

Evaluación de la calidad del huevo de gallina en dos sistemas de alojamiento –piso convencional con suplementación de sauco (*Sambucus nigra*) y pastoreo con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)– en la Sabana de Bogotá

Evaluation of the quality of egg hens in two housing systems –conventional in floor with sauco (*Sambucus nigra*) forage and semi free range with kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) grass– in the Sabana Bogota

Álvaro Hugo Jaramillo B.*, Jorge Mogica**, Érika Alejandra Caro***, Jorge Sosa****

- * Zootecnista - Universidad Nacional de Colombia / Especialista en Nutrición Animal - Instituto Superior de Ciencias Agrarias de la Habana Cuba / Especialista en Pedagogía para el Aprendizaje Autonomo - Universidad Nacional Abierta y a Distancia / Especialización Avicultura - Universidad del Tolima / M.Sc Ciencias agrarias con énfasis en producción animal tropical - Universidad Nacional sede palmira Instructor y Docente, Coordinador Unidad de Avicultura Centro de Biotecnología Agropecuario (SENA).
- ** Estudiante de Zootecnia, Universidad Agraria de Colombia –Unigraria–.
- *** Estudiante de Zootecnia, Universidad Santo Tomás.
- **** Estudiante de Tecnología en Producción de Especies Menores, sena (Semillero de Investigación), Centro de Biotecnología Agropecuaria (SENA).

Fecha recibido: 4 - diciembre - 2017
Fecha aceptado: 15 - diciembre - 2017

Resumen

La siguiente investigación tuvo como objetivo evaluar los principales parámetros de calidad del huevo, como el color de la yema, peso del huevo, yema, albúmina y cáscara, unidades Haugh, porcentaje de huevos sucios, análisis microbiológico y sensorial (color de la yema, olor y sabor del huevo). Se cuantificó el perfil de ácidos grasos de la yema y se hizo un análisis proximal del huevo completo.

Se utilizaron gallinas de postura de la línea Babcock Brown, de 36 semanas de edad, comparando dos sistemas de alojamiento: piso convencional con suplementación de sauco (*Sambucus nigra*) frente a un sistema de semiconfinamiento en pastoreo con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y utilizando como control un sistema convencional sin suplementación de forraje. Se manejaron tres réplicas por tratamiento con suministro de concentrado comercial, durante un período experimental de 12 semanas. En el alojamiento en pastoreo se procuraron condiciones de mejoramiento del bienestar animal.

Para evaluar las variables cuantitativas se aplicó un ANAVA en un diseño completamente al azar y la prueba de Tukey con el programa Infostat. El color de la yema se analizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis y para el análisis sensorial se utilizó la prueba de Chi-cuadrado con el programa Minitab.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso promedio del huevo, superior en el tratamiento en pastoreo, lo mismo que en el peso promedio de la yema, con valores de éste último de 15,29 g, 15,50 g y 16 g, respectivamente para el T1 (control piso), T2 (piso con suplementación de sauco) y T3 (pastoreo). No se encontraron diferencias estadísticas en cuanto al peso de la cáscara, la albúmina y el porcentaje de la yema, y la cáscara y la albúmina en relación al peso promedio del huevo en los diferentes tratamientos.

Se encontró un mayor número de unidades Haugh en el tratamiento en pastoreo, pero sin diferencias estadísticas. Se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el color de la yema, con un color más intenso en las gallinas en pastoreo, según la escala DMS, con un promedio de 12,7 en relación al control en piso, de 11,71. Hubo un mayor porcentaje de ácido graso linoléico, omega-3 y menor relación omega-6:omega-3 ($p < 0,05$) en la yema de huevos de gallinas alojadas en el galpón de pastoreo en relación con las de piso. Los porcentajes de proteína y materia seca fueron superiores en el huevo fresco completo de gallinas en pastoreo.

Se encontró una población de coliformes totales y *E. coli* relativamente bajo en la cáscara de huevos limpios y semisucios, con *Salmonella* negativa en los tres tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticas en el análisis sensorial, pero hubo mayor aceptación en el olor, sabor y color de la yema en las de pastoreo. Los resultados positivos en la calidad del huevo de las gallinas en pastoreo fueron asociados al consumo de forraje y posiblemente a las mejoras en el confort de las gallinas.

Palabras clave

alojamientos de gallinas, calidad del huevo, gallinas en pastoreo, huevo.

Abstract

The following research aimed to evaluate the main parameters of quality of the egg like color of the yolk, weight of the egg, yolk, albumen and egg shell, Haugh Units, percentage of dirty eggs, microbiological analysis, and sensorial (color of the yolk, smell and taste of the egg). The fatty acid profile of the yolk and proximal analysis of the whole egg were quantified. Babcock Brown line of 36 weeks of age were used to compare two housing systems: conventional floor with Sauco (*Sambucus nigra*) supplementation, with a semi-confining system in grazing with Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), and using as control conventional system without forage supplementation. Three replicates were handled by treatment with commercial concentrate supply, during an experimental period of 12 weeks. Conditions of improvement in animal welfare were used in the housing in pasture. To evaluate the quantitative variables, an ANOVA was applied in a completely randomized design and the Tukey test with the Infostat program, in the color of the yolk, the Kruskal-Wallis test. For the sensory analysis, the Chi-square test was used with the Minitab program.

Significant differences were found ($p < 0.05$) in the average weight of the upper egg in the grazing treatment, as well as in the average weight of the yolk with values of (15.29 g, 15.50 g and 16 g) respectively for T1 (control floor), T2 (floor with supplementation of elder) and T3 (grazing). No statistical differences were found in the weight of the shell, albumin and the percentage of the yolk, shell and albumin in relation to the average weight of the egg in the different treatments. A greater number of Haugh Units were found in the free range treatment without statistical differences. Significant differences were found ($p < 0.05$) in the color of the yolk with a more intense color in the grazing hens in the DMS scale with an average of 12.7 in relation to the control on the floor of 11.71. There was a higher percentage of fatty acid linolenic, omega-3 and lower ratio omega-6:omega-3 ($p < 0,05$) in the yolk of eggs of hens housed in the shed in relation to the floor. The percentages of protein and dry matter were higher in the whole fresh egg of grazing hens. A population of total coliforms and relatively low *E. coli* was found in the shell of clean and semi-dirty eggs, with negative *Salmonella* in all three treatments. No statistical differences were found in the sensory analysis but there was greater acceptance in the odor, flavor and color of the yolk in the grazing. The positive results in the egg quality of the free range chicken were associated with the consumption of forage and possibly with the improvements in the comfort of the hens.

Keywords

housing hens, eggs, egg quality, free range chicken.

INTRODUCCIÓN

El huevo constituye la proteína de origen animal más económica al alcance de la población, lo cual lo posiciona como un alimento indispensable en la mesa pues, además de aportar un valor proteico alto, es una fuente de vitaminas liposolubles como A, D, E, K, exceptuando la C, y vitaminas hidrosolubles (complejo B), vitamina A (100 g de la parte comestible aportan un 28,4 % de la cantidad diaria recomendada -CDR-), vitamina D (36 %), vitamina E (15, 8%), riboflavina (26,4 %), niacina (20,6 %), ácido fólico (25,6 %), vitamina B12 (84 %), biotina (40 %), ácido pantoténico (30 %), fósforo (30,9 %), hierro (15,7 %), cinc (20 %) y selenio (18,2 %) (Pipicano, 2015). Además, se ha encontrado que el consumo de este producto, en cantidades que van de 1 a 2 huevos diarios, puede beneficiar al consumidor, ya que el huevo es rico en colina, la cual juega un rol importante en la memoria, por lo que se recomienda su consumo en adultos mayores y jóvenes en desarrollo (Fernández, 2001; Guzmán, 2003). Las grasas del huevo aportan cantidades apreciables de ácido linoleico (ácido graso esencial) y pequeñas cantidades de DHA, grasa omega-3 esencial para la estructura, el crecimiento y el

desarrollo del sistema nervioso central del feto y de la retina; entre otros beneficios (FAO, 2010).

La calidad del huevo es un factor fundamental en la aceptación o el rechazo por parte del consumidor, y está relacionada con varias características externas e internas; algunas son medidas subjetivas y otras cuantitativas. Los aspectos externos de los huevos incluyen peso, forma, color, grosor de la cáscara, peso de la cáscara, densidad de la cáscara y textura, entre otros. El peso, forma y color son factores que influyen en la clasificación, precio y preferencias del consumidor. La calidad de la cáscara es uno de los factores más importantes por su impacto a nivel económico. En cuanto a la calidad interna del huevo se tiene en cuenta el albumen (altura y viscosidad de este), tamaño de la cámara de aire, la forma y el color de la yema, etcétera. Es importante conocer las causas de los defectos de la calidad externa e interna de los huevos para poder tomar las medidas que disminuyan su ocurrencia (King'ori, 2012).

Se ha encontrado que la calidad del huevo puede variar dependiendo del sistema productivo y en especial del tipo de alojamiento. Existen algunos beneficios de los sistemas de pastoreo en comparación con los conven-

cionales (jaula y piso), como una mayor coloración de la yema, aumento en la calidad de la cáscara, mayor supervivencia, aumento en la concentración de algunos ácidos grasos poliinsaturados en la yema, disminución del colesterol y otras variables, sin embargo, al hacer una revisión de diferentes trabajos de investigación a nivel mundial, se encuentran resultados contradictorios (Hidalgo *et al.*, 2008; Zemková *et al.*, 2007; Gekeroğlu *et al.*, 2008; Petek *et al.*, 2008; Küçükyılmaz *et al.*, 2012; Van Den Brand, *et al.*, 2004; Yilmaz *et al.*, 2015), ya que son muchas las variables de manejo, ambientales, genéticas y del alimento, que pueden afectar al huevo.

Existen muy pocos trabajos de investigación en Colombia en los que se compare la calidad del huevo en diferentes tipos de alojamientos en gallinas comerciales. La mayoría de trabajos al respecto se han publicados en Europa, Asia y Africa, donde actualmente por el bienestar animal se manejan más estos sistemas a nivel comercial, conocidos algunos como “free range”. Los huevos free range son huevos de gallinas libres que se alimentan de una mezcla de grano, pero que pueden complementar su dieta con verduras e insectos, ya que pueden vagar (por una cierta cantidad de tiempo en el día) alrededor de un patio, un cobertizo o un gallinero cerrado.

Además de las regulaciones libres de jaulas, las normas de la UE para las gallinas en libertad (free range) aseguran que cada ave tenga 4 m² en el área descubierta, con acceso sin restricciones a lo largo del día, por lo que pueden correr afuera a la luz del día siempre que lo deseen, lo que contribuye a un mejor bienestar y salud de las aves. Esta reglamentación no implementa restricciones sobre el uso de antibióticos, la vacunación ni limita prácticas como la muda forzada (fuera del Reino Unido) y el recorte de pico.

