

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



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de altos niveles de semolina de arroz en la productividad
y calidad del huevo de gallinas ponedoras**

Estudiante

Fabrizio Damián Mora Orellana

Aileen Yajaira Ramos García

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO RODRIGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA ODILA TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Tratamientos.....	12
Variables Medidas.....	12
Peso del Huevo	12
Calidad del Huevo	12
Condiciones Experimentales.....	13
Desempeño Productivo.....	13
Análisis Económico.....	14
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	14
Resultados y Discusión.....	15
Semana 0-5 de Iniciada la Postura.....	17
Semana 5 - 10 de Iniciada la Postura	19
Conclusiones	21
Recomendaciones.....	22
Referencias.....	23

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Ingredientes y aportes nutricionales de la dieta.....	11
Cuadro 2 Efectos de dietas con altos contenidos de semolina de arroz en la productividad de gallinas ponedoras	15
Cuadro 3 Efectos de las dietas con altos contenidos de semolina de arroz en gallinas ponedoras.....	17

Índice de Anexos

Anexo A Pesado de alimento sobrante.....	26
Anexo B Alimentación diaria.....	27
Anexo C Toma de datos, control de calidad	28

Resumen

La semolina de arroz es una buena alternativa para ser utilizada como alimento para rumiantes y monogástricos (aves y cerdos) y puede reemplazar parcialmente tanto al maíz como a la soya como fuente de proteína y energía. Los objetivos del estudio fue evaluar el efecto de niveles crecientes de la semolina de arroz en el desempeño productivo, calidad del huevo y productividad en gallinas ponedoras Hy-Line® Brown. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) de clasificación simple según un diseño totalmente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se empleó la dócima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones, se utilizaron cuatro tratamientos diferentes con 10 repeticiones y cinco unidades experimentales por repetición. Los tratamientos consistieron en una dieta control, una dieta con 20% semolina de arroz, una dieta con 25% semolina de arroz y otra dieta con un 30% de semolina de arroz. Los tres tratamientos con inclusión de semolina de arroz mostraron diferencia ($P \leq 0.05$) en el índice de postura. Así mismo los tres tratamientos con inclusión de semolina de arroz, no mostraron diferencias ($P > 0.05$) en el peso del huevo, la cantidad de huevos sucios y el consumo de alimento. Sin embargo, si se mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) en la conversión masal de los tres tratamientos con inclusión de semolina de arroz. Igualmente, la resistencia a la ruptura y el grosor de cáscara no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tres tratamientos, sin embargo, se mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) en el color de yema, también en cuanto a la altura del albumen y en las últimas cinco semanas se mostró una diferencia ($P \leq 0.05$) en el grosor de la cáscara. La suplementación de esta dieta no tuvo los rendimientos esperados.

Palabras clave: Ave de postura, calidad del huevo, indicador productivo, producción de huevo.

Abstract

Rice semolina is a good alternative to be used as feed for ruminants and monogastrics (poultry and pigs), and can partially replace both corn and soybeans as a source of protein and energy. The objectives of the study were to evaluate the effect of increasing levels of rice semolina on productive performance, egg quality and productivity in Hy-Line® Brown laying hens. The data were processed by simple classification analysis of variance (ANOVA) according to a totally randomized design in the statistical software SPSS version 23.1. When necessary, Duncan's test of multiple ranges of means was used. The viability was determined by comparison of proportions, four different treatments with 10 repetitions and five experimental units per repetition were used. The treatments consisted of a control diet, a diet with 20% rice semolina, a diet with 25% rice semolina and another diet with 30% rice semolina. The three treatments with the inclusion of rice semolina showed a difference ($P \leq 0.05$) in the laying index. Likewise, the three treatments with the inclusion of rice semolina showed no differences ($P > 0.05$) in egg weight, the number of dirty eggs and feed consumption. However, there were differences ($P \leq 0.05$) in the mass conversion of the three treatments with the inclusion of rice semolina. Likewise, the resistance to rupture and the shell thickness did not show differences ($P > 0.05$) between the three treatments, however, differences ($P \leq 0.05$) were shown in the color of the yolk, also in terms of the height of the albumen and in the last five weeks a difference ($P \leq 0.05$) was shown in shell thickness. The supplementation of this diet did not have the expected results.

Keywords: Egg production, egg quality, laying poultry, production indicator, rice semolina.

Introducción

El sector avícola es posiblemente el de mayor crecimiento y el más flexible de todos los sectores de la ganadería. Impulsado principalmente por una fuerte demanda, se ha expandido consolidado y globalizado en los últimos 15 años en países de todos los niveles de ingreso ([updated 2023]). Según artículos recientes de la FAO el sector avícola sigue en constante crecimiento e industrialización en muchas partes del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización. Se han demostrado ciertos adelantos en la producción como: tecnologías de alimentación, sacrificios, inocuidad, entre otros; los cuales han dado lugar a una mejor productividad. Las aves de corral, en el mundo rural en particular, son esenciales para la subsistencia de muchos agricultores de escasos recursos, puesto que a menudo es el único activo que poseen. Este tipo de aves representa aproximadamente el 80% de las poblaciones de aves de corral, en los países con déficit de alimentos y de bajos ingresos que contribuye significativamente en la mejora de la nutrición humana, mediante el suministro de alimentos (carne y huevos) con nutrientes y micronutrientes de alta calidad, la generación de pequeños ingresos y el ahorro en los hogares, especialmente para las mujeres, mejorando así la capacidad de hacer frente a las crisis y por ende contribuye reduciendo la vulnerabilidad económica.

La importancia de las funciones socioculturales y religiosas de la producción avícola rural para el sustento de pequeños agricultores, más allá de su importancia económica o nutricional, también es ampliamente reconocido ([updated 2023]).

En 2021, la carne de origen avícola representó casi el 43% de la producción mundial de carne, en las últimas tres décadas, la producción mundial de huevos ha aumentado en un 150%, lo cual es de mucha utilidad tanto para la humanidad consumidora y para el productor.

En la producción intensiva de aves de corral, el concentrado conlleva entre un 60 – 70% en términos de costos, ya que es uno de los insumos fundamentales si no el más importante, de éste se deriva gran parte del rendimiento máximo y la buena salud, las aves de corral necesitan un suministro constante de energía, proteínas, aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas, y lo más importante,

agua. Los avances recientes en materia de nutrición de aves de corral se han centrado en tres ámbitos principales como lograr una mayor comprensión del metabolismo de los nutrientes y necesidades de estos, determinar la disponibilidad de nutrientes en los ingredientes de los alimentos y formular dietas de bajo costo que conjuguen necesidades y suministro de nutrientes (Ravindran 2013).

Las dietas de las aves de corral se formulan a partir de una mezcla de ingredientes, entre ellos granos de cereales, subproductos de cereales, grasas, fuentes de proteínas vegetales, suplementos vitamínicos y de minerales, aminoácidos cristalinos y aditivos para alimentos. Se estima que la producción avícola y porcina absorben más del 70% de los cereales utilizados para la alimentación animal, los alimentos para aves de corral se basan en gran parte de cereales y leguminosas que podrían utilizarse directamente para el consumo humano.

Debido al incremento en el precio de los granos usados en los alimentos balanceados para el desarrollo y postura de aves, se ha visto necesario buscar fuentes energéticas que ayuden a sustituir parcialmente el uso de granos; una de estas alternativas es la semolina de arroz (Campabadal y Murillo 1985). Este es un subproducto procedente del grano de arroz entero, que se obtiene a partir de la fricción del grano de arroz, al ser sometido a una máquina “descascaradora”. Formada principalmente por las capas aleurónicas del grano, la semolina representa todos los pulimentos que se eliminan del grano después de que este es despojado de la cáscara (lema y palea, también conocido popularmente como cascarilla). Al final de este proceso, se obtiene la semolina de arroz, una harina pajosa de color crema, con composiciones ligeramente grasosas (Campabadal et al. 1982). Esta materia prima contiene niveles de proteína que oscilan entre 12 y 14% y energía metabolizable de 3000 a 3100 kcal/kg. Lo cual la hace muy provechosa para el animal consumidor y la inclusión en dietas, razón por la que se desarrolló una investigación para ver el efecto de altos niveles de semolina de arroz en la productividad y calidad interna y externa del huevo de gallinas ponedoras.

La línea Hy-Line® Brown es la ponedora de huevo marrón mejor balanceada del mundo. Produce más de 467 huevos color marrón oscuro hasta las 100 semanas, tiene buen pico de producción y comienza a poner temprano con un tamaño del huevo óptimo. Estas características

combinadas con una eficiencia alimenticia sin igual, con la mejor calidad interior del huevo en el mercado y con una excelente viabilidad le dan a la Hy-Line® Brown el balance perfecto, lo que significa mayores ganancias para el productor avícola (Hy-Line® 2018).

Los objetivos del estudio fueron: analizar la productividad y calidad del huevo de las gallinas de la línea Hy-Line® Brown con la inclusión de semolina de arroz en su dieta, y determinar el nivel óptimo de inclusión de semolina de arroz en la dieta de las gallinas.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

Un total de 200 gallinas ponedoras Hy-Line® Brown de 49 semanas de edad se distribuyeron según un diseño totalmente aleatorizado durante 10 semanas, con cuatro tratamientos, 10 repeticiones por tratamiento y cinco aves por jaula. Las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Ingredientes y aportes nutricionales de la dieta.

Ingredientes	Control	20% Semolina de arroz	25% Semolina de arroz	30% Semolina de arroz
Harina de maíz	50.317	32.698	28.295	23.895
Harina de soya	31.143	28.328	27.612	26.915
Aceite de palma africana	5.379	5.85	5.968	6.085
Semolina de arroz	0.00	20.00	25.00	30.00
Premezcla	0.25	0.25	0.25	0.25
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxinas	0.07	0.07	0.07	0.07
Carbonato de calcio grueso	6.215	6.267	6.283	6.293
Carbonato de calcio fino	4.144	4.178	4.189	4.196
Biosfost	1.547	1.353	1.307	1.258
Bicarbonato	0.23	0.23	0.23	0.23
Sal común	0.28	0.28	0.28	0.28
L-lisina	0.04	0.063	0.068	0.073
DL-metionina	0.295	0.307	0.315	0.314
L-treonina	0.04	0.076	0.083	0.091
Costo USD/t	526.46	485.95	475.92	465.61
<i>Aportes nutricionales</i>				
EM (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800
PC (%)	18.00	18.00	18.00	18.00
Ca (%)	4.11	4.11	4.11	4.11
P disponible (%)	0.47	0.47	0.47	0.47
Lisina digestible (%)	0.89	0.89	0.89	0.89
Metionina+cistina digestible (%)	0.78	0.78	0.78	0.78
Treonina (%)	0.63	0.63	0.63	0.63
Valina (%)	0.73	0.62	0.73	0.73
Triptófano (%)	0.18	0.18	0.18	0.18
Na (%)	0.18	0.18	0.18	0.18
Cl (%)	0.16	0.16	0.16	0.16

Nota. En las columnas 3, 4 y 5 se formulan las dietas con inclusión de semolina según porcentajes señalados arriba

Tratamientos

Se desarrollaron cuatro tratamientos:

Tratamiento 1: Dieta control

Tratamiento 2: Dieta control + inclusión de 20% de semolina de arroz

Tratamiento 3: Dieta control + inclusión de 25% de semolina de arroz

Tratamiento 4: Dieta control + inclusión de 30% de semolina de arroz

Variables Medidas

Peso del Huevo

Se determinó en todas las semanas experimentales mediante la recolección de 30 huevos de cada tratamiento de las 7:30 am a 8:30 am y se pesaron en una balanza técnica digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 para el cálculo del peso promedio en gramos.

Calidad del Huevo

En las semanas 5 y 10 se recolectaron 30 huevos por tratamiento y se determinó la calidad externa e interna del huevo en el laboratorio de calidad del huevo. Todos los huevos se recolectaron al mismo tiempo y se trasladaron al laboratorio de calidad de huevo del Centro de Investigación y Enseñanza de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La calidad del huevo se analizó el mismo día de la recolección mediante un analizador automático TSS EggQuality (York, Inglaterra) conectado al software Eggware.

La resistencia a la ruptura de la cáscara del huevo (polo medio) se midió con un analizador de resistencia QC-SPA® (York, Inglaterra). Para el grosor de la cáscara del huevo (polo medio) se utilizó un tornillo micrómetro QC-SPA® (York, Inglaterra) con una precisión de ± 0.001 mm. Para la calidad interna del huevo, la altura del albumen se determinó mediante un analizador de altura QHC® (York, Inglaterra) con una precisión de ± 0.01 mm. La unidad Haugh se calculó con la fórmula 1:

$$UH = 100 \times \log (H + 1.7W^{0.37} + 7.6) \quad [1]$$

Donde:

UH = Unidad Haugh

H = Altura de la albúmina

W = Peso del huevo

El color de la yema se evaluó mediante un colorímetro electrónico CCC® (York, Inglaterra), que tiene en cuenta la escala de Roche de 15 colores.

Condiciones Experimentales

Las gallinas ponedoras se alojaron en un galpón comercial de 400 m² y en corrales con un sistema de iluminación artificial. El agua se ofreció *ad-libitum* en dos bebederos de niple por jaula y el consumo de la misma manera *ad-libitum*. Se suministró 16 horas de luz cada día y no se empleó atención veterinaria terapéutica durante la etapa experimental. Se utilizó una semana de aclimatación preexperimental.

Desempeño Productivo

El peso del huevo se determinó en todas las semanas experimentales. Se recolectaron 30 huevos de cada tratamiento entre las 8:30 a 9:30 am y se pesaron en una balanza técnica digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g y se calculó el peso promedio. El consumo de alimentos se midió tres veces por semana por el método de oferta y rechazo. Para determinar la intensidad de puesta se consideró la producción total de huevos/semana/tratamiento y se asumió como 100%, un huevo/día/ave alojada y se calculó con la fórmula 2:

$$\text{Intensidad de Puesta} = \frac{\text{Gallinas en postura}}{\text{Producción de huevos}} \quad [2]$$

La conversión masal se calculó teniendo en cuenta el alimento consumido, peso del huevo por repetición y el número de huevos puestos con la fórmula 3:

$$\text{Conversión Masal} = \frac{\text{Consumo de alimento por ave}}{\text{Intensidad de puesta} \times \text{Peso del huevo}} \quad [3]$$

La viabilidad se computó por la cantidad de aves vivas durante la etapa experimental entre las que se alojaron al inicio del experimento. El porcentaje de los huevos no aptos (cascados, fáfara y roto) se calculó utilizando la fórmula 4:

$$\% \text{ Huevos no aptos (HNA)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ HNA} \times 100}{\text{Huevos totales}} \quad [4]$$

Análisis Económico

Para determinar el costo la dieta, se utilizó el método económico – matemático con técnicas de agrupación y comparación. Para la aplicación de este método y de sus técnicas se utilizaron fichas de costos de los ingredientes, facturas, informes de recepción y análisis económicos de la planta de concentrados y de la unidad de aves de la Escuela Agrícola Panamericana.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) de clasificación simple según un diseño totalmente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se empleó la dócima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones. El nivel de significancia existido fue de $P \leq 0.05$

Resultados y Discusión

La eficiencia productiva se consigue cuando el ave alcanza un alto nivel de desempeño y de consumo de alimento balanceado, manteniendo una buena salud. La alimentación por sí sola representa la mayor parte de los costos totales de una producción. Por ello, se debe optimizar la inversión en las gallinas ponedoras asegurando una ingesta eficiente de nutrientes que se traduzca en una sólida producción de huevos de buena calidad, una buena salud y una mayor productividad general (Trouw Nutrition [updated 2023]).

El Cuadro 2 hace referencia a que la implementación de semolina de arroz en la dieta disminuyó el porcentaje de postura considerablemente en todos los tratamientos. Velásquez (1999) menciona que la postura puede ser afectada por la biodisponibilidad de estos minerales, como por ejemplo el ácido fítico, el cual forma quelatos con los minerales, con el fósforo, calcio y zinc principalmente y reduce la biodisponibilidad ya que forma compuestos estables, insolubles no absorbibles. Añadiendo también que esto puede estar ligado a diferentes factores como el cambio en los ingredientes en la dieta debido a que estas gallinas se encontraban con 49 semanas de edad ya que según manuales avícolas y literatura como “Storey’s Guide to Raising Chickens” argumentan que deben de tener un periodo de adaptación de mínimo dos semanas previo a la inclusión de ingredientes diferentes a la dieta ya estipulada (Damerow 2017). Según Velásquez E. (1999) la baja producción también puede atribuirse al alto contenido de sílice en la fibra cruda y cenizas de la semolina de arroz, esta causa una encamación del epitelio intestinal lo que conduce a una sobreproducción de mucina, lo que causa una pérdida endógena de aminoácidos.

Cuadro 2

Valores medios de la intensidad de postura (%), huevos sucios (%), peso del huevo (g), consumo de alimento (g/ave/día) y conversión masal en gallinas ponedoras Hy-Line® Brown alimentadas con dietas con altos contenidos de semolina de arroz.

Ítems	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	Control	20% de SA	25% de SA	30% de SA		
IP (%)	80.77 ^a	70.68 ^b	71.47 ^b	69.34 ^b	1.987	0.009
HS (%)	2.49	2.28	2.47	2.39	0.858	0.156
PH (g)	59.05	59.27	59.18	59.78	0.891	0.824
CA (g/ave/día)	109.76	109.86	109.89	109.93	0.250	0.085
CON	2.30 ^b	2.62 ^a	2.60 ^a	2.65 ^a	0.091	0.001

Nota. ^{a,b} Medias con letras diferentes entre fila difieren a $P \leq 0.05$. SA: Semolina de arroz; IP: Intensidad de postura; HS: Huevos sucios; PH:

Peso del huevo; CA: Consumo de alimento; CON: Conversión masal.

Haciendo referencia a los resultados obtenidos en el Cuadro 2, no se presentaron diferencias en los valores de huevos sucios, el peso del huevo y el consumo de alimento en comparación a la dieta control, resultados que no concuerdan con Morales y Portocarrera (2023), quienes obtuvieron resultados diferentes en cuanto al peso del huevo (61.64 g) y consumo alimenticio (115.00 g). De acuerdo con Hy-Line (2018), el consumo de alimento desde las 49 semanas hasta las 58 semanas varían entre los 107 y 117 g por lo que se logró estar dentro del rango óptimo del consumo alimenticio con un promedio de 109 g/ave/día. La intensidad de postura se vio afectada con una disminución de 9%.

Uno de los principales factores que influyen en el índice de postura es el cambio en la dieta, ya que las gallinas son territoriales y rutinarias; cualquier cambio en su entorno o alimentación puede causarles estrés (agrinews 2014). El estrés puede tener efectos negativos en su producción de huevos, lo que resultaría en una disminución en el índice de postura a medida que aumenta la inclusión de semolina de arroz, otro factor influyente puede ser la dificultad para asimilar nuevos ingredientes (Zaviezo 2022). Si la semolina de arroz es un alimento que la gallina no ha consumido previamente, su sistema digestivo puede tener dificultades para asimilar y utilizar eficientemente los nuevos ingredientes presentes en esta dieta.

Respecto a la conversión masal, hubo diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, siendo la mejor conversión masal el grupo control. Estos resultados son similares a los reportados por Vega Tumbaco y Montalván Hernández (2021), con la inclusión de salvado de arroz en gallinas ponedoras de la línea Dekalb White® y con una conversión masal de 2.59. La conversión masal se vio afectada debido a que la dieta no logró compensar los nutrientes necesarios en tiempo y forma por lo que las aves se estresaban y requerían de mayor cantidad de alimento para la producción de un huevo.

La calidad de los huevos está relacionada con muchos factores; la alimentación, programas de iluminación, edad, clima, sanidad y constitución genética de las gallinas puede afectar la calidad interna del huevo (Galíndez et al. 2014).

Cuadro 3

Valores medios de la altura del albumen (mm), unidades Haugh, resistencia a la ruptura (g), grosor de la cáscara (GC) y color de la yema en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line® Brown con dietas con altos contenidos de la semolina de arroz.

	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	Control	20% de SA	25% de SA	30% de SA		
Semana 5						
AA (mm)	10.91 ^a	10.86 ^a	10.41 ^a	9.33 ^b	0.318	0.001
UH	102.71 ^a	102.98 ^a	102.83 ^a	95.85 ^b	16.560	0.001
RR (g)	5513.10	5561.03	5543.80	5543.13	35.354	0.116
GC (mm)	0.38	0.39	0.41	0.41	0.080	0.106
CY	4 ^a	3 ^b	2 ^c	1 ^d	0.124	0.001
Semana 10						
AA (mm)	10.76	11.16	11.37	11.62	0.288	0.187
UH	102.61	104.41	104.66	106.28	1.202	0.202
RR (g)	5522.60	5565.43	5524.20	5501.63	22.900	0.536
GC (mm)	0.51 ^b	0.56 ^a	0.56 ^a	0.54 ^a	0.009	0.001
CY	4 ^a	3 ^b	2 ^c	1 ^d	0.098	0.001

Nota. ^{a,b,c,d}Medias con letras diferentes entre fila difieren a $P \leq 0.05$. SA: Semolina de arroz; AA: Altura del albumen; UH: Unidad Haugh; RR:

Resistencia a la ruptura de la cáscara; GC: Grosor de la cáscara; CY: Color de la yema

Semana 0-5 de Iniciada la Postura

En el control de calidad (Cuadro 3) no se encontró diferencia ($P > 0.05$) en resistencia a la ruptura y grosor de la cáscara. Respecto a la altura del albumen a excepción del tratamiento con inclusión de semolina al 30%, presentando una menor altura ($P \leq 0.05$) (Cuadro 3). Garial (2019) indica que una buena altura del albumen demuestra que existe una mayor calidad del huevo. A mayor sea

este resultado más fresca tendrá el huevo ya que el albumen habrá perdido menos humedad, se ve afectada por la calidad y cantidad de la proteína que contenga el alimento, afectando positiva o negativamente dependiendo el tipo de proteína por la disponibilidad de aminoácidos (Ramírez et al. 2016). En este caso, los resultados de la altura del albumen de la semana 1 a la 5 los cuales están ligados por el contenido de aminoácidos que afectaron a la nutrición del ave debido a que la semolina de arroz tiene un bajo contenido de proteína y esta es esencial para la formación del albumen. Hy-Line (2018) indica que estas gallinas deben tener un tiempo de transición de dieta mínimo de dos semanas para que esto no infiera en los resultados, una dieta rica en proteínas puede favorecer a la producción de una clara de mayor altura. El alimento que recibe el animal puede modificar la consistencia del albumen, así, el nivel de proteína del alimento o la presencia en el mismo de contaminación por vanadio o un exceso de otros metales, como el magnesio, modificará la consistencia de este (Pipicano Mamián 2015). Sin embargo, estos resultados fueron algo atípico debido a que no se presentaron diferencias significativas respecto al consumo de alimentos (Cuadro 2); de igual manera esta diferencia se logró mejorar de la semana cinco a la 10 del experimento (Cuadro 3) por lo que no se encontró información considerable y actualizada la cual respalde este resultado. De igual manera ocurre algo similar con la Unidad Haugh, donde no presentó diferencia a excepción de la dieta del tratamiento semolina al 30%. Sin embargo, en los valores de unidades Haugh todos los tratamientos se produjeron huevos que pueden clasificar como huevos AA (USDA 2000) pues se superó el valor mayor a 72 (95.85 a 102.98).

Desde la semana uno hasta la cinco (Cuadro 3) lo que corresponde al grosor de la cáscara no presentó diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos. El factor edad resulta crucial cuando se adicionan factores ambientales durante el almacenaje. A medida que la temperatura ambiente aumenta el deterioro de la albúmina es más rápido (Chingal Rosero 2015). Según lo mencionado por Baxlo (2014) los huevos con un espesor de cascara inferior a 0.35mm son poco apropiados para la comercialización debido a su fragilidad, por lo que se puede decir que estos huevos son de buena calidad al tener un

grosor promedio de 0.40 mm entre los cuatro tratamientos de las primera cinco semanas del experimento (Cuadro 3).

Respecto al color de yema se observó que hubo diferencia ($P \leq 0.05$) en todos los tratamientos, destacando la de control que tuvo un valor de cuatro, mientras que el menor valor se encontró en el tratamiento de semolina al 30% con valor a uno. Moreno et al. (2020) menciona que el color de la yema es un parámetro principal de la calidad de la yema porque tiene un impacto visual inmediato en los consumidores, que se sabe que prefieren yemas de color más oscuro. (DSM Animal Nutrition & Health 2018) menciona que el mercado busca huevos que la yema tenga un valor de siete. La sustitución de maíz rico en zeaxantina por semolina de arroz redujo el color de la yema, lo que puede ser corregido con la inclusión de colorantes naturales y sintéticos en las dietas.

Semana 5 - 10 de Iniciada la Postura

De la semana 5 a la 10 no se observó diferencias ($P > 0.05$) en altura del albumen (AA); unidad Haugh (UH) y resistencia a la ruptura (RR) de la cáscara, pero si se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en grosor de la cáscara (GC) y color de la yema (CY), teniendo el control el grosor de cáscara menor (Cuadro 3). Los resultados del grosor de cáscara muestran un excelente grosor en la cáscara por lo que demostró superioridad en los promedios estándares para un grosor de cáscara óptimo. Según Latham (1995) indica que la semolina de arroz tiene un contenido de calcio de 4 mg/100 g el cual es bajo, por lo que se no se considera un suplemento para aumentar el grosor de la cáscara de huevo en las aves, en consecuencia, está determinado principalmente por la genética de la ave y su nutrición. Chingal Rosero (2015), quien evaluó la física, química y microbiológica de huevos comerciales de gallinas comenta que los elementos minerales que componen la cáscara son: calcio (98.2%), magnesio (0.9%) y fósforo (0.9%) en forma de fosfatos, los resultados de este parámetro pueden deberse a que se suministró mayor contenido de calcio de calidad como carbonato de calcio grueso y carbonato de calcio fino según se indica en el Cuadro 1.

En el color de yema, todos los tratamientos difieren siendo el control el más alto con un valor de cuatro y el de semolina al 30% el menor con un valor de uno. Este factor está ligado a la asimilación

de pigmentos liposolubles el cual modifica el color de la yema (Maguregui 2020). Materias primas como el maíz contienen xantofilas, que dan el color característico a la yema lo que se asocia con un menor contenido de pigmentos carotenoides en la semolina de arroz cuando se compara con la dieta control que tiene mayores niveles de inclusión de harina de maíz.

La calidad de los huevos está relacionada con muchos factores, como la alimentación, programas de iluminación, edad, clima, sanidad y constitución genética de las gallinas, que puede afectar la calidad interna del huevo (Galíndez et al. 2014). Respecto a la obtención del color deseado es posible suministrar los pigmentos adecuados en el pienso. Así, la combinación de zeaxantina y de luteína con cosantina o análogos sintéticos en las dosis adecuadas modificará el color de la yema, de forma que se cumplirán las expectativas del consumidor (Soler Maria et al. 2011). El color de la yema de huevo viene en dependencia de las exigencias del mercado (Cuadro 3), se infiere que a mayor inclusión de semolina, mejora la pigmentación de la yema, debido al bajo contenido de pigmentos. La semolina de arroz en sí misma no tiene un impacto directo en el color de la yema de los huevos. El color de la yema está determinado por la dieta de las gallinas y su consumo de pigmentos naturales, como la luteína y la zeaxantina, que pueden provenir de fuentes diferentes a la semolina de arroz. La dieta control usada en este ensayo presentó una mayor pigmentación en la yema esto debido a que tenemos un 50% de inclusión de harina de maíz, ya que el maíz contiene altos niveles de xantofilas. Estos pigmentos se absorben en su tracto digestivo y se depositan en la yema durante su formación. La pigmentación de la yema de huevo ha sido una característica de suma importancia a la hora de su comercialización. Actualmente el consumidor exige colores más intensos en este producto debido a que asocia una pigmentación más alta con animales sanos y un huevo de mejor calidad comparado con uno que tenga el color de la yema pálida (Pipicano Mamián 2015).

Conclusiones

Altos niveles de inclusión de semolina de arroz pueden causar efectos negativos en la producción y calidad del huevo de las gallinas Hy-Line® Brown.

No se logró determinar un nivel óptimo de inclusión de semolina de arroz para la dieta de las gallinas ponedoras.

La digestibilidad de la semolina de arroz en las gallinas ponedoras puede ser un factor por considerar en la elección de los porcentajes adecuados de inclusión

Recomendaciones

Repetir el experimento a futuro con niveles inferiores de semolina menores al 20% con la finalidad de buscar un rango óptimo para las dietas.

Utilizar enzimas exógenas para evaluar el desempeño productivo de gallinas ponedoras de diferentes líneas genéticas.

Realizar transición de dieta con un periodo mínimo dos semanas preexperimentales.

Evaluar los efectos de la semolina de arroz desde las primeras semanas de edad.

Utilizar pigmentantes naturales o artificiales para mejorar la coloración de la yema.

Referencias

- agrinews. 2014. Causas más comunes de estrés en avicultura - Agrinews. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 14 de jun. de 2023; consultado el 21 de jul. de 2023]. <https://agrinews.es/2014/06/10/causas-mas-comunes-de-estres-en-avicultura/>.
- Baxlo. 2014. Medidor de espesor para cáscara de huevo. España: [sin editorial]; [consultado el 9 de jul. de 2023]. <https://baxlo.com/es/medidor-de-espesor-para-cascara-de-huevo>.
- Campabadal C, Murillo M. 1985. Utilización de la Semolina de Arroz en la Alimentación de Gallinas en Desarrollo y Postura. *Agronomía Costarricense*; [consultado el 25 de may. de 2023]. 9(1):13–20. <https://docplayer.es/21599616-Utilizacion-de-la-semolina-de-arroz-en-la-alimentacion-de-gallinas-en-desarrollo-y-postural-abstract.html>.
- Campabadal C, Solís J, Murillo M. 1982. Utilización de la Semolina de Arroz en Dietas para Pollos Parrilleros con y sin Suplementación de Grasa. *Agronomía Costarricense*; [consultado el 25 de may. de 2023]. 6(1-2):73–79. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v06n1-2_073.pdf.
- Chingal Rosero RE. 2015. Evaluación física, química y microbiológica de huevos comerciales de gallina, durante su almacenamiento (32 días), bajo diferentes condiciones ambientales [Tesis]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador; [consultado el 4 de jul. de 2023]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6434>.
- Damerow G. 2017. *Storey's guide to raising chickens: Breed selection, facilities, feeding, health care, managing layers & meat birds*. 4th edition. North Adams, MA: Storey Publishing. 424 p. (Storey's Guide to Raising). ISBN: 9781612129341.
- DSM Animal Nutrition & Health. 2018. Directrices de DSM pigmentación de yema de huevo. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 5 de sep. de 2018; consultado el 5 de jul. de 2023]. https://www.dsm.com/anh/es_ES/feedtalks/eggyolk-pigmentation-guidelines.html.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [actualizado 2023]. Nutrición y alimentación | Producción y productos avícolas. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado 2022]. es. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/nutrition-feeding/es/>.
- Galíndez R, Peña I, Albarrán Á, Prospert J. 2014. Peso e indicadores de calidad interna del huevo de cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. *Zootecnia Trop*; [consultado el 5 de jul. de 2023]. 32(2):207-215. https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Galindez/publication/297371342_Weight_and_egg's_internal_quality_indicators_of_four_breeds_of_Venezuelan_breeding_hens/links/5a557dd745851547b1bd6dee/Weight-and-eggs-internal-quality-indicators-of-four-breeds-of-Venezuelan-breeding-hens.pdf.
- Garial. 2019. Calidad interna del huevo. *Veterinaria digital*; [consultado el 6 de jul. de 2023]. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/calidad-interna-del-huevo/>.
- Hy-Line. 2018. Guía de Manejo Hy- Line Brown. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 25 de may. de 2023]. 32 p. <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20COM%20SPN.pdf>.
- Latham MC. 1995. *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Roma, Italia: FAO (Colección FAO: Alimentación y nutrición; vol. 29); [consultado el 14 de jul. de 2023]. <https://www.fao.org/3/W0073s/w0073s1x.htm>.

- Maguregui E. 2020. El color de la yema del huevo y los pigmentantes: ¿Qué color de la yema de huevo es más saludable? *Veterinaria digital*; [consultado el 14 de jul. de 2023]. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-color-de-la-yema-del-huevo-y-los-pigmentantes/>.
- Morales N, Portocarrera OD. jun. 2023. Efecto de la semolina de arroz en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de jun. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/22d9d3f4-63e8-40ef-9551-8175e9edcc15>.
- Moreno JA, Díaz-Gómez J, Fuentes-Font L, Angulo E, Gosálvez LF, Sandmann G, Portero-Otin M, Capell T, Zhu C, Christou P, et al. 2020. Poultry diets containing (keto)carotenoid-enriched maize improve egg yolk color and maintain quality. *Animal Feed Science and Technology*; [consultado el 5 de jul. de 2023]. 260(114334). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840118313865>.
- Pipicano Mamián DI. 2015. Efecto en pigmentación, calidad de huevo y rendimiento productivo, del reemplazo de la proteína de torta de soya por proteína de harina de cangrejo de río (*Procambarus clarkii*) en la dieta de gallinas semipesadas (51 a 63 semanas de edad) [Tesis de maestría]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 10 de jun. de 2023]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54623>.
- Ramírez A, González J, Andrade V, Torres V. 2016. Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana. *Revista electrónica de veterinaria*; [consultado el 4 de jul. de 2023]. 17(12). <https://www.redalyc.org/exportarcita.oa?id=63649052015>.
- Ravindran V. 2013. Avances en la nutrición de las aves de corral. En: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, editor. *Revisión del desarrollo avícola*. [sin lugar]: [sin editorial]. p. 67–70 ; [consultado el 26 de may. de 2023]. <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>.
- Soler Maria, Narro Carlos, Barragan José. 2011. La alimentación de la ponedora y la calidad del huevo. Argentina: Facultad de Veterinaria de la Universidad CEU Cardenal Herrera; [consultado el 26 de may. de 2023]. 4 p. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/113-huevo.pdf.
- Trouw Nutrition. [actualizado el 10 de jul. de 2023]. Eficiencia en Producción y Desempeño - Trouw Nutrition. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 10 de jul. de 2023]. <https://www.trownutritionlatam.com/es-la/sectores/Gallinas-Ponedoras/Eficiencia-en-Produccion-y-Desempeno/>.
- [USDA] The United States Department of Agriculture. 2000. United States Standards, Grades, and Weight Classes for Shell Eggs. USA: [sin editorial] ; [consultado el 10 de jul. de 2023]. https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Shell_Egg_Standard%5B1%5D.pdf.
- Vega Tumbaco CA, Montalván Hernández JP. 2021. Efecto de niveles crecientes de semolina de arroz en el desempeño productivo de pollitas ponedoras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. spa; [consultado el 11 de jun. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/81eb0336-7545-4afd-a8dd-5a99ba1d1825>.
- Velásquez E. 1999. Efecto del uso de diferentes niveles de semolina de arroz en la dieta de gallinas ponedoras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana,

Zamorano. spa; [consultado el 11 de jun. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/04798dc9-7cad-4901-aae8-7b1077be5e5e>.

Zaviezo D. 2022. Puntos críticos en la producción de gallinas ponedoras. España: NutriNews; [actualizado 2022; consultado 2023]. <https://nutrinews.com/puntos-criticos-en-la-nutricion-de-gallinas-ponedoras/>.

Anexos

Anexo A

Pesado de alimento sobran



Anexo A

Alimentación diaria



Anexo B

Toma de datos, control de calidad

