

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



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

Estudiante

Nathalia Morales Arévalo

Oddalys Deyaneira Portocarrera Peñahererra

Asesores

Yordan Martínez, Ph.D.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, junio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

| | |
|---|-------------------------------------|
| Índice de Cuadros..... | 4 |
| Resumen | 5 |
| Abstract..... | 6 |
| Introducción..... | 7 |
| Materiales y métodos | 10 |
| Variables medidas:..... | 11 |
| Peso del huevo..... | 11 |
| Intensidad de puesta | 11 |
| Porcentaje de huevos no aptos (cascados, fáfara y roto) | 12 |
| Calidad del huevo..... | 12 |
| Análisis económico..... | 13 |
| Diseño experimental y análisis estadístico | 13 |
| Resultados y Discusión..... | 14 |
| Conclusiones | 21 |
| Recomendaciones..... | 22 |
| Referencias..... | Error! Bookmark not defined. |

Índice de Cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1 Ingredientes y aportes nutricionales de la dieta (semana 40-50)..... | 11 |
| Cuadro 2 Efecto de la semolina de arroz en el desempeño productivo de las gallinas ponedoras (40-50). | 14 |
| Cuadro 3 Efecto de la semolina de arroz en la calidad del huevo de las gallinas ponedoras (semana 45) | 15 |
| Cuadro 4 Efecto de la semolina de arroz en la calidad del huevo de las gallinas ponedoras (semana 50). | 17 |
| Cuadro 5 Efecto de la semolina de arroz en el análisis de costo del huevo de las gallinas ponedoras (semana 50). | 19 |

Resumen

La semolina de arroz es una alternativa que puede ser utilizada como alimento para rumiantes y monogástricos (aves y cerdos), como fuente proteica y energética, por lo que puede reemplazar parcialmente tanto al maíz como a la soya. Los objetivos del estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de la semolina de arroz en el desempeño productivo, calidad del huevo y factibilidad económica de las gallinas ponedoras Hy-Line Brown®. Se utilizó una prueba T Student con un diseño de dos muestras independientes con dos tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y treinta aves por repetición. Los tratamientos consistieron en una dieta control y una dieta con 20% semolina de arroz. Ambos tratamientos mostraron diferencias ($P \leq 0.05$) en el peso del huevo. El tratamiento con semolina de arroz no modificó ($P > 0.05$) la intensidad de puesta, sin embargo, indicó diferencias notables ($P \leq 0.05$) para los huevos no aptos con relación al tratamiento control. Igualmente, la resistencia a la ruptura y el grosor de cáscara no mostraron diferencias ($P > 0.05$) entre el tratamiento de control y semolina de arroz. La suplementación dietética con semolina de arroz no deprimió los principales indicadores del desempeño productivo e indicó utilidades económicas en gallinas ponedoras.

Palabras clave: Ave de postura, calidad del huevo, factibilidad económica, indicador productivo, producción de huevo, semolina de arroz.

Abstract

Rice semolina is an alternative that can be used as a feed for ruminants and monogastric (poultry and pigs), as a protein and energy source, so it can partially replace both corn and soybeans. The objectives of the study were to evaluate the effect of the inclusion of rice semolina on the productive performance, egg quality and economic feasibility of Hy-Line Brown® laying hens. A Student's T test was used with a design of two independent samples with two treatments, four repetitions per treatment and thirty birds per repetition. The treatments consisted of a control diet and a diet with 20% rice semolina. Both treatments showed differences ($P \leq 0.05$) in egg weight. The treatment with rice semolina did not modify ($P > 0.05$) the laying intensity, however, it indicated notable differences ($P \leq 0.05$) for the unfit eggs in relation to the control treatment. Likewise, resistance to rupture and shell thickness did not show differences ($P > 0.05$) between the control treatment and rice semolina. Dietary supplementation with rice semolina did not depress the main indicators of productive performance and indicated economic benefits in laying hens.

Keywords: Economic feasibility, egg production, egg quality, laying hens, productive indicator, rice semolina.

Introducción

La producción avícola ha incrementado cualitativamente en las últimas cuatro décadas, pasando de una práctica agrícola poco científica a un sistema de producción comercial con intervenciones tecnológicas de última generación (Pooja et al. 2020). Se espera que el sector avícola mundial continúe creciendo a medida que la demanda de carne y huevos sea impulsada por el crecimiento de la población, el aumento de los ingresos y la urbanización (Mottet y Tempio 2019). La producción avícola latinoamericana crecerá por encima de los promedios mundiales durante los próximos diez años. En este período, las granjas avícolas mundiales crecerán un 2.5% anual, mientras que en América Latina la estimación es del 4% anual. Este gran avance en la región está marcado por el escenario económico actual, en el que las aves se benefician de su mayor competitividad de precios y preferencia de los consumidores. En el mercado latinoamericano, alrededor del 50% del consumo total de proteína animal es carne de pollo. Países sudamericanos como Perú, Colombia y Bolivia, pero también en Centroamérica, como Panamá y Nicaragua, han mostrado un crecimiento significativo en los últimos años (Marques 2019).

Se considera que la relación entre nutrición y bienestar es un resultado directo de suministrar a la gallina cantidades adecuadas de alimento y agua (Bryden et al. 2021). Cuando se utilizan piensos completos, la ingesta se controla principalmente por el requerimiento de energía de las gallinas y la presentación del pienso, pero las aves no pueden ajustar su consumo a otras necesidades nutricionales y por lo tanto consumen en exceso para cubrir el calcio necesario para la formación de la cáscara del huevo. La alimentación secuencial, de mezcla suelta y selecta ofrece a las aves la oportunidad de seleccionar diferentes dietas a corto plazo. Estas estrategias de alimentación se han propuesto como sistemas de alimentación alternativos cuyos principales objetivos son adecuar el aporte de nutrientes a las necesidades individuales durante los cambios diarios inducidos por la secuencia temporal de la formación del huevo (Molnár et al. 2018).

El huevo tiene un gran valor nutricional, ya que es rico en proteínas, grasas, vitaminas liposolubles y minerales, lo que hace que la inclusión diaria de la misma sea de mucha importancia en la salud humana (Martínez Y et al. 2012). El factor principal en de lo que depende la producción avícola es su costo de alimentación. El costo creciente de los ingredientes de los piensos hace que sea imperativo buscar subproductos agroindustriales alternativos para su uso en alimentos para aves de corral. Semolina de arroz (RP) es un subproducto de la industria de la molienda de arroz y es abundantemente (Mohsin Sehole et al. 2011).

El pulimento de arroz es un componente vital de la dieta tradicional para pollos de engorde y ponedoras a base de maíz y soya. En los países en desarrollo, de todos los residuos de cultivos, esta es una de las fuentes más baratas y más grandes de energía metabolizable, así como de proteína cruda (Hossain et al. 2012). La harina de soya y el maíz amarillo son alimentos convencionales que se utilizan como ingredientes principales en los alimentos para aves debido a su alta disponibilidad de nutrientes. Por otro lado, estos dos alimentos son demandados para la elaboración de alimento para otras especies de animales (harina de soya) y humanos (maíz amarillo). La disponibilidad de piensos para la nutrición de las aves de corral en la actualidad es cada vez más competitiva. El uso de piensos alternativos en la actualidad en el sector avícola se incrementa por su calidad nutritiva y como fuente barata de proteínas y energía. Además, estos alimentos no tradicionales no son competitivos con los humanos (Alshelmani et al. 2021).

El salvado de arroz es una fuente rica en proteínas, carbohidratos y vitaminas con mejor densidad de nutrientes y perfil de aminoácidos en comparación con los granos de cereales. Debido a la presencia de un 13-15% de aceite de buena calidad, muchas plantas de extracción por solventes han llegado para extraer aceite de pulido de arroz como alimento o aceite industrial. Por lo tanto, hay disponible una gran cantidad de pulimentos de arroz desgrasados (DRP) como ingrediente para piensos para aves de corral. Su potencial nutricional completo no puede utilizarse debido a la

asociación de algunos factores antinutritivos como fitatos, inhibidor de tripsina, hemoaglutininas-lectina y adulteración de fibra cruda durante el proceso de molienda del arroz (Khalique et al. 2012).

En el presente estudio se esperan resultados que sean favorables con la semolina de arroz, para poder así establecer a este alimento como en ser el primero en la sustitución de dietas en la avicultura en general. En el caso de este estudio resultados positivos en la calidad y en la productividad de las gallinas ponedoras Hy-line Brown®. Sin embargo, es necesario tener en cuenta los niveles de inclusión del producto, y el nivel máximo de asociación entre alimento consumido/producción, esto puede beneficiar la producción de huevo y la conversión masal. Los objetivos del presente estudio fueron:

Evaluar el efecto de la inclusión de semolina de arroz en la productividad de las gallinas ponedoras Hy-line Brown®. Determinar el efecto de la inclusión de semolina de arroz en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras Hy-line Brown®. Determinar si la inclusión de semolina de arroz en las dietas de gallinas genera factibilidad económica.

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 se encuentra en una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio de 26 °C.

Las gallinas ponedoras se alojaron en un galpón comercial de 400 m² y en corrales en un sistema de iluminación artificial. El agua se ofreció *ad-libitum* en un bebedero de galón por corral y el consumo de alimento se restringió a 115g/día/ave. Se suministró 16 horas de luz cada día y no se empleó atención veterinaria terapéutica durante la etapa experimental. Se utilizó 15 días de adaptación a las nuevas dietas.

Los tratamientos dietéticos consistirán: dieta control con maíz normal (T1), dieta con maíz de descarte y semolina de arroz (T2) (Cuadro 1).

Cuadro 1*Ingredientes y aportes nutricionales de la dieta (semana 40-50).*

| Ingredientes | Control | 20% semolina de arroz |
|--------------------------------|---------|-----------------------|
| Harina de maíz | 59.66 | 42.73 |
| Harina de soya | 25.09 | 20.06 |
| Semolina de arroz (SA) | 0 | 20 |
| Cloruro de colina | 0.05 | 0.05 |
| Aceite de palma | 2.8 | 3.81 |
| Premezcla Vit+Min ¹ | 0.2 | 0.2 |
| Sal común | 0.35 | 0.35 |
| Biofos [®] | 1.69 | 1.28 |
| Carbonato de calcio fino | 3.82 | 4.32 |
| Carbonato de calcio grueso | 5.73 | 6.47 |
| Cocciostato | 0.05 | 0.05 |
| Mycofix plus 5.0 [®] | 0.12 | 0.12 |
| DL-metionina | 0.26 | 0.3 |
| L-lisina | 0.1 | 0.16 |
| L-treonina | 0.08 | 0.1 |
| Costo USD/t | 364.97 | 268.44 |
| <i>Aportes</i> | | |
| EM, kcal/kg | 2800 | 2800 |
| PC, % | 17 | 17 |
| P disponible, % | 0.49 | 0.49 |
| Ca, % | 4.2 | 4.2 |
| Lisina, % | 0.82 | 0.82 |
| Met+Cyst, % | 0.75 | 0.75 |
| Treonina, % | 0.6 | 0.6 |
| Triptófano, % | 0.17 | 0.15 |

Variables medidas:***Peso del huevo***

Se determinó en todas las semanas experimentales. Se recolectaron 30 huevos de cada tratamiento entre las 08:30 a 9:30 am y se pesaron en una balanza técnica digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión ± 0.1 g para el cálculo del peso promedio.

Intensidad de puesta

Se midió diariamente por el método de oferta y rechazo. Para determinar la intensidad de puesta se consideró la producción total de huevos por semana por tratamiento, asumiendo como el 100% la producción de un huevo por días por ave alojada.

Porcentaje de huevos no aptos (cascados, fáfara y roto)

Se calculó utilizando la ecuación 1:

$$\% \text{ Huevos no aptos} = \% \text{ Huevos no aptos (HNA)} = \# \text{ HNA} * 100 / \text{huevos aptos} \quad (1)$$

Calidad del huevo

En las semanas 45 y 50 se recolectaron 30 huevos por tratamiento y se determinó la calidad externa e interna del huevo en el laboratorio de calidad del huevo en el Centro de Enseñanza e Investigación Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 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) y el software Eggware v4x.

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 ecuación 2:

$$HU = 100 * \log (H + 1.7W^{0.37} + 7.6) \quad (2)$$

Donde:

HU = 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.

Análisis económico

Para determinar el costo del alimento consumido y el costo para producir un huevo, 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

Se utilizaron un total de 240 gallinas ponedoras Hy-Line Brown® de 40 semanas de edad se distribuyeron según un diseño de dos muestras independientes durante 10 semanas, con dos tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y 30 aves por repetición.

Los resultados se expresan como media y Error Estándar (\pm EE). Se realizó una prueba de T Student para dos muestras independientes utilizando SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se tomaron valores de $P \leq 0.05$ para indicar diferencias significativas.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se observa el efecto de la semolina de arroz en el desempeño productivo de gallinas ponedoras. No hubo diferencias ($P > 0.05$) para la intensidad de puesta, peso del huevo y consumo de alimento entre la dieta de control y la inclusión de semolina de arroz. Por su parte, el grupo experimental con semolina incrementó el porcentaje de huevos no aptos con respecto a la dieta control ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2

Efecto de la semolina de arroz en el desempeño productivo de las gallinas ponedoras (40-50).

| Tratamientos | Indicadores productivos | | | |
|-------------------|-------------------------|--------|--------|---------|
| | IP (%) | PH (g) | CA (g) | HNA (%) |
| Control | 89.51 | 61.76 | 115.00 | 2.56 |
| Semolina de arroz | 88.38 | 61.64 | 115.00 | 4.82 |
| EE± | 0.572 | 0.062 | | 0.743 |
| Valor de P | 0.162 | 0.138 | | 0.032 |

Nota: IP: Intensidad de puesta; PH: Peso del huevo; CA: Consumo de alimento; HNA: Huevos no aptos; EE±: error estadístico.

Según la guía de manejo de Hy-Line Brown® (Hy-line International 2018), el porcentaje de postura de la línea Hy-Line Brown® oscila entre el 90% para las semanas entre 40-50. Se observó que en el tratamiento con semolina de arroz y el control no obtuvo diferencias. Estos datos tienen una similitud con el estudio de (Velásquez Pinto 1999), en donde observaron que, en las dietas con porcentaje de semolina de arroz, puede causar una similitud con dieta a base de maíz en el desempeño de postura. Según (L.A.F. Akinola y O.A. Ekine 2018), la intensidad de puesta tiene una relación con la cantidad de fibra y proteína que contenga la dieta.

Con respecto al peso del huevo se observa que no hubo diferencia entre ambos tratamientos. Según (Rivera Quispe 2014) el peso del huevo se ve influenciado que la raza Hy-Line Brown® esta predispuesta a producir huevos con mayor peso comparada a las demás razas, los requerimientos nutricionales también es influencia en el peso del huevo por lo cual se puede observar que la semolina de arroz cumple esos requerimientos nutricionales. Según la guía de manejo de Hy-Line Brown® (Hy-

line International 2018), el peso del huevo a las 40 semanas de edad debe ser entre 61.1 y 63.5 gramos, el cual está dentro del rango encontrado en la investigación. Estos datos concuerdan con lo investigado por (Rivera Quispe 2014) donde menciona que la sustitución de arroz por maíz en la dieta no tuvo ningún efecto en el peso del huevo por que el peso promedio fue de 61. Hay que destacar, que no se encontraron huevos no aptos como cascados, fáfara y roto. Sin embargo, la semolina de arroz incrementó los huevos sucios, debido a que la fibra de este producto provoca una dilución de la dieta y por ende heces más líquidas.

En el Cuadro 3 se observa el efecto de la semolina de arroz en la calidad del huevo de las gallinas ponedoras en la semana 45 del experimento. Se observó diferencias ($P \leq 0.05$) entre ambos tratamientos con relación a la variable de peso del huevo y la variable del color de la yema, siendo el tratamiento control el de mejor resultado en esta variable. La altura del albumen, grosor de la cáscara, resistencia a la ruptura y la unidad Haugh en el tratamiento de semolina de arroz no difiere ($P > 0.05$) con respecto a la dieta de control utilizado en este experimento.

Cuadro 3

Efecto de la semolina de arroz en la calidad del huevo de las gallinas ponedoras (semana 45).

| Tratamientos | Indicadores productivos | | | | | |
|-------------------|-------------------------|---------|-------|---------------------------|---------|-------|
| | PH (g) | AA (mm) | UH | RR (kg F/m ²) | GC (mm) | CY |
| Control | 63.13 | 10.23 | 99.28 | 5034.87 | 0.36 | 3.13 |
| Semolina de arroz | 60.89 | 9.98 | 97.64 | 4892.29 | 0.34 | 1.07 |
| EE± | 0.706 | 0.210 | 1.025 | 137.748 | 0.006 | 0.209 |
| Valor de P | 0.032 | 0.403 | 0.375 | 0.475 | 0.133 | 0.001 |

Nota: PH: Peso del huevo; AA: Altura de Albumen; UH: Unidades High; RR: Resistencia de ruptura; GC: Grosor de cascara; CY: Color de yema; EE±: error estadístico.

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). En cuanto al peso del huevo para semana 45 de edad se puede observar que hubo diferencias entre ambos tratamientos. Según la guía de manejo Hy-Line Brown® (Hy-line International 2018) el peso del huevo para la semana 44 de edad debe rondar entre

los 62.9 g. En este caso solo el tratamiento control obtuvo estar en el rango de la guía de manejo Hy-Line Brown®. Sin embargo, el estudio de (Dadang 2006) no encontró diferencias entre tratamientos, ya que el subproducto del arroz contiene los niveles de proteína y energía necesarios para mantener la calidad de la dieta.

En cuanto a la altura del albumen, se puede observar que no hubo diferencia entre ambos tratamientos, ambos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros de altura utilizado para llegar al mercado según USDA (USDA 2000) que es de 6 mm. Sin embargo, (Soliman et al. 2008) vieron cambios significativos en las dietas con cantidades altas de calcio, también se vio la influencia de la yema. Según (North 1990) la altura de albumen tiene una relación con la edad del ave de postura y también la iluminación.

Para los resultados de unidades Haugh, se puede observar que, al igual que en la altura del albumen no hubo una diferencia entre ambos tratamientos. Estos resultados son interacción del peso del huevo y de la altura del albumen, debido a que no hubo diferencias en altura del albumen, no hubo diferencia en unidades Haugh. Sin embargo, ambos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros de mercado que de acuerdo con el manual de clasificación USDA (USDA 2000) es de 72 unidades Haugh.

La resistencia a la ruptura es un método para medir la dureza de la cáscara del huevo, en el caso de este experimento no hubo diferencias ($P > 0.05$) para esta variable. Según la guía de manejo de Hy-Line Brown® (Hy-line International 2018), la resistencia de la cáscara para la semana 44 de edad debería de ser de 4355 aproximadamente. Los resultados obtenidos en la resistencia a la ruptura de ambos tratamientos fueron mayores a la del estándar.

La cáscara de huevo se forma secuencialmente en los diferentes segmentos del oviducto de ajen. Es una estructura mineralizada, compuesta de una fase mineral y abundantes componentes orgánicos, y varias enzimas clave están involucradas en el proceso de formación de la cáscara del huevo (Zhang YN. et al. 2017). Los resultados del grosor de cáscara entre ambos tratamientos no se

afectaron estadísticamente. Esto concuerda con (Zhang YN. et al. 2017) quien, en su estudio de los efectos de diferentes concentraciones zinc en la producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras, no encontró diferencias estadísticas significativas en el grosor de la cáscara.

Por último, se puede observar el color de la yema se basa en una escala de color DSM que va de coloración 1 a 15, siendo 1 el más pálido y 15 el más intenso. Según (DSM Animal Nutrition & Health 2013), el mercado busca huevos que la yema tenga un valor de siete. Se observa en los resultados que en ambas dietas se obtuvieron valores de 3 y 1. Según (Moreno et al. 2020), 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. La sustitución de maíz rico en zeaxantina por semolina de arroz redujo el color de la yema, esto puede ser corregido con la inclusión de colorantes naturales y sintéticos en las dietas.

En el Cuadro 4 se observa el efecto de la semolina de arroz en la calidad del huevo en gallinas ponedoras en la semana 50 del experimento. La variable del peso del huevo, el tratamiento de semolina de arroz difiere ($P \leq 0.05$) con el tratamiento de control. No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos para la altura del albumen, unidad Haugh, resistencia a la ruptura y grosor de la cascara. No obstante, en la semana 50 del experimento la variable del color de la yema difiere ($P \leq 0.05$) siendo el control con el mejor resultado.

Cuadro 4

Efecto de la semolina de arroz en la calidad del huevo de las gallinas ponedoras (semana 50).

| Tratamientos | Indicadores productivos | | | | | |
|-------------------|-------------------------|---------|-------|--------------------------|---------|-------|
| | PH (g) | AA (mm) | UH | RR(kg F/m ²) | GC (mm) | CY |
| Control | 61.81 | 10.09 | 99.03 | 4402.5 | 0.35 | 4.53 |
| Semolina de arroz | 64.43 | 10.42 | 99.93 | 4526.17 | 0.37 | 3.00 |
| EE± | 0.673 | 0.128 | 0.141 | 46.921 | 0.006 | 0.149 |
| Valor de P | 0.005 | 0.423 | 0.183 | 0.083 | 0.071 | 0.001 |

Nota: PH: Peso del huevo; AA: Altura de Albumen; UH: Unidades High; RR: Resistencia de ruptura; GC: Grosor de cascara; CY: Color de yema; EE±: error estadístico.

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). El peso del huevo para semana 50 de edad incrementó con el tratamiento con semolina de arroz. Según la guía de manejo Hy-Line Brown® (Hy-line International 2018), el peso del huevo para la semana 50 de edad tiene rango de 62.1 y 64.7. En este caso el tratamiento con semolina de arroz estuvo en el rango y el tratamiento control estuvo por debajo del rango.

En cuanto a la altura del albumen, se puede observar que no hubo diferencia entre ambos tratamientos, a pesar de esto, ambos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros de altura utilizado para llegar al mercado según (USDA 2000) que es de 6 mm. Para los resultados de unidades Haugh, se puede observar que, al igual que en la altura del albumen no hubo diferencia entre ambos tratamientos. Estos resultados son interacción del peso del huevo y de la altura del albumen, debido a que no hubo diferencias en esas dos variables, también no lo hubo en las unidades Haugh. El tratamiento que obtuvo mejores resultados en esta ocasión fue el de semolina de arroz. Sin embargo, ambos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros de mercado que de acuerdo con el manual de clasificación (USDA 2000) es de 72 unidades Haugh.

La resistencia a la ruptura es un método para medir la dureza de la cáscara del huevo, en el caso de este experimento no hubo diferencia ($P > 0.05$) para esta variable. Según la guía de manejo de Hy-Line Brown® (Hy-line International 2018), la resistencia de la cáscara para la semana 50 de edad debería de ser de 4280 aproximadamente. Los resultados obtenidos en la resistencia a la ruptura de ambos tratamientos fueron mayores a la del estándar.

Los resultados del grosor de cáscara entre ambos tratamientos en semana 50 de edad nuevamente se ve que no hubo diferencia significativa. No obstante, notamos que en las variables anteriores y está en semana 50 de edad el tratamiento con semolina de arroz obtiene mejores resultados. Según (DSM Animal Nutrition & Health 2013), el mercado busca huevos que la yema tenga

un valor de 7. Se observa en los resultados que la dieta control obtuvo una escala de 4 y el tratamiento con semolina de arroz obtuvo la escala de 3.

A continuación, en la Cuadro 5 se muestran los costos de producción de la inclusión de semolina de arroz en la dieta de gallinas ponedoras de 50 semanas de edad. En el cual se puede observar el costo del alimento producido (USD) y el costo para producir un huevo (USD). El tratamiento con semolina de arroz si hay diferencia ($P \leq 0.05$) el cual disminuye el costo del alimento consumido a relación de la dieta de control. Además, el costo para producir un huevo disminuyó el 0.02% en el tratamiento de semolina de arroz con respecto al control.

Cuadro 5

Efecto de la semolina de arroz en el análisis de costo del huevo de las gallinas ponedoras (semana 50).

| Tratamientos | Indicadores productivos | |
|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Costo del alimento consumido (USD) | Costo para producir un huevo (USD) |
| Control | 352.56 | 0.05 |
| Semolina de arroz | 259.31 | 0.03 |
| EE± | 12.899 | 0.0005 |
| Valor de P | 0.043 | 0.001 |

Nota: EE±: error estadístico.

Al momento de utilizar productos alternativos, como la semolina de arroz se encontró un efecto en directo en los costos de producción (Cuadro 1) y por ende en el costo del alimento consumido. Se observa que la dieta control tiene costos más altos, ya que es elaborada con mayor cantidad de maíz y soya importada. Según el (Instituto de Estudios Económicos Bolsa de Cereales 2020), una tonelada de soya puede llegar a costar USD 480.00 y una tonelada de maíz puede costar USD 300.00. Mientras que una tonelada de semolina de arroz, según cotizaciones en la planta de concentrados de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, puede costar USD 122.9. Así al comparar con la dieta control, la dieta con 20% de semolina de arroz tuvo costo más bajo. Debido a

estas diferencias en los precios se puede deducir aproximadamente los costos que se podría ahorrar un avicultor si decidiera utilizar la dieta con porcentaje de semolina de arroz.

Conclusiones

La inclusión de 20% de semolina de arroz no afectó la intensidad postura, peso del huevo y consumo de alimento, aunque incrementó los huevos sucios de gallinas ponedoras Hy-line Brown®

En las semanas 45 y 50, la inclusión de semolina de arroz no cambió los indicadores de calidad externa e interna del huevo, excepto el peso del huevo y el color de la yema.

La inclusión de 20% semolina de arroz redujo el costo para producir un huevo comparado con la dieta control.

Recomendaciones

Utilizar la dieta con 20% de semolina de arroz para obtener rentabilidad económica, sin afectar el desempeño productivo de gallinas ponedoras.

Repetir el experimento con mayores niveles de inclusión de semolina de arroz y enzimas exógenas para evaluar la factibilidad económica y desempeño productivo de gallinas ponedoras de diferentes líneas genéticas.

Referencias

- Akinola LAF, Ekine OA. 2018. Evaluation of commercial layer feeds and their impact on performance and egg quality. *Nigerian Journal of Animal Science*. 20(2):222–231. en. doi:10.4314/tjas.v20i2.
- Alshelmani MI, Abdalla EA, Kaka U, Basit MA. 2021. Nontraditional Feedstuffs as an Alternative in Poultry Feed. En: Kumar Patra A, editor. *Advances in Poultry Nutrition Research [Working Title]*. [sin lugar]: IntechOpen. p. 1–14.
- Bryden WL, Li X, Ruhnke I, Zhang D, Shini S. 2021. Nutrition, feeding and laying hen welfare. *Animal Production Science*. A-V. doi:10.1071/AN20396.
- Dadang RA. 2006. Effects of rice bran and phytase supplementation on egg laying performance and egg quality of laying hens. [Tesis]. Malaysia: Universiti Putra Malasia; [consultado el 28 de may. de 2021]. <https://core.ac.uk/download/pdf/32408492.pdf>.
- DSM Animal Nutrition & Health. 2013. Guía de DSM para la pigmentación de la yema de huevo con CAROPHYLL; [consultado el 22 de mar. de 2021]. https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/carophyll_guidelines_amended_SPAN_web.pdf.
- Galíndez R, Peña I, Albarrán Á, Prospert J. 2014. Weight and eggs internal quality indicators of four breeds of Venezuelan breeding hens. *Zootecnia Trop*; [consultado el 27 de may. de 2021]. 32:207–215. <https://cutt.ly/nnYmfQm>.
- Hossain EM, Sultana S, Shahan Shahriar SM, Khatun M. 2012. Nutritive value of rice polish. *Online Journal of Animal and Feed Research*; [consultado el 13 de may. de 2021]. 2:235–239. https://www.researchgate.net/publication/267265129_NUTRITIVE_VALUE_OF_RICE_POLISH.
- Hy-line International. 2018. Management Guide: Brown commercial Layers. Hy-line International; [consultado el 24 de mar. de 2021]. 1–29. <https://www.hyline.com/spanish/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20COM%20ENG.pdf>.
- Instituto de Estudios Económicos Bolsa de Cereales. 2020. Informe de comercialización. Argentina: Instituto de Estudios Económicos Bolsa de Cereales. 8 p; [consultado el 24 de mar. de 2021].

https://bolsadecereales.com/imagenes/estudios_economicos/2020-08/778-icomsemanal-20.08.31.pdf.

Khalique A, Parvez Lone K, Naseer Pasha T. 2012. Rice polishing use as poultry feed; [consultado el 18 de may. de 2021]. 168. <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/gb/book/978-3-659-21289-5/rice-polishing-use-as-poultry-feed>.

Marques HL. 2019. In Latin America, poultry production will grow nearly double world average. [sin lugar]. 2 de oct. de 2019. english.

Martínez Y, Valdiviá M, Solano G, Estarrón M, Martínez O, Córdova J. 2012. Efecto de la harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*) en el colesterol total y ácidos grasos de los huevos de gallinas ponedoras. Revista Cubana de Ciencia Agrícola; [consultado el 17 de feb. de 2021]. (1):73–78. <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistacubanadecienciaagricola/2012/vol46/no1/11.pdf>.

Mohsin Sehole M, Khalique A, Jabbar MA, Akram M, Marghazani IB. 2011. Effect of differently treated rice polishing on layers performance. Pakistan J. Zool; [consultado el 27 de may. de 2021]. 43:349–353. [http://zsp.com.pk/349-355%20\(20\)%20PJZ-236-09.pdf](http://zsp.com.pk/349-355%20(20)%20PJZ-236-09.pdf).

Molnár A, Hamelin C, Delezie E, Nys Y. 2018. Sequential and choice feeding in laying hens: adapting nutrient supply to requirements during the egg formation cycle. World's Poultry Science Journal. 74(2):199–210. doi:10.1017/S0043933918000247.

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 31 de may. de 2021]. 260:114334. doi:10.1016/j.anifeedsci.2019.114334.

Mottet A, Tempio G. 2019. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. World's Poultry Science Journal. 73(2):245–256. doi:10.1017/S0043933917000071.

- North MO. 1990. Commercial Chicken Production Manual. 4 th. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 6 de jun. de 2021; consultado el 28 de may. de 2021]. <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.139946/mode/2up>.
- Pooja, Sujeet, Prasun. 2020. Poultry Industry. India: [sin editorial]; [actualizado el 27 de may. de 2021; consultado el 14 de may. de 2021]. https://www.researchgate.net/publication/344873824_Poultry_Industry.
- Rivera Quispe YI. 2014. Estudio comparativo de arroz ñelén (*Oriza sativa*) en sustitución del maíz grano (*Zea mays*) sobre los índices productivos de gallinas (*Hy line brown*) Lima, 2013 [Tesis]. Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna. 75 p; [consultado el 12 de mar. de 2021]. <https://cutt.ly/ZnYmWyf>.
- Soliman EK, Hanan AT-E-D, Abeer SAE-R. 2008. Effect of hydrated sodium calcium aluminosilicate on egg quality and serum biochemical parameters in table-egg Layers fed on aflatoxin contaminated ration. - Buscar con Google. Giza: Animal Health Research Institute; [actualizado el 6 de jun. de 2021; consultado el 28 de may. de 2021]. <http://erepository.cu.edu.eg/index.php/EJCPCP/article/view/230/223>.
- [USDA] United State Departament of Agriculture. 2000. Egg Grading Manual. Washington. 56 p; [consultado el 12 de mar. de 2021]. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Egg%20Grading%20Manual.pdf>.
- Velásquez Pinto EE. dic. 1999. Efecto del uso de diferentes niveles de semolina de arroz en la dieta de gallinas ponedoras. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 30 p; [consultado el 17 de feb. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2714/1/T1077.pdf>.
- Zhang YN, Zhang HJ, Wang J, Yue HY, Qi XL, Wu SG, Qi GH. 2017. Effect of dietary supplementation of organic or inorganic zinc on carbonic anhydrase activity in eggshell formation and quality of aged laying hens. *Poult Sci.* 96(7):2176–2183. eng. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119314087>. doi:10.3382/ps/pew490.