También está el sistema “pasture-raised”, que no está regulado por la USDA. En este sistema las gallinas están en galpones pero tienen acceso a zonas de pastoreo, suficientes para poder hacer rotaciones, con un área de 108 pies². Además se encuentran otros sistemas, como el de los huevos camperos, ecológicos y orgánicos (Thomson, 2016).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad y análisis sensorial de los huevos de gallinas en dos tipos de alojamiento: piso convencional en galpón comercial con suplementación de sauco (*Sambucus nigra*) en fresco diariamente; *versus* alojamiento en semiconfinamiento, galpón cubierto con salidas a zonas de pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), con condiciones de mejoramiento en el bienestar animal; y como tratamiento testigo gallinas en un alojamiento comercial pero sin suplementación de forrajes y consumo de alimento balanceado (concentrado comercial) en cada alojamiento.

DISEÑO METODOLÓGICO

Materiales y métodos

Localización

Este trabajo de investigación se realizó en la granja del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), finca San Pedro del Centro de Biotecnología Agropecuaria, ubicado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), situado a 7 km en la vía Bogotá-Mosquera (Colombia), el cual tiene las siguientes características: temperatura media anual 12 °C., altura sobre el nivel del mar 2.600 m s. n. m., correspondiente a clima frío.

Población y muestra

Se utilizaron un total de 225 gallinas de postura de la estirpe Babcock Brown de 36 semanas de edad, seleccionadas aleatoriamente de un galpón de 1.200 gallinas, divididas en tres tratamientos con tres réplicas cada una, cada réplica de 25 aves, durante un período experimental de 12 semanas.

Tratamientos

T1: Gallinas alojadas en piso convencional en un galpón comercial con concentrado comercial. Este tratamiento también se identifica como el tratamiento control.

T2: Gallinas alojadas en piso convencional en un galpón comercial con concentrado comercial y suplemento de sauco (*Sambucus nigra*) en fresco diariamente.

T3: Gallinas alojadas en galpón con estructura en guadua, con salidas a zonas de pastoreo, de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y concentrado comercial.

Variables a analizar

- Peso del huevo, peso de la cáscara, peso de la yema y albumina, unidades Haugh, relación de peso yema-cáscara y albumina en relación al peso del huevo, color de la yema.
- Análisis sensorial del huevo: sabor, olor, color de la yema.
- Análisis microbiológico.
- Perfil de lípidos de la yema del huevo y análisis químico del huevo fresco entero.

Análisis estadístico

Para las variables cuantitativas se aplicó un ANAVA, en un diseño completamente al azar con tres réplicas cada una, cada réplica de 25 gallinas. Para determinar la diferencia entre tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con el programa Infostat.

La variable cualitativa color de la yema fue determinada mediante una escala colorimétrica para la que se aplicó la

prueba de Kruskal-Wallis. Para el análisis sensorial se utilizó la prueba de Chi-cuadrado con el programa Minitab.

Instalaciones

Para evaluar los alojamientos en piso convencional se adecuaron unas áreas dentro de un galpón comercial con estructura metálica de la unidad de avicultura del CBA, conformando las diferentes réplicas y tratamientos.

Para evaluar las gallinas en pastoreo se utilizó un galpón cubierto con estructura de guadua y divisiones internas con salidas a zonas de pastoreo cada una, que se utiliza actualmente para el manejo de este sistema.

Manejo experimental

Parámetros productivos

Se seleccionaron 25 gallinas aleatoriamente por cada réplica y tratamiento, de un lote de 1.200 gallinas de la estirpe Babcock Brown, que se encontraban alojadas en un galpón comercial, con una edad de 36 semanas.

Se manejaron dos semanas de período de acostumbramiento en cada alojamiento. El número de huevos y peso de los mismos se tomó diariamente de la semana 38 a la 50 de vida, con un período experimental de 12 semanas.

Diariamente se suministró un consumo promedio de 115 g/ave por réplica para los tres tratamientos y se pesó el sobrante a las 24 horas. Los huevos se recolectaron y pesaron diariamente con báscula digital. El número de huevos rotos se cuantificó, diferenciando aquellos huevos con roturas grandes que se encontraban dentro de los nidales. Cada semana se cuantificó cada variable analizada.

Para el suministro del sauco (*Sambucus nigra*) en el galpón comercial, se cortó diariamente (principalmente hojas y

tallo tierno) de árboles sembrados desde hace tres años en la misma granja, utilizados como cerca viva, y se colocó dos veces por día colgado en el comedero en cada réplica (2 kilos en fresco) y se suministró a voluntad; al otro día se recogían los tallos y residuos sobrantes para colocar nuevas ramas.

Para la evaluación del tratamiento en pastoreo se utilizó un galpón con estructura en guadua, piso de concreto, tejas termo-acústicas, con salidas laterales a las zonas de pastoreo y con divisiones internas para las tres réplicas, cada una de 25 aves, y su respectiva zona de pastoreo.

Para evaluar el peso de la yema, peso de la cáscara, peso de la clara, altura de la albumina en mm y color de la yema, se escogieron 5 huevos aleatoriamente por réplica y tratamiento, se pesaron individualmente en una báscula analítica con precisión de dos décimas y posteriormente se realizó este mismo proceso cada 15 días, para unos 6 pesajes durante toda la fase experimental, para poder determinar de esta manera las variaciones de estos parámetros. Con estos mismos datos se determinaron el % de cáscara, % de yema y % de clara en relación al peso del huevo por tratamiento y réplica.

Se pesó y fisuró cada huevo, y mediante un separador de yemas se apartó la albúmina para pesar cada una. La cáscara se secó en horno a 60 °C durante una hora, a fin de ser pesados posteriormente (véase la imagen 1).

El peso de la clara se determinó así: peso promedio del huevo – (peso de la yema + peso de la cáscara).

Para cuantificar la altura del albumen se pesó cada huevo y posteriormente se quebró y colocó en una superficie plana para determinar la altura de la clara, aproximadamente a

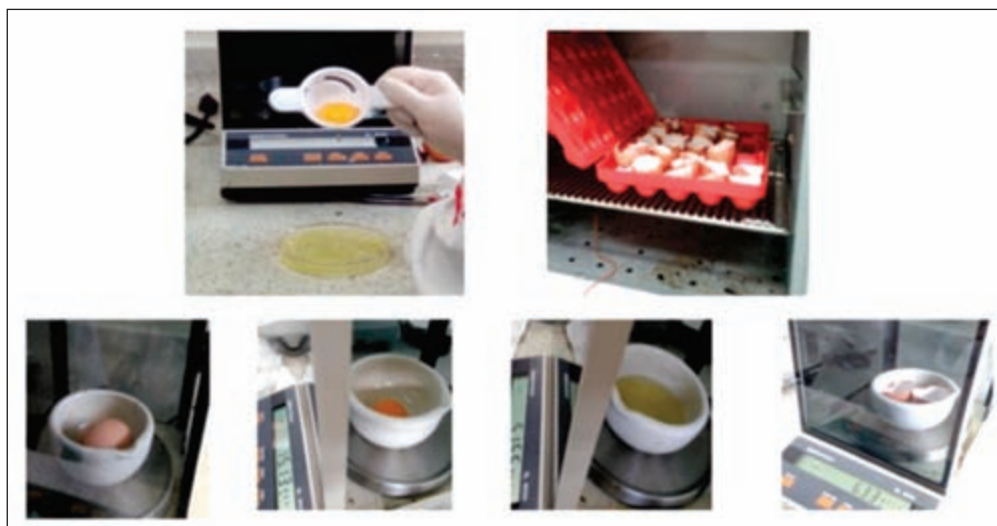


Imagen 1. Imágenes de la evaluación de peso del huevo, yema, clara y cáscara.

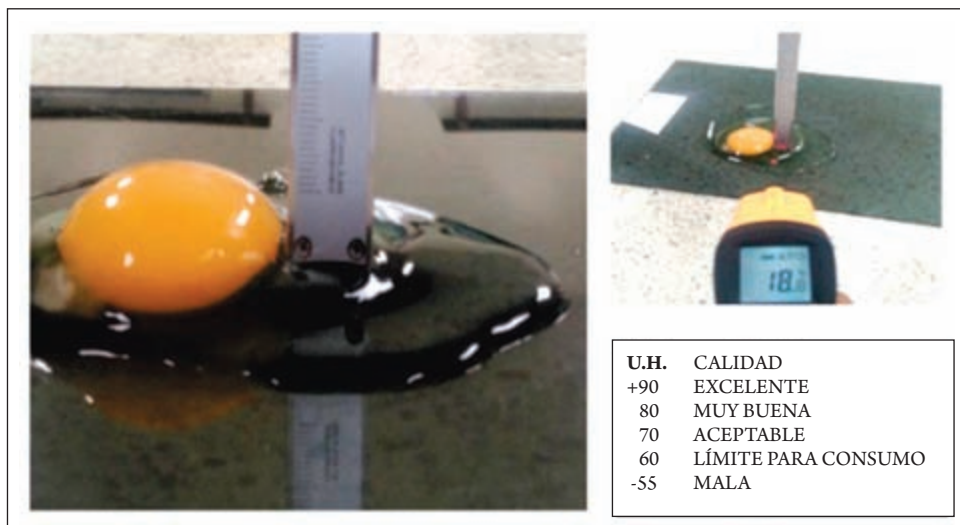


Imagen 2. Análisis de la calidad de la albúmina.

un centímetro o menos del borde de la yema. Se utilizó un micrómetro pie de rey medido por la parte inferior (véase la imagen 2). Una vez determinada la altura de la albúmina, se aplicó la siguiente fórmula para calcular las unidades Haugh que determinan la calidad del albumen:

$$U.H. = 100 \times \text{Log} [H + 7,57 - (1,7 \times P^{0,37})]$$

U.H. = unidad Haugh

H = altura del albumen en milímetros

P = peso del huevo en gramos

Para determinar el color de la yema se utilizó la escala colorimétrica DMS sobre 16 puntos: 1 muy claro y 16 rojo intenso (imagen 3).

Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó mediante un panel de degustación en el que se evaluaron las principales características organolépticas del huevo: color de la yema, olor y sabor, con el fin de determinar variaciones de acuerdo con el tratamiento.



Imagen 3. Determinación del color de la yema mediante la escala colorimétrica DSM.

Se trabajó con un equipo de 20 panelistas preentrenados. El análisis se realizó en el laboratorio de alimentos del Centro



Imagen 4. Evaluación sensorial del huevo.

de Biotecnología Agropecuario del SENA. Se evaluaron tres muestras comparadas con un control (huevos del galpón comercial) por panelista.

Las muestras se prepararon al calor hasta conseguir una cocción interna total del huevo (10 minutos después del hervido). Posteriormente se extrajo la cáscara de cada tratamiento y réplica (4 huevos/réplica) y se cortaron transversalmente para colocar en las respectivas bandejas con las muestras identificadas con números aleatorios (véase la imagen 4).

La cantidad de muestra fue de aproximadamente 20 g, acompañada cada una de agua, siguiendo la metodología de Mahecha (1982). Los resultados del panel de degustación fueron analizados estadísticamente por medio de la prueba Chi cuadrado, utilizando el programa Minitab, versión 2012, en el que se determinaron por el número de frecuencias de cada característica.

Análisis de ácidos grasos en la yema de los huevos

La determinación de ácidos grasos se realizó por medio de la técnica de cromatografía de gases. El procedimiento se llevó a cabo con 3 réplicas tomadas en la última semana de la fase experimental, la cual consistió en homogenizar 5 yemas de huevo de cada tratamiento y réplica, separadas mecánicamente de la clara y evitando dejar restos de proteína. Luego se extrajeron los lípidos, homogenizando 2 g de yema con 40 ml de cloroformo: metanol (2:1), se filtraron 20 ml de esta solución y se les adicionó 5 ml de agua, se homogenizó y se dejó enfriar a 4 °C durante 30 minutos. Se centrifugó a 3.000 r. p. m. durante 10 minutos y se colectó 1 ml de la fase orgánica inferior. Posteriormente se llevó a desecación bajo N₂ y se diluyó a 100 mg de lípidos/ml con cloroformo: metanol 1:1. Se transfirieron 50 µl (Ca 5 mg de lípidos) a un vial y se adicionaron 400 µl de cloroformo: metanol 1:1; además se adicionaron también 50 µl de reactivo de derivatización (Meth-prep II, Alltech Associates USA). Finalmente se dejó reaccionar a temperatura ambiente durante 30 minutos para posteriormente inyectar en el cromatógrafo. Se utilizó el cromatógrafo de gases del Laboratorio de Toxicológica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia (metodología que maneja el Laboratorio de Toxicología para este análisis, tomado de Betancur, 2012).

Análisis proximal

Se realizó un análisis proximal del alimento (concentrado comercial, kikuyo y sauco), lo mismo para la yema del huevo y el huevo completo, el cual previamente se liofilizó. Las muestras se analizaron en el laboratorio de Nutrición de Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

Análisis microbiológico

El análisis se realizó en el laboratorio de alimentos del Centro de Biotecnología Agropecuario del SENA. Se utilizó un muestreo de tres huevos por réplica y tratamiento para la determinación del interior del huevo y superficie externa de la cáscara para evaluar la población de coliformes, *E. coli* y presencia de *Salmonella*, de acuerdo con las metodologías específicas para estas bacterias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso promedio del huevo

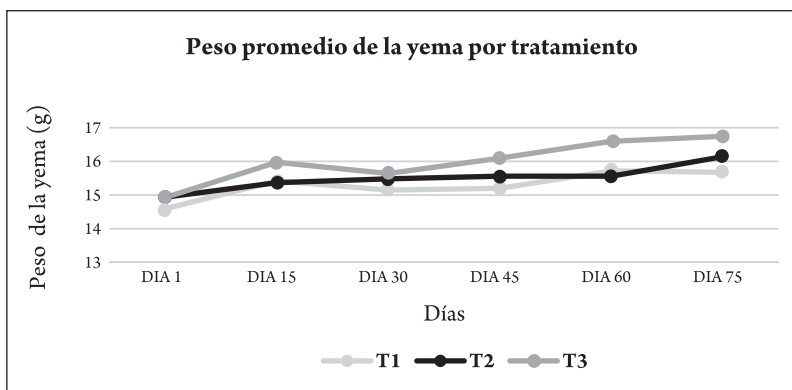
Durante todo el período experimental hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso promedio del huevo de las gallinas en pastoreo (65,57 g) comparadas con el T2 (63,95 g) y T1 (63,79 g), las cuales pudieron ser asociadas al menor estrés o también al consumo constante de kikuyo en las zonas de pastoreo, el cual puede aumentar la fermentación cecal y mejorar la salud intestinal, además de la microfauna obtenida, y el confort en este sistema comparado con el alojamiento en piso. Los pesos de los huevos de gallinas en pastoreo fueron superiores en un 2,6 % en comparación con las de piso convencional.

Yenice *et al.* (2016) evaluaron la calidad del huevo de gallinas en tres sistemas de alojamiento (jaula, libres en pastoreo) con gallinas Lohman Brown y sistema familiar en piso (gallinas de diferentes genéticas, dieta y edad). Estos autores encontraron diferencias significativas en el peso del huevo, mayores en las gallinas libres en pastoreo comparadas con las de jaula. Hidalgo *et al.* (2008) obtuvieron un mayor peso del huevo producido en sistemas de pastoreo (66,7 g) en comparación con los sistemas en jaula (63,4 g) y en piso (62,1 g).

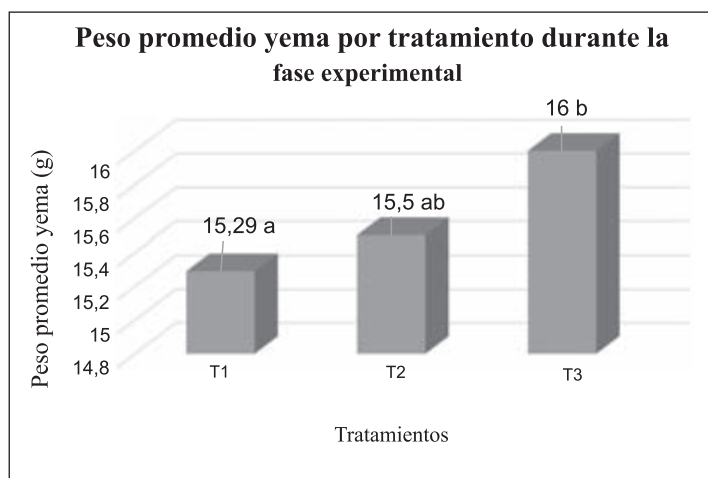
Peso promedio de la yema

No se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) durante las diferentes semanas evaluadas, pero sí variaciones numéricas a favor del tratamiento en pastoreo (T1) durante todas las semanas evaluadas, seguidas del tratamiento con suplementación con sauco (T2). El peso promedio de la yema aumentó a medida que avanzaba la postura en todos los tratamientos, principalmente por el aumento del tamaño del huevo (véase la gráfica 1).

Los pesos promedios de la yema durante toda la fase experimental fueron significativos ($p < 0,05$), con un mayor peso de las gallinas en pastoreo (véase la gráfica 2). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el porcentaje de yema con relación al peso promedio del huevo en los tres tratamientos (véase la tabla 1).



Gráfica 1. Peso promedio de la yema por tratamiento y días.

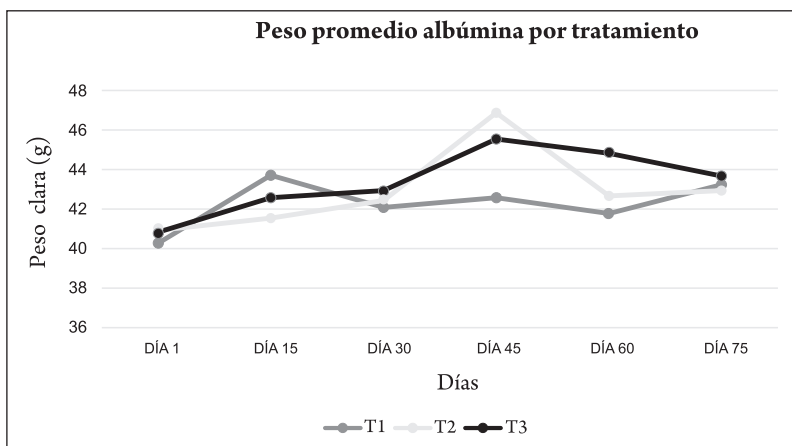


Gráfica 2. Peso promedio de la yema por tratamiento durante la fase experimental. Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Peso promedio de la albúmina

No se encontraron diferencias significativas durante las semanas evaluadas y tampoco en el peso promedio durante

toda la fase experimental. En la gráfica 3 se muestran las variaciones durante las semanas evaluadas en los tres tratamientos. Hubo una diferencia numérica mayor en el peso



Gráfica 3. Peso promedio de la albúmina por tratamiento y días.

promedio total de la albúmina en las gallinas en pastoreo pero no significativa (véase la tabla 1).

Gornowicz y Krawczyk (2010) determinaron que los huevos de gallinas provenientes de sistemas en pastoreo se caracterizaron por tener un mayor porcentaje de albúmina, en comparación con el sistema en jaula (60,8 y 56,7 %, respectivamente). Hidalgo *et al.* (2008) encontraron un mayor porcentaje de albúmina en huevos provenientes de pastoreo, en comparación con los procedentes de sistemas de jaula y piso (65,4, 64,2 y 63,9 %, respectivamente). Los porcentajes de albúmina promedio con respecto al peso del huevo encontrado en esta investigación (véase la tabla 1) se encuentran dentro de los rangos normales, 53,1 a 68,9 % (Grobas *et al.*, 2010).

Peso promedio de la cáscara

El peso promedio de la cáscara tuvo una tendencia a disminuir durante las semanas evaluadas, especialmente en T1 y T2, sin diferencias estadísticas. Normalmente la calidad de la cáscara se va reduciendo a medida que avanza la edad de las gallinas. Sin embargo, en el T3 aumentó al día 45 y 60, posiblemente por la variación en el consumo de fuentes de calcio (piedrecillas) encontradas en las zonas de pastoreo cuando se realizan las rotaciones. No se encontraron diferencias ($p < 0,05$) en el peso promedio de la cáscara durante el período analizado en los tres tratamientos (gráfica 4 y tabla 1).

Yilmaz *et al.* (2015) no reportaron diferencias significativas entre el sistema en pastoreo (0,403 mm del grosor de la cáscara) y el sistema en jaula (0,397 mm). Contrariamente, Hidalgo *et al.* (2008) evidenciaron un grosor de la cáscara más bajo en el sistema en jaula (0,41 mm) en relación con los sistemas en pastoreo (0,50 mm) y piso (0,50 mm).

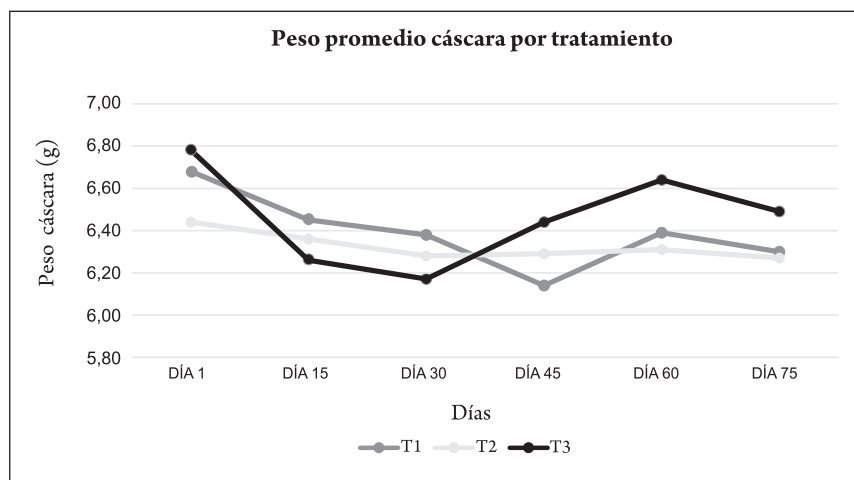
Jaramillo (2010), por su parte, reportó un mayor grosor de la cáscara en las gallinas en pastoreo, en comparación con las de piso y jaula no convencional (datos sin publicar). Hughes *et al.* (1985) encontraron un mayor grosor de la cáscara en huevos de gallinas en pastoreo, en comparación con los convencionales. Mertens *et al.* (2006) encontraron la cáscara más débil en huevos de gallinas en pastoreo comparadas con las de piso.

En la tabla 1 se muestra el porcentaje promedio de la cáscara en relación con el peso del huevo, sin que se encontraran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

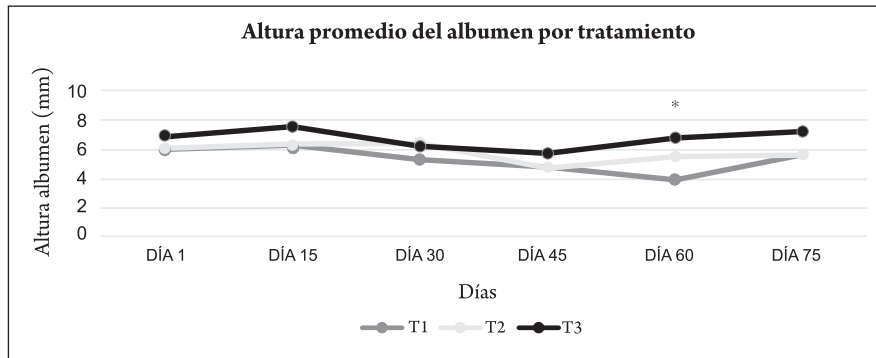
Altura del albumen y unidades Haugh

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la altura del albumen solamente al día 60 de evaluada (gráfica 5 y tabla 1). No se evidenciaron diferencias en las unidades Haugh durante toda la fase experimental, pero numéricamente fueron superiores en las gallinas en pastoreo. Los valores encontrados en las U.H. de esta investigación fueron superiores a 80, lo que indica un huevo de muy buena calidad de albúmina de acuerdo con la edad y momento evaluado.

Muñoz y Vellojin (2002) obtuvieron valores más altos en las unidades Haugh, con un 77,57 en pastoreo, en comparación con un 55,57 en el sistema de jaula, lo que indica que los huevos procedentes del pastoreo ofrecen una mejor protección de la yema en el transporte y el almacenamiento, ya que esta corresponde a las funciones del albumen denso. Contrariamente, Quilumbaqui y Zenteno (2015) reportaron un menor valor de unidades Haugh en el sistema en pastoreo vs. las jaulas (87,01 vs. 89,7, respectivamente). Igualmente, Lacayo y Milian (2013) presentaron resultados más bajos en el pastoreo (97,7) comparados con el sistema en jaula (101,8).



Gráfica 4. Peso promedio de la cáscara, por tratamiento y días.



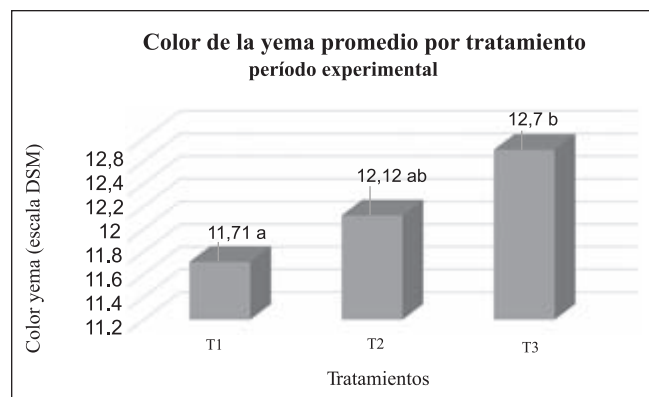
Gráfica 5. Altura promedio del albumen, por tratamiento y días.
* Diferencias significativas ($p < 0,05$).

Color de la yema

El color de la yema presentó un color más intenso en el tratamiento tres, con diferencias estadísticas ($p < 0,05$) a los días 1, 15, 30, 45 y 60. El tratamiento 2 obtuvo un valor intermedio con la escala colorimétrica DSM. Los valores del color de la yema fueron superiores con diferencias significativas ($p < 0,05$) en el tratamiento en pastoreo con 11,7 seguido muy cerca del T2 con una calificación de 11,12 (gráficas 6 y 7).

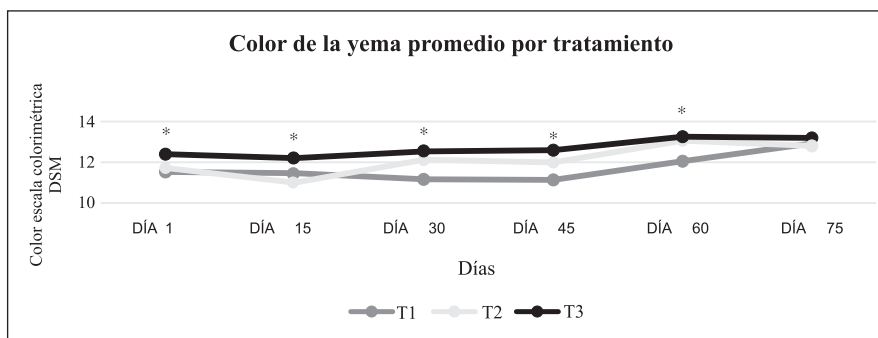
Estos valores fueron muy similares a los encontrados por Dikmen *et al.* (2017), quienes hallaron unos valores superiores en las gallinas en pastoreo, con 11,98, en comparación con las de jaula convencional y jaula enriquecida. De acuerdo con estos resultados, el consumo de forrajes en el caso del sauco (*Sambucus nigra*), y especialmente con pastoreo de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), determinaron una mejor pigmentación en la yema de los huevos, en comparación con el grupo que no recibió forrajes, posiblemente por los pigmentos naturales (carotenos, xantofilas) que pueden tener estos forrajes.

Van Den Brand, Parmentier y Kemp (2004) observaron un mayor color de la yema en los huevos provenientes del



Gráfica 7. Color promedio de la yema por tratamiento, período experimental.
Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

sistema en pastoreo (11) en comparación con el sistema en jaula (9,3), el cual atribuyeron a la posibilidad que tienen las aves en pastoreo de consumir hierbas y pastos ricos en xantofilas. Por otra parte, Hidalgo *et al.* (2008) reportaron que la coloración de la yema de los huevos de gallinas criadas en jaula presentó un valor más alto (10,5) en comparación con los sistemas de pastoreo (10) y en piso (9,7).



Gráfica 6. Color de la yema, por tratamiento y días.
* Diferencias significativas ($p < 0,05$).

Igualmente, Gornowicz y Krawczyk (2010) determinaron un valor mayor en el color de la yema de huevos provenientes de sistemas en jaula (10,5) en comparación con los sistemas en pastoreo (8,42); sin embargo aseguran que todos cuentan con un color deseable (8,3 a 10,5 puntos). En Colombia, el valor de aceptación del color de la yema es de 11 a 12, en una escala sobre 16 puntos, valores que coinciden con los obtenidos en esta investigación con concentrado comercial.

En la tabla 1 se muestran los resultados promedios del color de la yema por tratamiento durante toda la fase experimental.

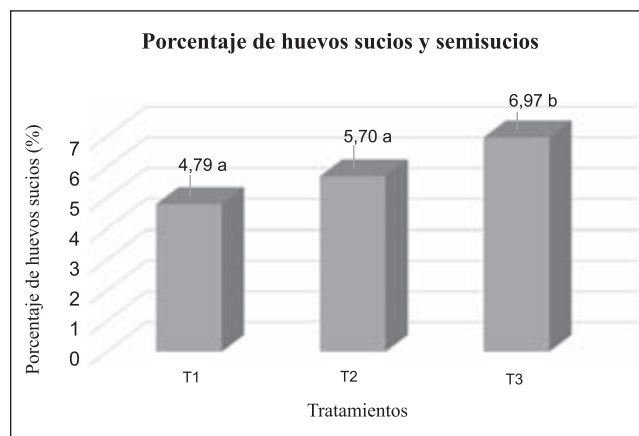
Huevos sucios y semisucios

Los huevos sucios y semisucios fueron cuantificados en conjunto. (Se consideraron huevos con manchas de materia fecal, de agua, con tierra y sangre). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) superiores en el tratamiento en pastoreo, con 6,97 %, seguidos de T2 con 5,70 y T3 con 4,79 (véase la gráfica 8).

El mayor valor en el tratamiento 3 se debe a la suciedad presentada principalmente en las patas de las aves, obtenida al escarbar y realizar baños de tierra en las respectivas zonas de pastoreo. La utilización de las ramas de sauco fresco en el alojamiento en piso convencional también pudo afectar la suciedad de los huevos en comparación al control. El mayor número de huevos sucios no correspondió a la mayor concentración de coliformes encontrados, debido posiblemente a la variación del muestreo aleatorio que se realizó cuando se escogieron los huevos que se llevaron al laboratorio.

Al igual que con otros atributos externos de calidad, los hallazgos sobre la suciedad del huevo son a menudo con-

tradictorios. Se ha encontrado que las gallinas en jaulas convencionales producen un mayor porcentaje de huevos sucios que el de las de baterías (Abrahamsson *et al.*, 1995). Sin embargo, el diseño del nidal tiene un impacto sobre el porcentaje de huevos sucios (Abrahamsson & Tauson, 1998).



Gráfica 8. Porcentaje de huevos sucios y semisucios, por tratamiento, fase experimental.

Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Análisis sensorial

De acuerdo con los resultados obtenidos por los panelistas, y aplicando la prueba de Chi cuadrado, no se encontraron diferencias estadísticas (tablas 2, 3 y 4). Sin embargo, al analizar las gráficas de porcentajes de calificación (tomadas del software Minitab) de cada característica, se encuentran diferencias numéricas mejores en las gallinas en pastoreo (gráficas 9, 10 y 11).

Tabla 1. Resumen de los parámetros de calidad del huevo, período experimental.

	T1 (Control-piso)	T2 (Piso+sauco)	T3 (Pastoreo)	EE	p-val
Peso del huevo (g)	63,79 a	63,95 a	65,57 b	0,17	0,0006
Peso de la yema (g)	15,29 a	15,5 ab	16 b	0,15	0,043
Peso de la albúmina (g)	42,28	42,01	43,44	0,51	ns
Peso de la cáscara (g)	6,37	6,33	6,43	0,67	ns
Altura del albumen (mm)	6,66	6,95	7,3	0,2	ns
Color de la yema (escala DMS)	11,72 ± 0,17 a	12,12 ± 0,19 ab	12,70 ± 0,09 b		0,0036
Porcentaje de yema (%)	23,87	24,33	24,38	0,17	ns
Porcentaje de albúmina (%)	65,97	65,91	66,16	0,18	ns
Porcentaje de cáscara (%)	9,95	9,93	9,79	0,04	ns
unidades Haugh	80,1	81,91	83,83	1,24	ns
Huevos sucios y semisucios (%)	4,79 a	5,70 a	6,97 b	0,24	0,0021

ns: no significativo.

Para el caso del color de la yema, el T3 obtuvo un porcentaje mayor para color amarillo, con 37 %, en comparación con el T2 (24 %) y T1 (25 %). En los tratamientos con forraje se obtuvieron calificaciones en el color más intenso, que es el naranja, con 5 %, mientras que en el tratamiento 1 no se encontró ninguno. Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos en el color de la yema para el huevo crudo calificados con la escala DMS, en los que se encontraron diferencias estadísticas de una mayor coloración de la yema en el tratamiento en pastoreo.

Para el caso del olor, se encontró una calificación muy agradable en el T3 (10 %), en comparación con el T2 y T1, con cero resultados. Para el olor agradable, fue este superior en el T1, con 35 %.

Para el caso del sabor, el tratamiento 3 fue calificado con un mayor porcentaje para sabor característico y agradable, en comparación con las calificaciones para T2 y T1. El sabor no agradable fue calificado más alto en el T1, mientras que en el T3 ningún panelista usó esta característica de calificación. Rossi (2007) comparó varios sistemas de producción de gallinas con la misma edad y no encontró diferencias en el sabor del huevo.

Tabla 2. Resultados de calificación obtenidos (frecuencias) por los panelistas en la característica color de la yema del huevo.

	Muy Claro	Claro normal	Normal	Amarillo	Naranja
T1	4	6	5	5	0
T2	2	6	7	5	1
T3	2	3	6	7	1

p-val: 0,8617. NS: no significativa.

Tabla 3. Resultados de calificación obtenidos por los panelistas en la característica olor del huevo.

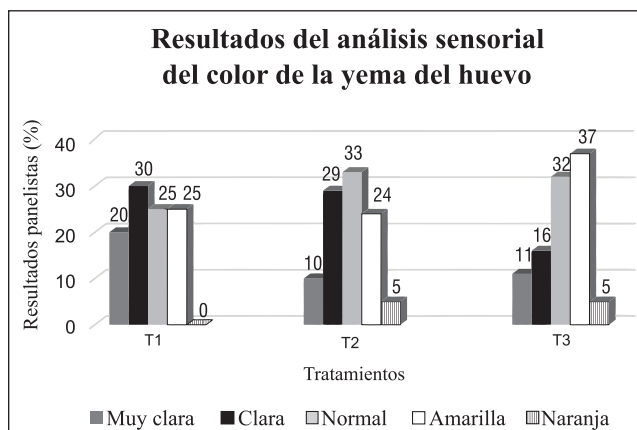
	No agradable	Poco agradable	Característico	Agradable	Muy agradable
T1	4	3	6	7	0
T2	0	6	9	5	0
T3	0	4	9	5	2

p-val: 0,0728. NS: no significativo.

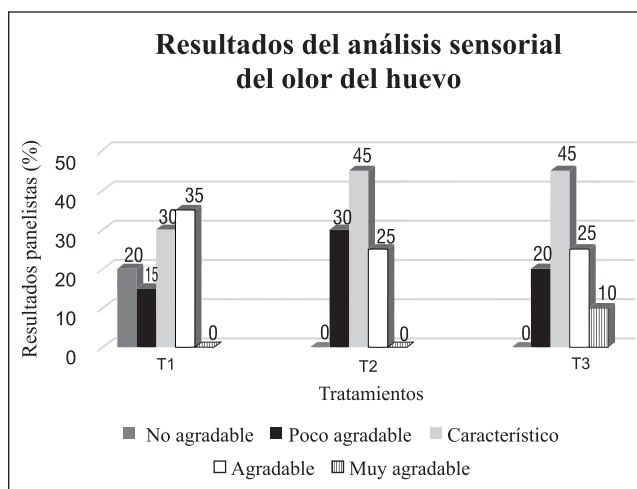
Tabla 4. Resultados de calificación obtenidos por los panelistas en la característica sabor del huevo.

	No agradable	Poco agradable	Característico	Agradable	Muy agradable
T1	2	6	6	6	1
T2	1	5	5	7	1
T3	0	3	9	7	1

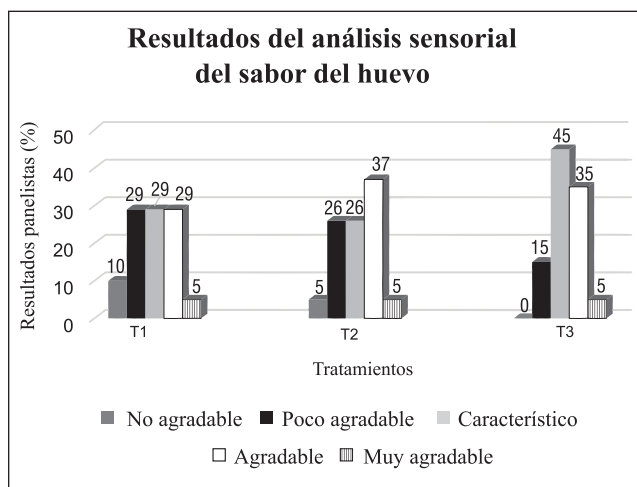
p-val: 0,8334. NS: no significativo.



Gráfica 9. Resultados del análisis sensorial del color de la yema.



Gráfica 10. Resultados del análisis sensorial del olor del huevo.



Gráfica 11. Resultados del análisis sensorial del sabor del huevo.

Análisis microbiológico

En la tabla 5 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos para la parte interna del huevo en los tratamientos en que los huevos fueron recogidos aleatoriamente del grupo de huevos limpios. Se muestran libres de *Salmonella* y coliformes.

En la tabla 6 se encuentran los resultados microbiológicos realizados en el laboratorio de alimentos del Centro de Biotecnología Agropecuaria del SENA, los cuales corresponden a la parte externa de los huevos (cáscara) de cada tratamiento, obtenidos de huevos limpios. Estos resultados también se encuentran libres de *Salmonella*, con valores por debajo de 10 UFC/g de MA para coliformes totales y fecales.

En la tabla 7 se muestran los resultados para la parte externa de la cáscara para huevos semisucios recogidos aleatoriamente de cada tratamiento. Se encontró una mayor población de coliformes totales en el T2 ($3,1 \times 10^4$ UFC/g), seguido de T1 y T3. El recuento de coliformes fecales fue también superior en el T2 ($1,7 \times 10^3$ UFC/g). Por lo tanto, la calidad de los huevos en términos de recuentos de bacterias son adecuados para el consumidor en cada tipo de alojamiento, teniendo en cuenta que los huevos semisucios y sucios obtenidos son debidamente limpiados para ser empacados en esta granja donde se realizó la investigación.

Englmaierová *et al.* (2014) evaluaron la calidad microbiológica de los huevos provenientes de diferentes sistemas de crianza en gallinas Hisex Brown de 20 semanas de edad y reportaron diferencias significativas para el recuento total de bacterias en la superficie del huevo, pues el sistema alternativo presentó hasta 100 veces más contaminación que los provenientes del sistema en jaula; los primeros reportaron valores de *Enterococcus* y *Escherichia coli* de 6,24 y 5,68 log CFU/huevo respectivamente, y el sistema en jaula reportó los valores más bajos de contaminación en la cáscara, con un recuento total de *Escherichia coli* de 3,40 log CFU/huevo y de *Enterococos* de 1,50 log CFU/huevo, atribuyéndole tales valores a una mayor probabilidad del contacto con las heces, por el menor control de las aves y el material de la cama.

Igualmente, De Reu *et al.* (2009) encontraron valores significativamente más bajos en el recuento de bacterias aerobias sobre las cáscaras de huevo en el sistema de jaula, en comparación con los sistemas alternativos (4,75 vs. 4,98 log CFU/ huevo, respectivamente).

En cuanto a contaminación por coliformes totales, se reportaron diferencias significativas entre los dos sistemas de producción, ya que el pastoreo reportó valores más altos, con 4,31-5,36 log UFC/ml, en comparación con los

Tabla 5. Resultados de coliformes totales, fecales y *Salmonella* obtenido de huevos limpios frescos (parte interna) en los tres tratamientos

Alimento	Análisis realizado	Límite microbiológico	Norma	Resultado
	Recuento de coliformes totales	na		< 10 UFC/g de MA
Huevo fresco	Recuento de coliformes fecales	NA	NTC 1240/2011	< 10 UFC/g de MA
	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia/25 g		Ausencia/ 25 g de MA

Concepto: Los resultados obtenidos de la muestra analizada fueron favorables para el producto analizado. Los valores de coliformes se utilizan como referencia, no son solicitados por la normatividad.

Tabla 6. Resultados de coliformes totales, fecales y *Salmonella* obtenido de la parte externa de la cáscara de huevos semisucios, por tratamiento.

Alimento	Análisis realizado	Límite microbiológico	Norma	Resultado
T1	Recuento de coliformes totales	na	NTC 1240/2011	$2,0 \times 10^4$ UFC/g de MA
	Recuento de coliformes fecales	NA		$1,6 \times 10^2$ UFC/g de MA
	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia/25 g		Ausencia/ 25 g de MA
T2	Recuento de coliformes totales	na	NTC 1240/2011	$3,1 \times 10^4$ UFC/g de MA
	Recuento de coliformes fecales	NA		$1,7 \times 10^3$ UFC/g de MA
	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia/25 g		Ausencia/ 25 g de MA
T3	Recuento de coliformes totales	na	NTC 1240/2011	$8,3 \times 10^2$ UFC/g de MA
	Recuento de coliformes fecales	na		$4,0 \times 10^2$ UFC/g de MA
	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia/25 g		Ausencia/ 25 g de MA

Concepto: los resultados obtenidos de la muestra analizada fueron favorables para el producto analizado. Los valores de coliformes se utilizan como referencia, no son solicitados por la normatividad. Resultados obtenidos del Laboratorio de Alimentos, Centro de Biotecnología Agropecuaria, SENA.

Tabla 7. Resultados de coliformes totales, fecales y *Salmonella* obtenido de la parte externa de la cáscara de huevos limpios, por tratamiento.

Alimento	Análisis realizado	Límite microbiológico	Norma	Resultado
T1	Recuento de coliformes totales	na	NTC 1240/2011	< 10 UFC/g de MA
	Recuento de coliformes fecales	na		< 10 UFC/g de MA
	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia/25 g		Ausencia/ 25 g de MA
T2	Recuento de coliformes totales	na	NTC 1240/2011	< 10 UFC/g de MA
	Recuento de coliformes fecales	NA		< 10 UFC/g de MA
	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia/25 g		Ausencia/ 25 g de MA
T3	Recuento de coliformes totales	na	NTC 1240/2011	< 10 UFC/g de MA
	Recuento de coliformes fecales	NA		< 10 UFC/g de MA
	Detección de <i>Salmonella</i> spp.	Ausencia/25 g		Ausencia/ 25 g de MA

Concepto: los resultados obtenidos de la muestra analizada fueron favorables para el producto analizado. Los valores de coliformes se utilizan como referencia, no son solicitados por la normatividad. Resultados obtenidos del Laboratorio de Alimentos, Centro de Biotecnología Agropecuaria, SENA.

huevos provenientes del sistema en jaula (0,64 log UFC/ml). Además de la influencia en el sistema de producción, la calidad sanitaria del producto depende del control y el manejo de las aves (Jones, Anderson & Musgrove, 2011).

Normalmente se encuentran unas mayores poblaciones de bacterias patógenas en la superficie de la cáscara de huevos de gallinas provenientes de alojamientos en pastoreo, comparados con piso y jaula, debido principalmente a la posibilidad que tienen las aves de realizar huecos y baños de tierra en las zonas de pastoreo, las cuales pueden ser impregnadas en las patas y plumas por materia fecal, lo que contamina el huevo posteriormente en los nidales.

En esta investigación no se determinaron variaciones altas en las unidades formadoras de colonias (UFC), en poblaciones de coliformes totales y fecales en la superficie de la cáscara de huevos semisucios recogidos aleatoriamente en los nidales, ya que también dependen de la limpieza permanente de los nidales, clima, cambio de viruta que se realizó en este ensayo, como lo han estudiado y reportado otros investigadores (Holt *et al.*, 2012; Alemania: Methner *et al.*, 2006; Reino Unido: Wales *et al.*, 2007; Snow *et al.*, 2009; Francia: Mahe *et al.*, 2008; Bélgica: Namata *et al.*, 2008). De todas formas se reportó un mayor porcentaje de huevos sucios y semisucios en el alojamiento en pastoreo, comparado con el de piso convencional, como se reportó anteriormente.

No está claro si los diferentes sistemas de producción afectan las tasas de infección por *Salmonella*. Las pruebas medioambientales en la UE (Unión Europea) determinan una mayor prevalencia de *Salmonella* en gallinas alojadas en jaulas convencionales, en comparación con las contenidas en piso. Esto se observó en estudios de varios países (Alemania: Methner *et al.*, 2006, Reino Unido: Wales *et al.*, 2007; Snow *et al.*, 2009; Francia: Mahé *et al.*, 2008; Bélgica:

Namata *et al.*, 2008). Además, en un estudio epidemiológico retrospectivo en Dinamarca (Mølbak & Neimann, 2002) se encontró que los huevos de las jaulas se asociaron con *Salmonella* humana *Enteritidis*, mientras que no se encontró asociación con huevos procedentes de operaciones de gallinas en pastoreo u orgánicas. Al contrario, otros investigadores han detectado una menor incidencia de *Salmonella* en sistemas de jaulas convencionales que en sistemas libres de jaulas (Estados Unidos: Kinde *et al.*, 1996b; Alemania: Schaar *et al.*, 1997; Países Bajos: Mollenhorst *et al.*, 2005).

Análisis del perfil de ácidos grasos de la yema del huevo

Se encontró que el ácido graso oleico (C18:1n) fue el más abundante, seguido del palmítico (C16:0) y linoleico (C18:2n-6), datos que coinciden con los de Betancur *et al.* (2012), quienes compararon diferentes niveles de linaza con un control; y también con los de Karsten *et al.* (2009), quienes compararon diferentes forrajes en la alimentación de gallinas frente a las gallinas mantenidas en jaulas. Los porcentajes de α -linoléico fueron superiores estadísticamente ($p < 0,05$) en las gallinas en pastoreo, con 0,38 %, comparadas con las de alojamiento convencional y las suplementadas con sauco, 0,30 %.

El total de los ácidos grasos omega-3 fue también superior en las gallinas en pastoreo, en un 20,35 %, comparado al control, y lo mismo la relación omega-6:omega-3 ($\Omega6:\Omega3$), inferior en el T3 y T2 comparado con el control (T1) (véanse la tabla 8 y las gráficas 12,13, 14 y 15). Una menor relación indica mayor disponibilidad de los ácidos grasos de la serie n-3. Estos resultados fueron similares a los de Karsen *et al.* (2009), quienes hallaron un porcentaje de 1,28 % de omega-3 y 16 % de omega-6 con concentrado comercial en gallinas en jaula. Estos mismos autores encontraron mayores niveles de vitamina E y del total de ácidos

Tabla 8. Composición de ácidos grasos de la yema de huevo, por tratamiento.

Nombre ácidos grasos	T1 (control piso)	T2 (piso + sauco)	T3 (pastoreo)	EE	p-val
Mirístico (C14:0)	0,31	0,31	0,32	0,01	NS
Palmitico (C16:0)	24,59	25,05	24,65	0,21	NS
Palmitoleico (C16:1)	1,82	2,08	1,82	0,12	NS
Estearico (C18)	7	6,74	6,81	0,16	NS
Oleico (C18:1) n-9	43,75	43,66	43,01	0,29	NS
Linoleico (C18:2) n-6	16,87	16,52	17,37	0,48	NS
α -linolénico (C18:3) n-3	0,30a	0,30a	0,38b	0,02	0,022
Docosapentanoico (C22:5) n-3	0,05	0,06	0,07	0,01	NS
Docosahexanoico (C22:6) n-3	0,53	0,57	0,64	0,03	NS
Eicosenoico (C20:1) n-9	0,14	0,13	0,12	0,01	NS
Icosadienoico (C20: 2) n-6	0,14	0,13	0,13	0,01	NS
Σ SFA (ácidos grasos saturados)	32,1	32,3	32,03	0,3	NS
Σ MUFA (ácidos grasos monoinsaturados)	47,43	47,5	46,83	0,34	NS
Σ PUFA (ácidos grasos poliinsaturados)	20,5	20,2	20,97	0,55	NS
$\Sigma\Omega 6$ (Total omega-6)	19,63	19,27	19,87	0,53	NS
$\Sigma\Omega 3$ (Total omega-3)	0,90a	0,93a	1,13b	0,04	0,017
$\Omega 6:\Omega 3$ (relación omega-6:omega-3)	22,07a	20,47b	18,07b	0,49	0,003

Laboratorio de Toxicología, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional. NS: no significativo.

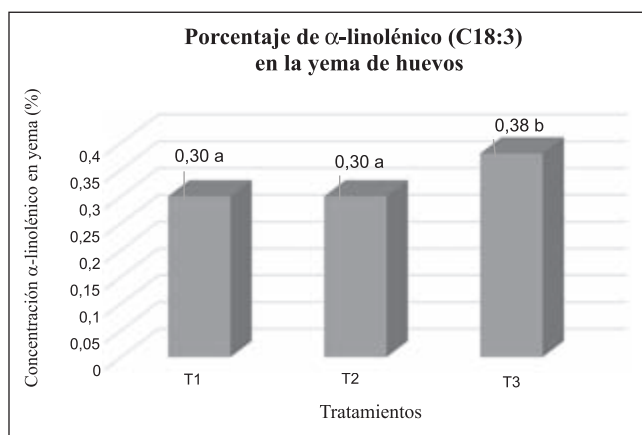


Gráfico 12. Porcentaje de α -linolénico (C18:3) en la yema de huevos, por tratamiento. Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

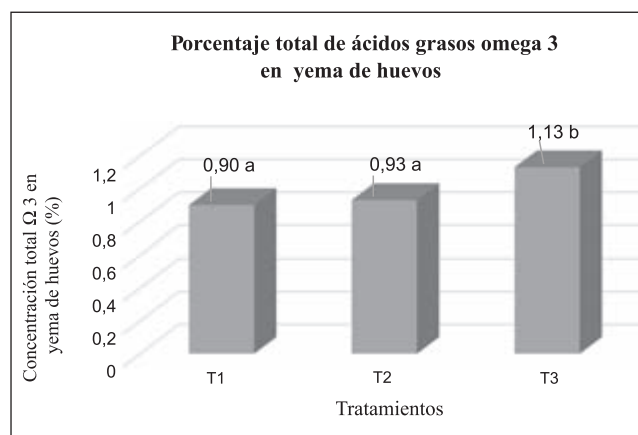


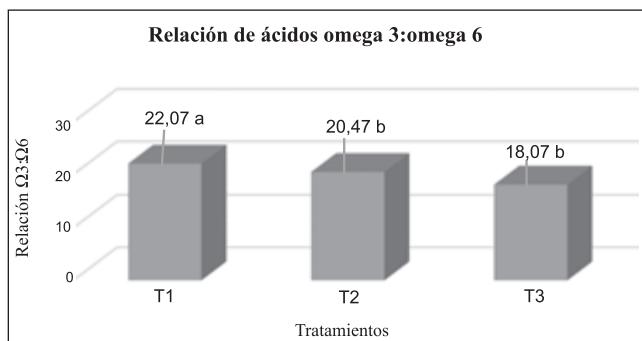
Gráfico 13. Porcentaje total de ácidos grasos omega-3 en la yema de huevos, por tratamiento. Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

grasos en yema de huevo de gallinas en pastoreo con trébol (*Trifolium pretense L.* y *Trifolium repens L.*) y concentrado comercial, comparadas a las gallinas en jaula. Naver (1979) determinó que las vitaminas liposolubles, ácidos grasos insaturados y saturados del huevo pueden variar con los cambios en la dieta.

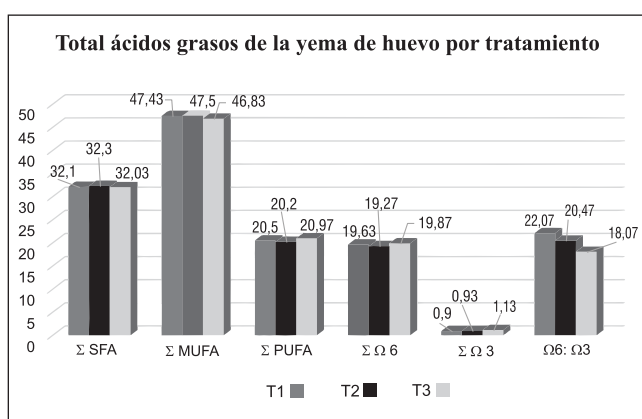
Se encontró una mayor cantidad de MUFA, seguido del total de SFA y menor PUFA, que coincide con los valores norma-

les establecidos en la yema de huevos de gallina y de otros trabajos de investigación en los que se evaluaron estos ácidos grasos en la yema de huevos de gallina con diferentes dietas (Betancur *et al.*, 2009; Karsten, 2009; Del Puerto *et al.*, 2015).

López-Bote *et al.* (1998) compararon la dieta y los huevos de las gallinas alimentadas con piensos mixtos comerciales, con huevos de gallinas en pastoreo. Las gallinas de pastoreo



Gráfica 14. Relación total de ácidos omega-3:omega-6 en la yema de huevos, por tratamiento. Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).



Gráfica 15. Total de ácidos grasos de la yema de huevo, por tratamiento.

libre tuvieron acceso a praderas naturales, dominadas por el ajo de racimo (*Lolium perenne L.*). Estos autores encontraron en la yema de los huevos de las gallinas en libertad un 30 % más de α -tocoferol ($p < 0,01$) y casi tres veces más ($p < 0,001$) de ácidos grasos omega-3 que en los huevos de las gallinas alimentadas comercialmente. La proporción omega-6:omega-3 fue también significativamente menor ($p < 0,001$) en las gallinas en pastoreo en comparación con aquellas alimentadas sólo con alimento comercial.

Las investigaciones han demostrado que las plantas tienen concentraciones más altas de grasas no saturadas cuando tienen una proporción alta de hoja a tallo en comparación

con las etapas de desarrollo cuando las plantas tienen una alta proporción de tejido del tallo (Karsten *et al.*, 2009). Ilesanmi (2012) encontró que la yema de los huevos de gallina en pastoreo libre tenían ácidos grasos totales más altos (SFA, MUFA, n-6 PUFA, alto PUFA/SFA, lecitina alta, cefalina alta), que el de gallinas alojadas convencionalmente con concentrado comercial. Sin embargo, el perfil de ácidos grasos de los huevos también depende de la edad, la estirpe y la raza de las gallinas (Edwards, 1964; Nielsen, 1998; Scheideler *et al.*, 1998).

En un informe no revisado por pares, basado en los hallazgos de 14 granjas independientes, se declaró que los huevos de gallinas en pastoreo o semiconfinadas tenían aproximadamente 4 veces la cantidad de vitamina E, el doble de vitamina A, 8 veces más de β -caroteno, 3 veces más n-3 y 2/3 de la cantidad de colesterol en comparación con los huevos producidos en jaula convencional (Mother Earth News, s.f). De acuerdo con los resultados obtenidos por varios investigadores, los huevos de gallinas en pastoreo tienen mayor contenido de α -tocoferol y ácido α -linolénico en comparación con los huevos de gallinas alimentadas con dietas comerciales (López-Bote *et al.*, 1998). Las variaciones de los ácidos grasos del huevo también dependieron del perfil de ácidos grasos del concentrado comercial que muestra una relación muy alta de $\Omega 6: \Omega 3$ por los altos niveles de Linoleico (C18:2)n-6 (ver Anexo 1).

Análisis proximal del huevo fresco

El análisis proximal del huevo fresco (tabla 9) muestra unos niveles superiores de materia seca en los tratamientos en los que se suministró forraje, y más altos en proteína y menor grasa en las gallinas en pastoreo. Estos resultados pueden indicar una mejor respuesta en estos nutrientes con el suministro de forraje, en comparación al control.

Hidalgo *et al.* (2008) reportaron un menor nivel de proteína 12,1 g/100 g para el sistema en jaula y mayor para el sistema en pastoreo (12,5 g/100 g) y en piso (12,6 g/100 g), es decir, que existe una influencia significativa del sistema de crianza. Sin embargo, Gultemirian *et al.* (2009) afirman que el contenido de proteína fue similar para todos los tipos de huevos, procedentes tanto de sistemas en jaula (14,7 a 15 g/100 g) como en pastoreo (14,8 g/100 g). Igualmente,

Tabla 9. Análisis proximal del huevo entero fresco.

	MS	PC (base húmeda)	GRASA (base húmeda)	CENIZAS (base húmeda)	PC (base seca)	GRASA (base seca)	CENIZAS (base seca)
T1 (%)	24,2	12,7	8,1	1,1	52,2	33,4	4,5
T2 (%)	27,2	14,3	9,3	1,2	52,6	34,4	4,4
T3 (%)	26,6	14,6	8,6	1,2	54,7	32,4	4,5

Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional.

Tabla 10. Análisis proximal del alimento suministrado.

	MS (%)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	Cenizas (%)
Concentrado comercial postura	88,2	17,5	5,4	3,3	10,4
Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	20,9	25,5	4,1	19,8	12
Sauco (<i>Sambucus nigra</i>)	29,2	29,2	4,8	12,8	8,7

Análisis: Laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional.

Gornowicz & Krawczyk (2010) tampoco observaron diferencias significativas en el contenido total de proteína del huevo proveniente de sistemas en pastoreo (10,4 g/100 g) y sistemas en jaula (10,6 g/100 g) a las 36 semanas de edad.

Análisis proximal del alimento

En base seca, los porcentajes de proteína del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) obtenidos, de 20,9 %, con un período de corte de aproximadamente 45 días (tabla 10), son muy cercanos al promedio de este pasto en la zona de Cundinamarca reportado por León *et al.* (2007), de 22,9 %. Lo mismo ocurre en cuanto a la grasa (EE), fibra y cenizas (Correa *et al.*, 2008). La alta proteína de este forraje pudo incidir en la producción y el peso del huevo, aparte del bienestar animal que se tuvo en este alojamiento.

Para el sauco (*Sambucus nigra*), el porcentaje de proteína fue superior a lo reportado por Jaramillo (2006), de 23,36 %. La alta proteína de este forraje y baja fibra pudo mejorar numéricamente la calidad de algunos parámetros obtenidos, en comparación con el control, teniendo en cuenta que los consumos promedios por ave de concentrado comercial fueron muy similares. Los valores de proteína cruda del concentrado comercial encontrados, de 17,5 %, fueron superiores a lo reportado por la casa comercial, de 16 %.

CONCLUSIONES

- El mayor peso del huevo encontrado en las gallinas en pastoreo está asociado principalmente a un mayor peso de la yema, en lo que se encontró también diferencias estadísticamente significativas, aspecto importante debido a que en la yema se encuentran la mayor cantidad de sólidos, proteína y ácidos grasos.
- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pero sí numéricas y positivas en las unidades Haugh, altura del albumen, análisis organoléptico (color de la yema, olor y sabor del huevo), en las gallinas en pastoreo y suplementadas con sauco, comparadas con las de piso con sólo concentrado comercial.
- Los valores en los análisis microbiológicos (recuento de coliformes totales, fecales y *Salmonella*), en la cáscara y parte interna de los huevos, en los tres tratamientos muestran valores aceptables, y poblaciones microbiológicas bajas en los huevos de las gallinas en pastoreo comparadas con otros trabajos de investigación.
- Los porcentajes de huevos semisucios y sucios fueron estadísticamente mayores en las gallinas en pastoreo debido a la suciedad que pueden recoger en las patas al escarbar en la tierra; sin embargo, los recuentos microbiológicos no fueron altos en comparación con las de piso.
- Las variables de calidad del huevo, como el color de la yema, peso de la yema, ácidos grasos α -linolénico, total omega-3, y relación omega-6:omega-3 de la yema fueron significativamente ($p < 0,05$) mejores en las gallinas alojadas en pastoreo en comparación con las de piso, asociadas al consumo de forraje y posiblemente a otros factores ambientales que afectan el bienestar animal.
- La relación omega-6:omega-3 en la yema de los huevos fue inferior en las gallinas en pastoreo, aunque superiores a las encontradas en otros trabajos de investigación, posiblemente por la concentración y relación de estos ácidos grasos en el concentrado comercial suministrado.
- Los porcentajes de proteína cruda y materia seca del huevo fueron superiores, además de la grasa inferior, en el tratamiento en pastoreo, comparados con los de piso, sin embargo no son concluyentes dado que solamente se realizaron en una réplica.
- Es necesario tener en cuenta que las gallinas que se manejen en pastoreo no necesariamente pueden disminuir su estrés, ya que esto depende de diferentes factores (densidad, tipo de forrajes y rotación, presencia de depredadores, radiación solar, cambios de temperatura, tipo de niales, suministro de alimento balanceado, disponibilidad de agua, canibalismo, etc.). Con las condiciones manejadas en el galpón de pastoreo de esta investigación comparadas con las de piso fueron positivas por los resultados obtenidos en la calidad de los huevos. De otra parte se ha determinado que las gallinas alojadas en sistemas en pastoreo tienen la posibilidad de una mayor contaminación del huevo, aumento de pará-

sitos y transmisión de enfermedades por aves silvestres, entre otras, que no se evidenciaron en este trabajo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar las diferentes evaluaciones de la producción y calidad del huevo durante un período completo de postura comparando diferentes sistemas, con el fin de determinar mejor las variaciones, teniendo en cuenta que la producción y calidad del huevo normalmente disminuyen con la edad de las aves.
- Comparar estos sistemas productivos con una mayor cantidad de aves, y número de réplicas ya que en pastoreo se ha registrado aumento en el canibalismo y otros problemas sanitarios comparado con los sistemas convencionales (piso y jaula).
- Realizar más trabajos de investigación en nuestro país en los que se comparen estos sistemas productivos con el fin de obtener más información sobre la calidad de los huevos y la posibilidad de que los productores que manejen gallinas en pastoreo puedan vender el huevo con un valor agregado real y ofrezcan una mayor información al consumidor.
- Evaluar el sistema de pastoreo con diferentes tipos de forrajes y en climas diferentes con el fin de identificar las mejores especies que afecten positivamente la calidad del huevo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astiasaran, I. & Martínez, J. (2003), "Huevos", en *Alimentos. Composición y Propiedades*, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Barnett, John (2000), *The Welfare and Productivity of Hens in a Barn System and Cages*, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation, 42 pp.
- Barrantes, A.; Viquez, C.; Taylor, R.; Botero, R. & Okumoto, S. (2006), "Análisis de la capacidad productiva y adaptativa de dos líneas genéticas de gallinas ponedoras (Sex link e Isa brown) bajo un sistema de pastoreo en el trópico húmedo", *Tierra Tropical*, 2: 115-122.
- Betancourt López, Tello & Guerrero (2007), "Inclusión de lino *Linum usitatissimum* l. en la dieta de ponedoras para la producción de huevos enriquecidos con ácido graso α -linolénico (omega 3)", tesis, Universidad de La Salle.
- Blanco & Sierra (2005), "Caracterización bromatológica y evaluación de diferentes niveles de inclusión de morera (*Morus alba* l.) y sauco (*Sambucus nigra* l.), en la alimentación de conejos en ceba", tesis de grado, Universidad de La Salle.
- Buitrago, D. & Forero, R. (2016), "Comparación de dos modelos de producción (pastoreo e intensivo) y su efecto en la calidad de huevos y bienestar de gallinas en postura", monografía, Universidad de Cundinamarca.
- Cummings, J. H. & Macfarlane, G. T. (1991). "The colonic flora, fermentation and large bowel digestive function", en Phillips, S. F.; Pemberton, J. H. & Shorter, R. G. (eds.), *The large intestine: physiology, pathophysiology and disease* (pp. 51-92), Nueva York: Raven Press.
- Cunningham, F. E.; Cotterill, O. J. & Funk, E. M. (1960), "The Effect of Season and Age of Bird 1 on Egg Size, Quality and Yield", *World's Poult. Sci. J.*, 39:289-299.
- De Reu, K.; Messens, W.; Heyndrickx, M.; Rodenburg, T. B.; Uyttendaele, M. & Herman, L. (2008), "Bacterial Contamination of Table Eggs and the Influence of Housing Systems", *World's Poult. Sci. J.*, 64:5-19.
- División de Alimentos y Medicinas del Departamento de Agricultura de Carolina del Norte (s.f.), "Luteína y Zeaxantina: ¿en qué alimentos conseguirlos?", recuperado el 26 de enero de 2018 de: <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/LuteinayZeaxanthina.pdf>
- Dunayer, J. (2001), Feeding on Flesh, Milk, Eggs, and Lies", en *Animal Equality* (pp. 133-147), Derwood, Maryland: Ryce Publishing.
- FAOSTAT (2011), "Food Supply - Livestock and Fish Primary Equivalent", recuperado el 3 de octubre de 2014 de: <http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#anchor>
- FAOSTAT (2012), "Livestock Primary", recuperado el 11 de marzo de 2014 de: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=569&lang=es#anchor>
- FENAVI, Federación Nacional de Avicultores de Colombia (2016), *Estadísticas de producción y consumo de huevo en Colombia, 2016*.
- Gálfi, P. (2011), "Prevención de enfermedades infecciosas en avicultura por medio de aditivos", NOREL Animal Nutrition, boletín técnico No. 3, Budapest, Hungría.
- Galeano, Luis (2014), "Caracterización de sistemas de producción avícola de huevo mediante la implementación de modelos de predicción y clasificación", trabajo de grado, doctorado en Ciencias Animales, Universidad de Antioquia.
- García, Roberto; Berrocal, Juan; Moreno, Laura & Ferrón, Gisela (2009), *Producción ecológica de gallina ponedora*, Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, 124 pp.
- Gardner, F. A. & Young, L. L. (1972), "The Influence of Dietary Protein and Energy Levels on the Protein and Lipid Content of the Hen's Egg", *World's Poult. Sci. J.*, 51:994-997.
- Gil Hernández, A. (2010), "Huevos y ovoproductos", en *Tratado de nutrición. Tomo 2. Composición y calidad nutritiva de los alimentos*, Editorial Panamericana.
- Gultemirian, M.; Nieuwenhove, C.; Pérez, A. & Apella, M. (2009), "Physical and Chemical Characterization of Eggs from Araucana Hens of Free Range Fed in Argentina", *Journal of the Argentine Chemical Society*, p. 19-30.
- Gómez, Javier & Castañeda, Claudia (2010), "Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown en tres modelos de producción: piso, jaula y pastoreo", trabajo de grado de zootecnista, Bogotá, D. C.: Universidad de La Salle.

- Gornowicz, E. & Krawczyk, J. (2010), "Quality of Eggs from Hens Kept in Two Different Free-Range Systems in Comparison with a Barn System", *European Poultry Science*.
- Holt, P. S.; Davies, R. H.; Dewulf, J.; Gast, R. K.; Huwe, J. K.; Jones, D. R.; Waltman, D. & Willian, K. R. (2011), "The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 90(1): 251-262. doi: 10.3382/ps.2010-00794.
- Jaramillo, A. H. (2009), "Evaluación de tres tipos de alojamiento en la producción y calidad del huevo", Engormix.
- Jones, R. C. & Ambali, A. G. (1987), "Re-excretion of an enterotropic infectious bronchitis virus by hens at point of lay after experimental infection at day old", *Vet. Rec.*, 120: 617-618.
- Karsten, H. D.; Patterson, P. H.; Stout, R. & Crews, G. (2009), "Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens", *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(1): 45-54.
- Katz, Solomon H. & Woys Weaver, William (2003), *Encyclopedia of Food and Culture*, Nueva York: Ed. Scribner.
- Keshavarz, K. & Nakajima, S. (1995), "The effect of dietary manipulations of energy, protein, and fat during the growing and laying periods on early egg weight and egg components", *Poult. Sci.*, 74: 50-61.
- Kjaer, J. & Sorensen, P. (2002), "Feather pecking and cannibalism in free range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area", *Applied Animal Behaviour Science*, 76: 21-39.
- Kopeć, W.; Skiba, T.; Korzeniowska, M.; Bobak, L. & Trziszka, T. (2005), "Activity of Protease Inhibitors and Lysozyme of Hen's Egg White", *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 14: 79-83.
- Harvard T.H. Chan (s.f.), "Eggs", The Nutrition Source, recuperado el 26 de enero de 2018 de: <http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/eggs/>
- Ilesanmi, E. A. (2012), "Nutritional values of the lipid composition of the free-range chicken eggs", Department of Chemistry, University of Ado Ekiti, PMB 5363, Ado-Ekiti, Nigeria, *Agric. Biol. J. N. Am.*, 3(9): 374-384.
- Küçükylmaz, K.; Bozkurt, M.; Yamaner, Ç.; Çinar, M.; Çatli, A. & Konak, R. (2012a), "Effect of an organic and conventional rearing system on the mineral content of hen eggs", *Food Chemistry*, 132: 989-992.
- Küçükylmaz, Kamil; Bozkurt, Mehmet; Herken, Emine; Çinar, Mustafa; Uğur, Abdullah; Bintağ, Erol & Çöven, Fethiye (2012b), "Effects of Rearing Systems on Performance, Egg Characteristics and Immune Response in Two Layer Hen Genotype", *Asian-Australas Anim Sci*, 25: 559-568.
- Lacayo, Ana & Milian, Byron (2013), "Evaluación de las líneas de gallinas ponedoras Hy-Line CV-22® y Dekalb White® en un sistema de semipastoreo en Zamorano, Honduras", trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Honduras: Universidad Zamorano.
- Larrañaga, I.; Carballo, J.; Rodríguez, M. & Hernández, J. (2001), *Control e higiene de los alimentos*, España: McGraw-Hill.
- López-Bote, C. J.; Sanz Arias, R.; Rey, A. I.; Castaño, A.; Isabel, B. & Thos, J. (1998), "Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and a-tocopherol content and oxidative stability of eggs", *Animal Feed Science and Technology*, 72: 33-40.
- Mage, A. ; Huneau-Salaün, S.; Le Bouquin, I.; Petetin, S.; Rouxel, F.; Lalande, P.; Beloeil, A. & Rose, N. (2008), "Bayesian estimation of flock-level sensitivity of detection of *Salmonella* spp., *Enteritidis* and *Typhimurium* according to the sampling procedure in French laying-hen houses", *Prev. Vet. Med.*, 84: 11-26.
- McGee, Harold (2010), "Huevos", en *La cocina y los alimentos. Enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida*.
- Mertens, K.; Bamelis, F.; Kemps, B.; Kamers, B.; Verhoelst, E.; De Ketelaere, B.; Bain, M.; Decuyper, E. & De Baerdemaeker, V. (2006), "Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs", *Poult. Sci.*, 85: 1670-1677.
- Methner, U.; Diller, R.; Reiche, R. & Bohland, K. (2006), "Occurrence of *Salmonellae* in laying hens in different housing systems and conclusion for the control", *Berl. Muench. Tieraerztl. Wochenschr.*, 119: 467-473.
- Mølbak, K. & Neimann, J. (2002), "Risk factors for sporadic infection with *Salmonella Enteritidis*, Denmark, 1997-1999", *Am. J. Epidemiol.*, 156: 654-661.
- Morris, T. R. (1985), "The manipulation of egg size and egg quality", *Afr. J. Anim. Sci.*, 15: 120-122.
- Mother Earth News (s.f.), "Welcome to the Chicken and Egg Page!", recuperado el 26 de enero de 2018 de: <http://www.motherearthnews.com/eggs.aspx>
- Muñoz, Juan & Vellojin, José (2002), "Diseño y evaluación de un sistema de producción de huevos con gallinas bajo pastoreo en el trópico húmedo", trabajo de grado (Ingeniería Agrónoma), Costa Rica: Universidad EARTH.
- Naber, E. C. (1979), "The effect of nutrition on the composition of eggs", *Poultry Science*, 58: 518-528.
- Namata, H.; Méroc, E.; Aerts, M.; Faes, C.; Cortiñas, J.; Imberechts, H. & Mintiens, V. (2008), "*Salmonella* in Belgian laying hens: An identification of risk factors", *Prev. Vet. Med.*, 83: 323-336.
- North, M. & Donald, D. B. (1998), *Manual de producción avícola* (3ª ed.), Santa fe de Bogotá: Editorial El Manual Moderno, S. A. de C. V. México, D. C., pp. 325-332, 794, 271.
- Petek, Metin; Alpay, Fazli; Gezen, Serife & Çibik, Recep (2008), "Effects of Housing System and Age on Early Stage Egg Production and Quality in Commercial Laying Hens", *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 15: 57-62.
- Pipicano, Diana (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)", trabajo de grado (magister en Ciencias Agrarias), Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Posada, César; López, Arnobio & Ceballos, Hernán (2006), "Influencia de harinas de yuca y de batata sobre pigmentación, contenido de carotenoides en la yema y desempeño productivo de aves en postura", Universidad Nacional de Colombia, Palmira, pp. 47-54.
- Quilumbaqui, Jefferson & Zenteno, Ariel (2015), "Evaluación de las líneas de gallinas ponedoras Hy-Line W-36® y Hy-Line

- CV-24* bajo un sistema de semipastoreo”, trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Honduras: Universidad Zamorano.
- Ramírez Moreno, Alberto (2016, octubre 11), “La polémica de los huevos sin jaula”, *aviNews. Avicultura.info*, recuperado el 28 de enero de 2018 de: <https://avicultura.info/la-polemica-los-huevos-sin-jaulas/>
- Rossi, M. (2007), “CDrom proceeding of the XII European Symposium on the quality of egg and egg products”, Prague, 2-5 sept. 2007. Pragues, 49-51.
- Roux, M. (2005), *Eggs*, Ed. John Wiley & Sons.
- Sánchez H, I.; Posadas H, E.; Sánchez R, E.; Fuente M, B., Laparra V, J. L. & Ávila G, E. (2009), “Efecto del butirato de sodio en dietas para gallinas sobre el comportamiento productivo, calidad del huevo y vellosidades intestinales”, *Vet. Méx.*, 40: 397-403.
- Snow, L. C.; Davies, R. H.; Christiansen, K. H.; Carrique-Mas, J. J.; Cook, A. J. & Evans, S. J. (2009), “Investigation of risk factors for *Salmonella* on commercial egg-laying farms in Great Britain 2004-2005”, *Vet. Rec.*, 163: 649-654.
- Summers, J. D. & Leeson, S. (1983), “Factors influencing early egg size”, *Poult. Sci.*, 62: 1155-1159.
- Szylit, O. & Andrieux, C. (1993), “Physiological and pathophysiological effects of carbohydrate fermentation”, *World Review of Nutrition and Dietetics*, 74: 88.
- Tauson, R. (2002), “Furnished cages and aviaries: Production and health”, *World's Poult. Sci. J.*, 58: 49-58.
- Tauson, R.; Wahlström, A. & Abrahamsson, P. (1999), “Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers”, *J. Appl. Poult. Res.*, 8: 152-159.
- Tiller, H. (2001), “Nutrition and animal welfare in egg production systems”, *Proc. 13th Eur. Symp. on Poultry Nutr.*, pp. 226-232.
- Verdú, J. M. (2005), *Nutrición para Educadores*, Edición Díaz de Santos, 728 pp.
- Wales, A., Breslin, M.; Carter, B.; Sayers, R. & Davies, R. (2007), “A longitudinal study of environmental *Salmonella* contamination in caged and free-range layer flocks”, *Avian Pathol.*, 36: 187-197.
- Yilmaz, Bilgehan; Ğ Bi, Aydın; Ğ Ayd, Ümran; Sözcü, Arda & Baycan, Süleyman (2015), “Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics”, *Uludağ University*, 23 p.
- http://www.institutohuevo.com/images/archivos/el_libro_del_huevo.pdf. Consultado el 10/01/2013.
- http://www.huevo.org.es/huevo_cocina_propiedades_huevo.asp.

ANEXO 1

Composición de Ácidos grasos del Concentrado Comercial de Postura

Nombre ácidos grasos	Porcentaje (%)
Mirístico (C14:0)	0,70
Ácido pentadecanoico (C15:0)	0,08
Palmitico (C16:0)	28,06
Palmitoleico (C16:1)	0,27
Ácido heptadecanoico (C17:0)	0,15
Ácido heptadecenoico (17:1)	0,12
Estearico (C:18)	3,68
Oleico (C18:1) n-9	0,01
Linoleico (C18:2) n-6	27,06
α linolenico (C18:3) n-3	1,16
Docosapentanoico (C22: 5) n-3	0,0
Docosahexanoico (C22:6) n-3	0,0
Eicosenoico (C20:1) n-9	0,43
Icosadienoico (C20: 2) n-6	0,0
Σ SFA (Acidos grasos saturados)	32,7
Σ MUFA (Acidos grasos monoinsaturados)	39,1
Σ PUFA (Acidos grasos poliinsaturados)	28,2
Σ Ω 6 (Total omega 6)	27,1
Σ Ω3 (Total omega3)	1,2
Ω6:Ω3 (Relación omega 6: omega 3)	23,3

Laboratorio de toxicología Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional.