fórmulas de las dietas utilizadas

T-1 FORMULA CON 90% PB

T-1 - 90% PB

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3546

Batch Cost(in USD): 5.6742

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			58.5778	9.3725	2.9055	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			18.2307	2.9169	1.0209	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			11.5019	1.8403	0.9938	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.3999	0.384	0.0238	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	0.65			1.0426	0.1668	0.1084	
ACEITE DE SOYA	0.878			1	0.16	0.1405	
SAL COMUN	0.25			0.3128	0.0501	0.0125	
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157	
CLORURO DE COLINA	0.86			0.1905	0.0305	0.0262	
METIONINA	2.6			0.1472	0.0235	0.0612	
LISINA	1.72			0.1383	0.0221	0.0381	
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	
VALINA	3.1			0.0082	0.0013	0.0041	

16

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.74		2.028	
Alanina T	2	%			0.7688	
Almidon	3	%			43.2684	
Arginina SID	4	%			0.7579	

Arginina T	5	%			0.8265	
Asp T	6	%			0.6604	
BED	7	mEq/Kg			161.4344	
Calcio	8	%	3.42	3.42	3.42	-0.0052
Ceniza	9	%			2.3207	
Cloro	10	%			0.3125	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2042	
Cystina T	13	%			0.246	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2725	2725	2725	
ENeta postura		kcal/kg			2192.8213	
Extracto etereo	24	%			4.111	
FDA	25	%			5.1364	
FDN	26	%			17.0092	
Fenylalanina SID	27	%			0.5622	
Fenylalanina T	28	%			0.6303	
Fibra cruda	29	%			3.1603	
Glu T	30	%			1.4093	
Gly + Ser T	31	%			1.2647	
Glycina T	32	%			0.5909	
Histidina SID	33	%			0.3206	
Histidina T	34	%			0.3667	
Isoleucina SID	35	%			0.4494	
Isoleucina T	36	%			0.5081	
Leucina SID	38	%			1.0964	
Leucina T	39	%			1.2016	
Lysina SID	40	%	0.612		0.612	0.0185
Lysina T	41	%			0.6997	
Materia seca	42	%			37.0243	
Met + Cys T	43	%			0.6134	
Met + Cys SID	44	%	0.549		0.549	0.0234
Methionina SID	45	%			0.3378	
Methionina T	46	%			0.3604	
P Dig cvb	47	%			0.3063	
P Dig FEDNA	48	%			0.3027	
P disponible	49	%	0.35		0.35	0.0223
P fitico	50	%			0.2312	
P total	51	%			0.5988	
PNA	53	%			18.2955	
Potasio	54	%			0.5985	
Prolina T	55	%			0.8532	
Proteina cruda	56	%			12.9261	
Serine T	57	%			0.6738	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	-0.0003
Threonina SID	59	%	0.432		0.4355	
Threonina T	60	%			0.5015	

Tryptophano SID	61	%	0.134	0.134	0.2232
Tryptophano T	62	%		0.1512	
Tyrosine T	63	%		0.4573	
Valina SID	64	%	0.539	0.539	0.0286
Valina T	65	%		0.637	

T-2: FORMULA CON 100% PB

T-2 -100% PB

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3627

Batch Cost(in USD): 5.8029

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			57.1852	9.1496	2.8364	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			16.1698	2.5872	0.9055	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			14.9492	2.3919	1.2916	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.37	0.3792	0.0235	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	0.65			1.0582	0.1693	0.1101	
ACEITE DE SOYA	0.878			1	0.16	0.1405	
SAL COMUN	0.25			0.3125	0.05	0.0125	
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157	
METIONINA	2.6			0.1818	0.0291	0.0756	
CLORURO DE COLINA	0.86			0.1786	0.0286	0.0246	
LISINA	1.72			0.1262	0.0202	0.0347	
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	
VALINA	3.1			0.016	0.0026	0.008	
TREONINA	1.79			0.0025	0.0004	0.0007	

16.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
----------	------	-------	-----------	-----------	--------	--------

Acido Linoleico	1	%	1.67		2.0003	
Alanina T	2	%			0.8162	
Almidon	3	%			41.9954	
Arginina SID	4	%			0.8431	
Arginina T	5	%			0.9179	
Asp T	6	%			0.7596	
BED	7	mEq/Kg			174.2699	
Calcio	8	%	3.42	3.42	3.42	-0.0054
Ceniza	9	%			2.4311	
Cloro	10	%			0.3073	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.217	
Cystina T	13	%			0.2604	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2725	2725	2725	
ENeta postura		kcal/kg			2189.1287	
Extracto etereo	24	%			4.0877	
FDA	25	%			5.0913	
FDN	26	%			16.4632	
Fenylalanina SID	27	%			0.6211	
Fenylalanina T	28	%			0.6945	
Fibra cruda	29	%			3.0972	
Glu T	30	%			1.4962	
Gly + Ser T	31	%			1.3796	
Glicina T	32	%			0.6388	
Histidina SID	33	%			0.3487	
Histidina T	34	%			0.3972	
Isoleucina SID	35	%			0.5044	
Isoleucina T	36	%			0.5693	
Leucina SID	38	%			1.1772	
Leucina T	39	%			1.2916	
Lysina SID	40	%	0.68		0.68	0.0186
Lysina T	41	%			0.7732	
Materia seca	42	%			38.2422	
Met + Cys T	43	%			0.6763	
Met + Cys SID	44	%	0.61		0.61	0.0235
Methionina SID	45	%	0.34		0.3858	
Methionina T	46	%			0.4087	
P Dig cvb	47	%			0.3108	
P Dig FEDNA	48	%			0.3082	
P disponible	49	%	0.35		0.35	0.0221
P fitico	50	%			0.2325	
P total	51	%			0.5997	
PNA	53	%			17.9281	
Potasio	54	%			0.6344	
Prolina T	55	%			0.9049	
Proteina cruda	56	%	14		14.1247	

Serine T	57	%			0.7408	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	-0.0004
Threonina SID	59	%	0.48		0.48	0.0155
Threonina T	60	%			0.5514	
Tryptophano SID	61	%	0.15		0.15	0.1816
Tryptophano T	62	%			0.1685	
Tyrosine T	63	%			0.5026	
Valina SID	64	%	0.6		0.6	0.0287
Valina T	65	%			0.7028	

T-3: FORMULA CON 110% PB

T-3 - 110% PB

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3704

Batch Cost(in USD): 5.9257

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			55.9101	8.9456	2.7731	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			17.9644	2.8743	1.5521	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			14.3907	2.3025	0.8059	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.3439	0.375	0.0233	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	0.65			1.0714	0.1714	0.1114	
ACEITE DE SOYA	0.878			1	0.16	0.1405	
SAL COMUN	0.25			0.3122	0.0499	0.0125	
METIONINA	2.6			0.2199	0.0352	0.0915	
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157	
CLORURO DE COLINA	0.86			0.1681	0.0269	0.0231	
LISINA	1.72			0.1266	0.0203	0.0348	
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	
VALINA	3.1			0.0287	0.0046	0.0142	

TREONINA	1.79		0.0141	0.0023	0.004
----------	------	--	--------	--------	-------

16

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.74		1.9754	
Alanina T	2	%			0.8575	
Almidon	3	%			40.8528	
Arginina SID	4	%			0.9176	
Arginina T	5	%			0.9978	
Asp T	6	%			0.8464	
BED	7	mEq/Kg			184.8951	
Calcio	8	%	3.42	3.42	3.42	-0.0054
Ceniza	9	%			2.5281	
Cloro	10	%			0.3047	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2282	
Cystina T	13	%			0.273	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2725	2725	2725	
ENeta postura		kcal/kg			2184.7024	
Extracto etereo	24	%			4.0659	
FDA	25	%			5.0532	
FDN	26	%			15.9869	
Fenylalanina SID	27	%			0.6724	
Fenylalanina T	28	%			0.7505	
Fibra cruda	29	%			3.0432	
Glu T	30	%			1.572	
Gly + Ser T	31	%			1.48	
Glycina T	32	%			0.6807	
Histidina SID	33	%			0.3732	
Histidina T	34	%			0.4239	
Isoleucina SID	35	%			0.5524	
Isoleucina T	36	%			0.6228	
Leucina SID	38	%			1.2475	
Leucina T	39	%			1.37	
Lysina SID	40	%	0.748		0.748	0.0186
Lysina T	41	%			0.846	
Materia seca	42	%			39.3611	
Met + Cys T	43	%			0.739	
Met + Cys SID	44	%	0.671		0.671	0.0235
Methionina SID	45	%			0.4354	
Methionina T	46	%			0.4586	
P Dig cvb	47	%			0.3147	
P Dig FEDNA	48	%			0.3129	
P disponible	49	%	0.35		0.35	0.0221

P fitico	50	%				0.2337	
P total	51	%				0.6004	
PNA	53	%				17.6122	
Potasio	54	%				0.666	
Prolina T	55	%				0.9499	
Proteina cruda	56	%				15.1979	
Serine T	57	%				0.7993	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	-0.0004	
Threonina SID	59	%	0.528		0.528	0.0155	
Threonina T	60	%				0.6042	
Tryptophano SID	61	%	0.164		0.164	0.1816	
Tryptophano T	62	%				0.1838	
Tyrosine T	63	%				0.542	
Valina SID	64	%	0.659		0.659	0.0287	
Valina T	65	%				0.766	

T-4: FORMULA CON 120% PB

T-4 - 120% PB

Plant: POSTURA

Batch Size(USD/kg): 16.0000

Cost in USD/kg: 0.3782

Batch Cost(in USD): 6.0519

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ, 7.86	0.31			54.5742	8.7319	2.7069	
TORTA DE SOYA, 46.50	0.54			21.1958	3.3913	1.8313	
SP DE TRIGO, 15.1	0.35			12.4708	1.9953	0.6984	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.062			6	0.96	0.0595	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.062			2.3159	0.3705	0.023	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	0.65			1.0858	0.1737	0.1129	
ACEITE DE SOYA	0.878			1	0.16	0.1405	
SAL COMUN	0.25			0.3119	0.0499	0.0125	
METIONINA	2.6			0.2562	0.041	0.1066	
BICARBONATO DE SODIO	0.49			0.2	0.032	0.0157	

CLORURO DE COLINA	0.86			0.1569	0.0251	0.0216
LISINA	1.72			0.1208	0.0193	0.0332
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
VALINA	3.1			0.039	0.0062	0.0193
TREONINA	1.79			0.0229	0.0037	0.0066

16.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.74		1.9491	
Alanina T	2	%			0.9018	
Almidon	3	%			39.6437	
Arginina SID	4	%			0.9974	
Arginina T	5	%			1.0834	
Asp T	6	%			0.9394	
BED	7	mEq/Kg			196.6251	
Calcio	8	%	3.42	3.42	3.42	-0.0054
Ceniza	9	%			2.6317	
Cloro	10	%			0.3008	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2402	
Cystina T	13	%			0.2865	
EMetab. postura	20	kcal/kg	2725	2725	2725	
ENeta postura		kcal/kg			2180.5913	
Extracto etereo	24	%			4.0433	
FDA	25	%			5.0115	
FDN	26	%			15.4755	
Fenylalanina SID	27	%			0.7276	
Fenylalanina T	28	%			0.8106	
Fibra cruda	29	%			2.9845	
Glu T	30	%			1.6533	
Gly + Ser T	31	%			1.5877	
Glycina T	32	%			0.7256	
Histidina SID	33	%			0.3994	
Histidina T	34	%			0.4525	
Isoleucina SID	35	%			0.6038	
Isoleucina T	36	%			0.6802	
Leucina SID	38	%			1.323	
Leucina T	39	%			1.4541	
Lysina SID	40	%	0.816		0.816	0.0186
Lysina T	41	%			0.9192	
Materia seca	42	%			40.5315	
Met + Cys T	43	%			0.8018	

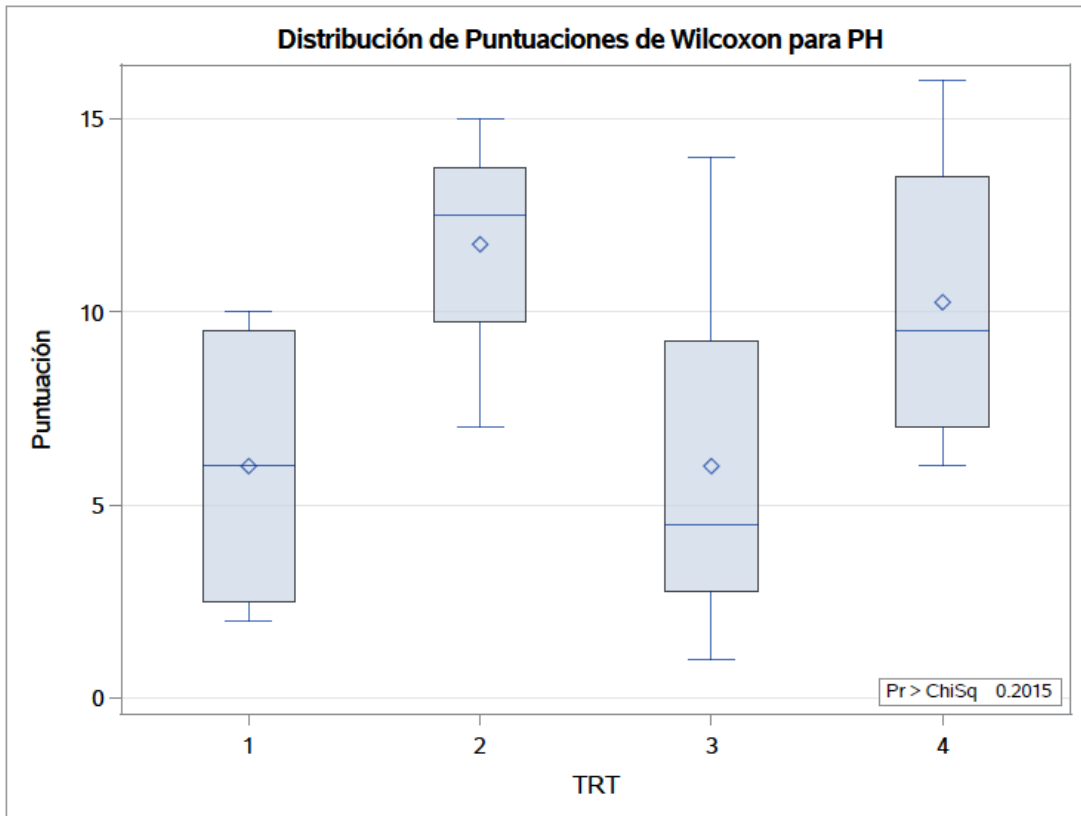
Met + Cys SID	44	%	0.732		0.732	0.0235
Methionina SID	45	%			0.4842	
Methionina T	46	%			0.5078	
P Dig cvb	47	%			0.3188	
P Dig FEDNA	48	%			0.318	
P disponible	49	%	0.35		0.35	0.0221
P fitico	50	%			0.2349	
P total	51	%			0.6013	
PNA	53	%			17.2704	
Potasio	54	%			0.6997	
Prolina T	55	%			0.9982	
Proteina cruda	56	%			16.335	
Serine T	57	%			0.862	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	-0.0004
Threonina SID	59	%	0.576		0.576	0.0155
Threonina T	60	%			0.6574	
Tryptophano SID	61	%	0.179		0.179	0.1816
Tryptophano T	62	%			0.2001	
Tyrosine T	63	%			0.5844	
Valina SID	64	%	0.719		0.719	0.0287
Valina T	65	%			0.8306	

ANEXO 2: RESULTADO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

- PRODUCCIÓN DE HUEVO

Obs	NUMERO	TRT	PH
1	1	1	88.3929
2	2	1	93.3036
3	3	1	94.1964
4	4	1	89.2857
5	5	2	98.2143
6	6	2	95.9821
7	7	2	95.9821
8	8	2	91.0714
9	9	3	97.3214
10	10	3	89.7321
11	11	3	78.5714
12	12	3	89.7321
13	13	4	90.6250
14	14	4	95.0893
15	15	4	99.1071
16	16	4	92.8571

Test de Kruskal-Wallis		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
4.6239	3	0.2015



- CONSUMO DE ALIMENTO

Obs	trt	block	rpta
1	1	1	137.589
2	1	2	137.027
3	1	3	135.129
4	1	4	134.897
5	2	1	136.165
6	2	2	133.786
7	2	3	133.777
8	2	4	118.161
9	3	1	128.045
10	3	2	134.513
11	3	3	128.004
12	3	4	138.357
13	4	1	133.884
14	4	2	135.518
15	4	3	137.107
16	4	4	128.576

Procedimiento GLM

Variable dependiente: rpta

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	129.4847527	21.5807921	0.72	0.6466
Error	9	271.0304330	30.1144926		
Total corregido	15	400.5151858			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de rpta
0.323295	4.121155	5.487667	133.1585

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	59.61382904	19.87127635	0.66	0.5971
trt	3	69.87092368	23.29030789	0.77	0.5375

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	59.61382904	19.87127635	0.66	0.5971
trt	3	69.87092368	23.29030789	0.77	0.5375

- ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Obs	trt	block	rpta
1	1	1	2.32204
2	1	2	2.13627
3	1	3	2.20441
4	1	4	2.36199
5	2	1	2.10066
6	2	2	2.05524
7	2	3	2.23243
8	2	4	2.06561
9	3	1	1.86543
10	3	2	2.17793
11	3	3	2.38282
12	3	4	2.13255
13	4	1	2.11966
14	4	2	2.16388
15	4	3	2.01758
16	4	4	1.84875

Procedimiento GLM

Variable dependiente: rpta

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.12939415	0.02156569	0.90	0.5360
Error	9	0.21645611	0.02405068		
Total corregido	15	0.34585026			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de rpta
0.374133	7.258043	0.155083	2.136703

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.03071772	0.01023924	0.43	0.7394
trt	3	0.09867643	0.03289214	1.37	0.3138

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.03071772	0.01023924	0.43	0.7394
trt	3	0.09867643	0.03289214	1.37	0.3138

- EFICIENCIA ENERGÉTICA

Obs	trt	block	rpta
1	1	1	6.32756
2	1	2	5.82134
3	1	3	6.00701
4	1	4	6.43642
5	2	1	5.72431
6	2	2	5.60052
7	2	3	6.08336
8	2	4	5.62878
9	3	1	5.08330
10	3	2	5.93486
11	3	3	6.49317
12	3	4	5.81120
13	4	1	5.77607
14	4	2	5.89658
15	4	3	5.49792
16	4	4	5.03785

Procedimiento GLM

Variable dependiente: rpta

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.96083244	0.16013874	0.90	0.5360
Error	9	1.60732190	0.17859132		
Total corregido	15	2.56815434			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de rpta
0.374133	7.258043	0.422601	5.822515

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.22809826	0.07603275	0.43	0.7394
trt	3	0.73273419	0.24424473	1.37	0.3138

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.22809826	0.07603275	0.43	0.7394
trt	3	0.73273419	0.24424473	1.37	0.3138

- PESO DE HUEVO

Obs	trt	block	rpta
1	1	1	67.0344
2	1	2	68.7466
3	1	3	65.0765
4	1	4	63.9652
5	2	1	65.9987
6	2	2	67.8199
7	2	3	62.4329
8	2	4	62.8121
9	3	1	70.5299
10	3	2	68.8293
11	3	3	68.3707
12	3	4	72.3027
13	4	1	69.6970
14	4	2	65.8615
15	4	3	68.5683
16	4	4	74.8972

Procedimiento GLM

Variable dependiente: rpta

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	95.7530881	15.9588480	1.99	0.1690
Error	9	71.9961031	7.9995670		
Total corregido	15	167.7491912			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de rpta
0.570811	4.178763	2.828351	67.68392

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	14.17029234	4.72343078	0.59	0.6366
trt	3	81.58279577	27.19426526	3.40	0.0671

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	14.17029234	4.72343078	0.59	0.6366
trt	3	81.58279577	27.19426526	3.40	0.0671

- MASA DE HUEVO

Obs	trt	block	rpta
1	1	1	59.2536
2	1	2	64.1430
3	1	3	61.2997
4	1	4	57.1118
5	2	1	64.8201
6	2	2	65.0950
7	2	3	59.9244
8	2	4	57.2038
9	3	1	68.6407
10	3	2	61.7620
11	3	3	53.7198
12	3	4	64.8787
13	4	1	63.1629
14	4	2	62.6272
15	4	3	67.9561
16	4	4	69.5474

Procedimiento GLM

Variable dependiente: rpta

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	88.1502143	14.6917024	0.65	0.6904
Error	9	203.1730028	22.5747781		
Total corregido	15	291.3232171			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de rpta
0.302586	7.593363	4.751292	62.57165

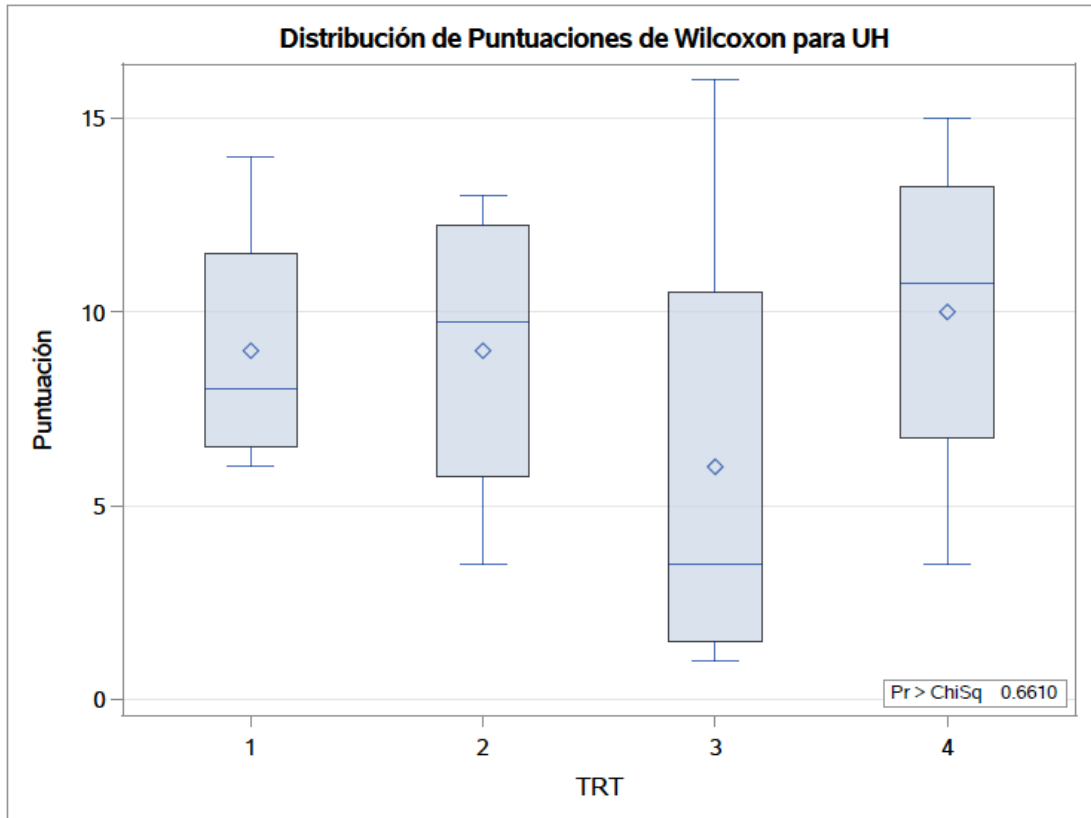
Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	24.84103978	8.28034659	0.37	0.7788
trt	3	63.30917449	21.10305816	0.93	0.4631

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	24.84103978	8.28034659	0.37	0.7788
trt	3	63.30917449	21.10305816	0.93	0.4631

- UNIDAD HAUGH

Obs	NUMERO	TRT	UH
1	1	1	94.475
2	2	1	97.860
3	3	1	95.620
4	4	1	100.420
5	5	2	92.460
6	6	2	98.380
7	7	2	100.080
8	8	2	97.460
9	9	3	94.200
10	10	3	90.900
11	11	3	102.480
12	12	3	89.980
13	13	4	98.300
14	14	4	100.680
15	15	4	92.460
16	16	4	98.380

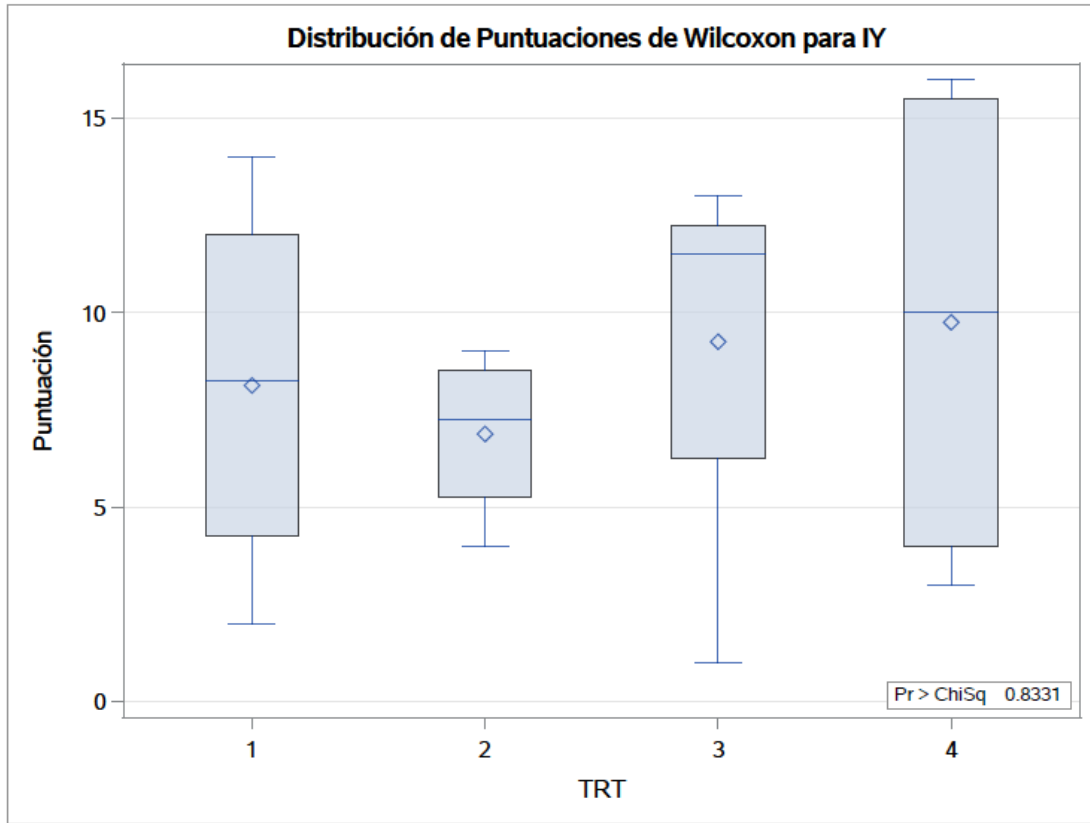
Test de Kruskal-Wallis		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
1.5929	3	0.6610



- ÍNDICE DE YEMA

Obs	NUMERO	TRT	IY
1	1	1	0.4214
2	2	1	0.4516
3	3	1	0.4312
4	4	1	0.3948
5	5	2	0.4288
6	6	2	0.4216
7	7	2	0.4214
8	8	2	0.4052
9	9	3	0.4322
10	10	3	0.3918
11	11	3	0.4322
12	12	3	0.4422
13	13	4	0.4050
14	14	4	0.4058
15	15	4	0.4576
16	16	4	0.4568

Test de Kruskal-Wallis		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
0.8684	3	0.8331



- RESISTENCIA A ROTURA DE CÁSCARA

Obs	trt	block	rpta
1	1	1	4.952
2	1	2	3.526
3	1	3	5.098
4	1	4	5.410
5	2	1	4.960
6	2	2	4.606
7	2	3	4.846
8	2	4	4.292
9	3	1	4.494
10	3	2	4.612
11	3	3	4.494
12	3	4	4.874
13	4	1	4.340
14	4	2	3.872
15	4	3	4.574
16	4	4	4.198

Procedimiento GLM

Variable dependiente: rpta

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	1.54024600	0.25670767	1.30	0.3454
Error	9	1.77104100	0.19678233		
Total corregido	15	3.31128700			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de rpta
0.465150	9.703102	0.443602	4.571750

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.94142900	0.31380967	1.59	0.2579
trt	3	0.59881700	0.19960567	1.01	0.4306

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.94142900	0.31380967	1.59	0.2579
trt	3	0.59881700	0.19960567	1.01	0.4306

ANEXO 3: Fotos del experimento



Foto N° 1 Alimentación a las gallinas de postura en el galpón.



Foto N° 2 Recojo de huevos en el galpón.



Foto N° 3 Rotulando los huevos seleccionados en el laboratorio.



Foto N° 4 Realizando calidad de huevo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad.