

Bienestar animal y producción de gallinas ponedoras Lohmann Brown Classic en sistemas de piso y jaula

Animal welfare and production of Lohmann Brown Classic laying hens in floor and cage systems

Angela Viviana. Moreno-Zamudio

MVZ, Esp, MSc Universidad de los Llanos.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2665-9553>.

Jorge Luis Parra-Arango

DMV, MSc. Maestría en Sistemas Sostenibles de Salud-Producción Animal Tropical, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio (Meta),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5270-4259>

Autor de correspondencia: angela.moreno.zamudio@unillanos.edu.co.

Resumen

La industria avícola de producción de huevo en Colombia es fundamental para la economía y la seguridad alimentaria, ya que proporciona un producto con alto valor nutricional, de fácil digestibilidad, versátil y con un costo inferior comparado con otras proteínas de origen animal. Los objetivos de este estudio fueron analizar indicadores de bienestar animal asociados a la salud física y comportamentales, producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown Classic bajo sistemas de producción en piso y en jaula. Se comparó la producción y calidad de los huevos en cada grupo experimental. Este estudio se realizó en una granja avícola en el departamento de Boyacá, con una latitud 5.3181300 N y longitud -73,4876120 y a una altitud de 2389 msnm, utilizando 328 gallinas, divididas en dos grupos experimentales de 164 aves; alojadas en sistemas de producción en piso y en jaula. Se empleó un diseño completo al azar de medidas repetidas desde la semana 17 hasta la 27 de edad, con evaluaciones diarias y semanales de salud física y comportamental, peso corporal, consumo de alimento y producción de huevo. Se utilizó el software IBM-SPSS. Peso y postura semanal, peso del huevo, huevos por 100 aves-semana, crecimiento de las aves, clasificación de la postura, proteína y grasa producida para el consumo, durante el monitoreo de las semanas 17 a 27 fueron significativamente superiores en el sistema productivo de aves en piso.

Palabras clave: bienestar; gallinas ponedoras; evaluación comparativa; productividad; sistemas de producción.

Abstract

The poultry egg production industry in Colombia is essential for the economy and food security, as it provides a product with high nutritional value, easy digestibility, versatility, and a lower cost compared to other proteins of animal origin. The objectives of this study were to analyze animal welfare indicators associated with physical and behavioral health, egg production and quality in laying hens of the Lohmann Brown Classic line under floor and cage production systems. Egg production and quality were compared in each experimental group. This study was carried out in a poultry farm in the department of Boyacá, with a latitude of 5.3181300 N and longitude of -73.4876120 and at an altitude of 2389 m above sea level, using 328 hens, divided into two experimental groups of 164 birds; housed in floor and cage production systems. A complete randomized repeated measures design was used from 17 to 27 weeks of age, with daily and weekly assessments of physical and behavioral health, body weight, feed intake, and egg production. IBM-SPSS software was used. Weekly weight and laying, egg weight, eggs per 100 birds-week, bird growth, laying classification, protein and fat produced for consumption, during monitoring from weeks 17 to 27 were significantly higher in the floor-based poultry production system.

Keywords: welfare; laying hens; benchmarking; productivity; production systems.

Introducción

La industria avícola enfrenta el reto de equilibrar la eficiencia productiva y el bienestar animal, un tema relevante para productores, consumidores y reguladores (Bessei, 2006). Especialmente, los sistemas de producción de gallinas ponedoras como los de la línea Lohmann Brown Classic, han sido muy analizados por su alta productividad y adaptabilidad (Pronavicola, 2020).

El huevo de gallina comercial es uno de los alimentos más consumidos por la población colombiana, ya que es la proteína de origen animal con alto valor nutricional más económica. El consumo per cápita anual en el 2023 fue de 323 unidades, reflejando un incremento del 2,5 % en comparación al año 2022. (FENAVI, 2024). Se calcula que la producción del huevo en 2023 creció 3,8 % al pasar de 16.250 millones de unidades a 16.854 millones en comparación con el 2022.

La producción debe realizarse de acuerdo con los requisitos establecidos en el manual de condiciones de bienestar animal para aves de corral, establecidos por el MADR en la Resolución 000253 de 2020 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

En los sistemas de producción en jaula, las gallinas experimentan un espacio reducido que limita su movimiento y la expresión de comportamientos naturales, lo que representa un compromiso en su bienestar (Appleby et al., 2004). La falta de actividad en estos entornos puede derivar en problemas de salud, como la pérdida de masa ósea, y alteraciones del comportamiento que afectan el bienestar de las aves (Mench & Duncan, 1999); (Tahamtani et al., 2020). Sin embargo, la producción en jaula sigue siendo de elección entre los productores debido a su rentabilidad, puesto que maximiza el uso del espacio y minimiza los costos de mantenimiento y los riesgos de enfermedades transmitidas por contacto con el suelo, lo que puede redundar en beneficios económicos (Lay et al., 2010).

Los sistemas de producción en piso permiten una mayor libertad de movimiento y la manifestación de comportamientos naturales, como escarbar, explotar el entorno, darse baños de tierra y el vuelo corto. Lo que se traduce en mejoras significativas en indicadores de bienestar animal (Duncan, 2001). No obstante, estos sistemas también presentan retos específicos. Las gallinas en piso suelen estar expuestas a una mayor cantidad de patógenos debido al contacto con la cama, lo que puede incrementar la incidencia de enfermedades y requerir controles sanitarios más estrictos y costosos (Jones et al., 2005).

Los objetivos de esta investigación están orientados a establecer diferencias significativas en indicadores de salud física y comportamentales, productivos (número de huevos, peso del huevo, peso postura semana, peso de las aves, consumo y residuo de alimento). Y así mismo valorar la producción de huevos en función del número de unidades obtenidas en las aves de línea genética Lohmann Brown Classic alojadas en el sistema de jaula y piso desde la semana 17 hasta la semana 27.

Adicionalmente, se pretende comparar la calidad y cantidad de la producción de huevo en ambos sistemas, un aspecto clave para la rentabilidad de la producción

avícola.

Materiales y métodos

Ubicación

El proyecto se llevó a cabo en el departamento de Boyacá, Municipio de Turmequé, vereda Centro, Granja Avícola Biosegura, latitud 5.3181300 N y longitud -73,4876120 y a una altitud de 2389 msnm. Las condiciones medioambientales de la zona incluyen un rango de temperatura entre 7° a 19 °C, con una precipitación anual de 350 mm y una humedad relativa media anual estimada en 62 %.

Diseño y modelo

Se realizó un diseño completo al azar de medidas repetidas en el tiempo, longitudinal prospectivo, de la semana 17 de edad hasta la semana 27, que corresponde a un modelo mixto generalizado. Se diseñaron dos tratamientos: uno de aves en jaula y otro de aves en piso. El tamaño de la muestra se determinó para dos proporciones independientes por Epidat 4.2. Las unidades experimentales fueron 328 aves de la línea genética Lohmann Brown Classic, las cuales contaban con esquema de vacunación de acuerdo con las características sanitarias de la zona. Adicionalmente, del lote del cual provenían había sido muestreado para enfermedades de control oficial y declaración obligatoria (Influenza, Newcastle, Bronquitis infecciosa, Laringotraqueitis y Salmonella), cuyos resultados fueron negativos. Del total de aves, se asignaron al azar 164 unidades experimentales por tratamiento. La asignación y disposición de las aves a los tratamientos y de las aves del tratamiento jaula a las jaulas, 4 aves por jaula, se hizo al azar en la semana 17 de edad.

El monitoreo de indicadores de salud física, comportamentales y productivos se hizo entre la semana 17 a 27 de edad. La semana 27 y última del experimento, estuvo incompleta y no se tuvo en cuenta, pero sí para recuento y clasificación de huevo y peso de las aves. El estudio se realizó en el mismo galpón en el cual las aves estuvieron alojadas en la etapa de levante, este se acondicionó para cada sistema productivo. Las aves de piso se alojaron en un área de 28 m² para 7 aves por m² y 4 m² para comederos tipo tolva, bebederos automáticos y nidos dobles para 180 aves. Para el sistema de producción en jaula, se empleó una batería de 48 jaulas de 38 cm alto, 50 cm ancho, y 45 cm de profundidad con capacidad para 4 animales por jaula. Cada jaula tenía un bebedero automático de niple y un comedero tipo canal de 50 cm de largo, 10 cm de ancho y 15 cm de alto. El suministro de alimento se realizó diariamente de acuerdo con las sugerencias de la casa genética según la edad y etapa productiva del ave. El suministro de agua potable fue continuo a voluntad.

El proyecto de investigación contó con el aval del Comité de Ética de la Universidad de los Llanos, acta 003 del 18 de mayo de 2023.

Se llevó a cabo un registro diario y semanal de información durante un período de 10 semanas, recopilando datos sobre salud física, comportamentales y de producción.

Evaluación de indicadores de salud física y comportamentales

Diariamente, se evaluó la salud física y comportamentales a través de la observación directa para detectar movimientos repetitivos de cabeza, saltos (desespero), picoteo repetido de bebederos, aves picadas en cabeza o cloaca, cojeras, alteraciones respiratorias, digestivas o nerviosas. En la evaluación semanal por observación e inspección física se evaluó: calidad del plumaje, cambios en el color y pérdida de pluma, afectaciones en integridad física y estado de las patas, en donde estas fueron inspeccionadas para detectar lesiones o alteraciones que dificulten el andar.

Alimentación (consumo y residuo)

Diariamente, en horas de la mañana se pesaron y suministraron los gramos (g) de alimento por ave por tratamiento de acuerdo con las recomendaciones de la casa genética de la línea Lohmann Brown Classic de acuerdo con la semana de vida. En horas de la tarde se realizó el pesaje de residuo de alimento diario. Al finalizar el día, se recogieron y pesaron los gramos (g) de alimento no consumidos por las aves en cada uno de los sistemas de producción. Los datos fueron registrados en el respectivo formato con fecha y hora en que se realizó la actividad.

Peso corporal

El pesaje corporal se realizó en las 164 aves por tratamiento al inicio y al final del estudio. El pesaje fue realizado de forma individual en báscula Salter® calibrada. Adicionalmente, se realizó pesaje corporal semanal aleatorio a 33 aves por tratamiento (20 %) entre las semanas 17 a 27 de edad.

Producción

Se realizaron 5 colectas diarias de huevos, 3 en la mañana y 2 en la tarde. Se tomó la siguiente información por tratamiento: Número de huevos por día, peso del huevo (g), peso postura semana (g), clasificación de huevos (C, B, A, AA, AAA, Jumbo), de acuerdo con Norma Técnica Colombiana (NTC) 1240. Esta actividad se realizó desde el inicio de la postura en la semana 19 hasta la semana 27.

Temperatura-humedad

Se tomó registro diario de temperatura y de humedad, dentro del galpón a las 7:00 a.m. y a las 4:00 p.m. Los datos tomados son los mismos para los dos sistemas productivos, ya que el experimento se realizó en el mismo galpón. También se determinó el índice de temperatura-humedad (ITH)..

Calidad nutricional de los huevos

Se destinaron 12 huevos frescos por cada sistema de producción, jaula y piso, en las semanas 21, 23, 25 y 27 debidamente empacados en cubetas de cartón nuevas y rotuladas. Las muestras fueron remitidas al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia, en donde por cada tratamiento se hizo un homogenizado con los 12 huevos recibidos para hacer una muestra compuesta, la cual fue sometida a proceso de secado en estufa de convección a 40 °C por 24 horas. A partir de la muestra seca se realizaron las determinaciones de grasa, cenizas y proteínas.

La humedad se realizó por un método gravimétrico de secado en horno de convección forzada hasta peso seco, basado en el método AOAC 934.06. La humedad se determinó por la relación entre el peso perdido y el peso inicial de la muestra y se expresó como % m/m (g/100 g de muestra). La grasa se determinó con la técnica de Mojonnier basada en el método AOAC 925.32. El contenido de cenizas se realizó por método gravimétrico de calcinación en mufla (cenizas por vía seca) basado en el método AOAC 900.02. El contenido de proteínas se realizó por la técnica de Kjeldahl para determinación de nitrógeno (N) de acuerdo con el método AOAC 920.176. El cálculo del contenido proteína se realizó empleando la multiplicación entre el contenido de nitrógeno y el factor 6 y se expresó como % m/m en base seca (g/100 g de muestra seca). Todos los contenidos se hicieron y expresaron en materia seca.

Análisis estadístico

Se aplicó un modelo mixto de medidas repetidas, que consiste en un análisis clásico de varianza de una vía para los tratamientos considerados como efectos intersujetos y un análisis multivariado (intrasujetos) de las medidas repetidas, semana a semana, cada medida repetida es una nueva variable.

Los modelos de medidas repetidas requieren que las diferencias entre cada dos niveles del factor repetido sean iguales. La prueba de esfericidad de Mauchly contrasta la hipótesis de que las medidas semanales repetidas tienen varianzas homogéneas, H_0 (Esfericidad), o la hipótesis alterna H_1 de ser varianzas heterogéneas (No esfericidad). Bandera-Fernández y Pérez-Pelea (2018).

Las variables: postura semanal, peso del huevo, peso postura semana, peso de las aves, consumo de alimento y residuo, no presentaron varianzas homogéneas, prueba de esfericidad "W de Mauchly" ($p < 0,01$) requiriéndose una prueba Greenhouse-Geisser. En contraste la temperatura y la humedad relativa presentaron varianzas homogéneas (esfericidad) ($p > 0,05$) aplicando un análisis de varianza clásico o de esfericidad asumida.

El análisis multivariado intrasujetos, pesajes repetidos, presenta las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho: las medias de las diferentes repeticiones son iguales.

Hi: las medias de las repeticiones son significativamente diferentes.

El análisis univariado intersujetos, presenta las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho: las medias de los tratamientos son iguales.

Hi: Las medias de los tratamientos son diferentes.

El software empleado fue IBM-SPSS 26 y Epidat 4.2.

A las variables de bienestar: movimientos repetitivos de cabeza, saltos (desespero), picoteo repetido de bebederos, cojeras, síntomas respiratorios, síntomas digestivos, síntomas nerviosos, aves picadas en cabeza, aves picadas en cloaca, pérdida de pluma, cambios color plumaje, huevos en fàr-fara, mortalidad. Se calculó la tasa de incidencia, que mide casos nuevos. Se basa, en la velocidad a la cual se presentan los eventos durante el periodo de monitoreo, así:

1. Tasa de evento X: no eventos X período/aves-tiempo

La medida de aves-tiempo, parte de la sumatoria de los días en que cada ave estuvo en el estudio, aves-día, pueden expresarse como aves-semana; aves-año. La comparación de tasas de incidencia entre tratamientos se efectuó con prueba exacta o de aproximación normal con Epidat 4.2

También se calcularon las tasas de mortalidad y postura semanal:

- Tasa mortalidad = número de muertos en periodo / aves-semana
- Tasa de postura semana: número de huevos semana / aves-semana

El análisis de clasificación de los huevos se hizo por proporciones y el cálculo de los intervalos de confianza de las proporciones se hizo por el método de Wilson (R. Newcombe and C. Merino, 2006). La comparación de proporciones independientes se hizo por prueba de Z para proporciones independientes entre tratamientos, por nivel de clasificación. Epidat 4.2

El análisis de calidad nutricional de los huevos, para materia seca, humedad, proteína, grasa, cenizas, se hizo con un análisis de varianza de una vía, de los componentes en función de los tratamientos y no se emplearon medidas repetidas ya que cada tratamiento tenía una observación por semana.

El software empleado fue IBM-SPSS 26 y Epidat 4.2.

Resultados

Peso de las aves por semana

Se encontraron diferencias significativas en el peso de las aves por semana ($p < 0,01$) y también en la interacción del tratamiento con la semana de pesaje ($p < 0,01$).

El peso inicial y final para aves en piso, semana 17 y 27, fue 1343,3 g y 2002,5 g respectivamente con una ganancia de 659,1 g y para las aves en jaula de 1372,1 g y 1921,2 g con una ganancia de 549,1 g. Las aves de jaula presentaron una pérdida de peso en las dos primeras semanas de enjaulado, en contraste con las aves en piso que ganaron peso durante 5 semanas (de la 21 a la 25). Después de dos semanas de ganancia de peso, el peso de las aves en jaula presentó una meseta donde ganaron en promedio de 25,4 g, mientras para el mismo período las aves en piso ganaron 129,6 g. Entre las semanas 18 a 26 el peso de las aves en piso fue significativamente superior ($p < 0,001$) al de las aves en jaula (**Figura 1**).

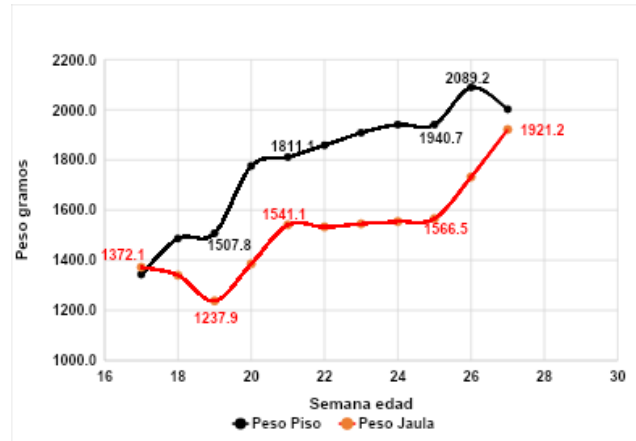


Figura 1: Comparación de la dinámica del peso de las aves en jaula y piso de la semana 17 a 27 de edad.

Fuente: elaboración propia

Peso del huevo por semana

Se presentaron diferencias significativas ($p < 0,001$) en el peso del huevo por semana y también en la interacción del tratamiento con la semana ($p < 0,001$). El 95,9 % de la variación en el peso del huevo estuvo explicado por la semana de postura. Se encontraron diferencias significativas entre las semanas de postura a excepción de la semana 22 en donde el peso promedio fue igual entre los tratamientos. La media del peso del huevo en jaula (49,6 g) fue significativamente inferior ($p < 0,001$) al peso del huevo en piso (50,6), el tratamiento explicó en un 40,2 % la variación en el peso semanal de huevo.

En las semanas 19, 23, 24, 25 y 26 el peso promedio del huevo en el sistema de producción en piso fue superior al sistema de producción en jaula, en las semanas iniciales de postura, 20 y 21 el peso promedio del huevo fue significativamente superior en jaula. El huevo en jaula incrementó su peso hasta la semana 24 y de ahí hasta la semana 26 presentó un peso similar, mientras el huevo en piso mantuvo el incremento del peso hasta la semana 26 (**Figura 2**).

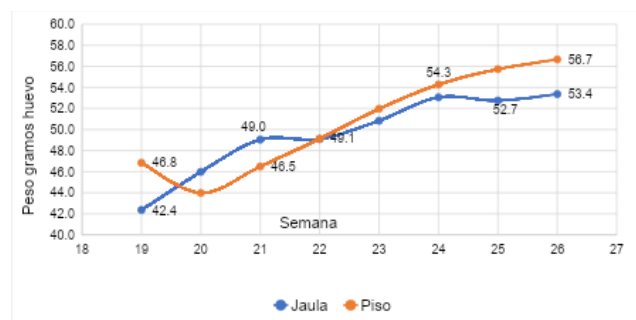


Figura 2: Peso promedio de huevo por semana para aves en jaula y piso.

Fuente: elaboración propia.

Postura semanal

Se encontraron diferencias significativas en la postura por semana ($p < 0,001$) y en la interacción del tratamiento con la semana de postura ($p < 0,001$). El 99,3 % de la variación en la postura semanal estuvo explicado por la semana de postura. La producción semanal de huevos fue significativamente superior desde la semana 20 hasta la semana 26 para las aves en piso en relación con las aves en jaula. Para la semana 21 la postura semanal en piso fue de 34 huevos mientras que en jaula fue de 10 huevos; sobre la semana 23 se presenta la mayor brecha entre tratamientos 123 unidades en piso y 33 huevos en siendo 3,7 veces mayor la postura en piso. La curva de la postura en piso fue logarítmica mientras la de postura en jaula fue exponencial. La media de postura semanal en piso, 89 huevos, duplicó la media de postura en jaula de 44 huevos ($p < 0,001$) (Figura 3).

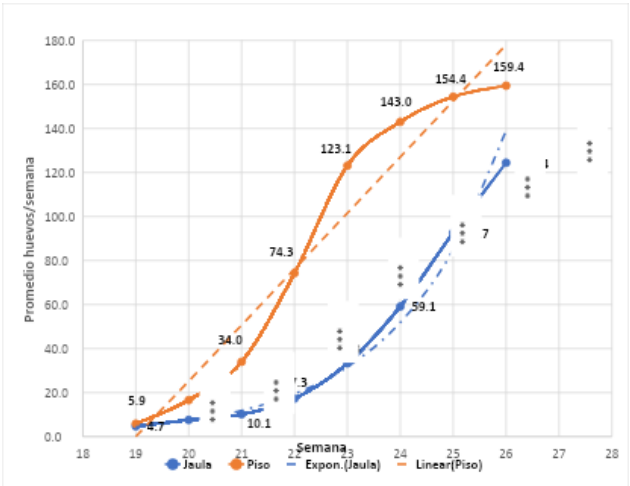


Figura 3. Dinámica de postura semanal para aves en jaula y piso.

Fuente: elaboración propia.

Tasa de postura semanal

En la semana 19, la tasa de postura fue de 2,9 huevos por cada 100 aves-semana en jaula y 3,6 huevos por cada 100 aves-semana en piso, sin diferencias. A partir de la semana 21 las tasas de postura fueron significativamente superiores para las aves en piso. En la semana 23 se presenta una tasa de postura de 75,3 huevos/100 aves-semana en piso comparado con 20,3 huevos/100 ave-semana en jaula, siendo 3,7 veces mayor la tasa de postura en aves en piso comparado con jaula. En la semana 26, la tasa de postura llegó 97,8 huevos/100 aves-semana en piso y 75,9 huevos/100 aves semana en jaula. notándose una ligera recuperación en la tasa de postura semanal en jaula en comparación con el piso. La tasa de postura no presentó diferencias entre tratamientos para las semanas 19 y 20 pero si para las semanas 21 a 26, donde la tasa fue significativamente superior para las aves en piso en relación con las aves en jaula (Figura 4).

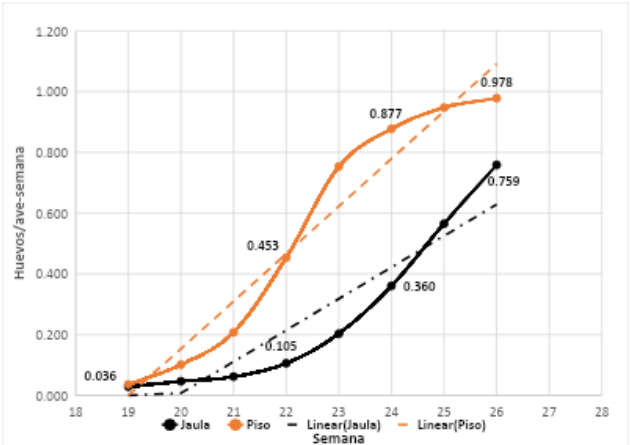


Figura 4: Tasa de postura por tratamientos, semanas 19 a 26 de edad.

Fuente: elaboración propia.

Clasificación de los huevos por peso

El porcentaje de postura de los huevos tipo B, A, AA, AAA y Jumbo fue significativamente superior en las aves en piso, la proporción de los huevos tipo C fue significativamente superior en jaula (Tabla 1).

Se obtuvieron en total 8,623 unidades, del total fueron 5,615 huevos de las aves en piso y 3,008 de las aves en jaula (semanas 18 a 27). Siendo la producción en piso 1,9 veces superior, con una diferencia de 2,607 huevos más en piso que en jaula ($p < 0,001$).

Tabla 1: Frecuencia y distribución porcentual del tipo de huevo por tratamiento (semana 18 a 27)

Clasificación	Huevos en jaula	% en jaula	Huevos en piso	% en piso	Estadístico Z*	Sig.
C	129	99,23	1	0,77	15,876	0,000
B	1174	37,02	1997	62,98	-20,669	0,000
A	1633	35,18	3009	64,82	-28,561	0,000
AA	67	11,28	527	88,72	-26,690	0,000
AAA	4	10,00	36	90,00	-7,155	0,000
Jumbo	1	2,17	45	97,83	-9,175	0,000
Total	3008	34,88	5615	65,12	-39,703	0,000

Porcentaje por fila. Estadístico Z para proporciones por fila. Sig: Significancia.

Fuente: elaboración propia.

Calidad nutricional de los huevos

La Tabla 2 presenta los promedios, desviación estándar intervalo de confianza de la media por tratamiento de los componentes nutricionales del huevo fresco. No hubo diferencias significativas entre las concentraciones de proteína, grasa y cenizas del huevo fresco entre los grupos experimentales de jaula y piso.

Tabla 2: Promedios, intervalos de confianza y significancia entre tratamientos, para concentraciones de proteína, grasa y ceniza en huevo fresco

Componente	Tratamiento	Media g/100 g huevo	Desv. Estándar	IC 95 % media		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
g de proteína /100 g de huevo	Jaula	13,43	0,299	12,96	13,91	0,270	0,622
	Piso	13,34	0,173	13,07	13,62		
	Total	13,39	0,232	13,19	13,58		
g de grasa /100 g de huevo	Jaula	6,06	1,735	3,30	8,82	0,000	0,977
	Piso	6,06	1,509	3,66	8,46		
	Total	6,06	1,505	4,80	7,32		
g de ceniza /100 g de huevo	Jaula	0,95	0,015	0,92	0,97	1,494	0,267
	Piso	0,92	0,042	0,85	0,99		
	Total	0,93	0,033	0,91	0,96		
Humedad g/100 g de huevo	Jaula	72,58	1,050	70,91	74,25	0,034	0,859
	Piso	72,72	1,047	71,05	74,38		
	Total	72,65	0,974	71,83	73,46		
Materia seca g/100 g de huevo	Jaula	27,42	1,050	25,75	29,09	0,034	0,859
	Piso	27,29	1,047	25,62	28,95		
	Total	27,35	0,974	26,54	28,17		

Sig: significancia.

Fuente: elaboración propia.

Se presentaron diferencias significativas en el total de gramos de huevo sin cáscara, para piso 269.959 g y para jaula 140.774 g, siendo para piso 1,91 veces superior con una diferencia de 128,185 g. Se produjeron 36.121,1 g de proteína en piso y 18.779,3 g en jaula, siendo para piso 1,92 veces superior en piso con una diferencia de 17.341,8 g. Los gramos de grasa producidos fueron 16.298,9 g para huevos en piso y 8.530,9 g, para huevos en jaula siendo para piso 1,91 veces superior con una diferencia de 7.768,0 g. Los gramos de ceniza producidos para huevos de piso 2.474,4 g y para huevos de jaula 1.337,4 g, siendo para piso 1,85 veces superior con una diferencia de 1137,1 g (**Tabla 3**).

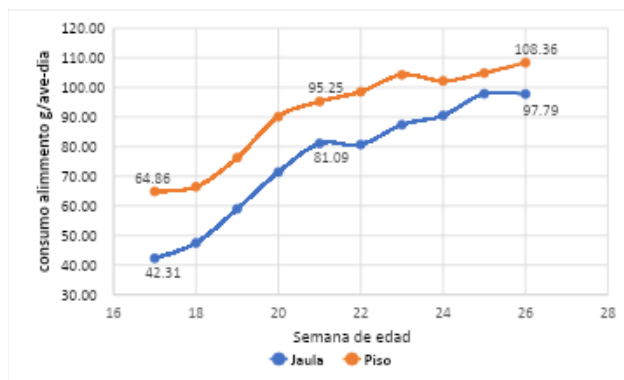
Tabla 3: Gramos de proteína, grasa y ceniza producidos de la semana 18 a 27 en huevos frescos de jaula y piso

Tratamiento	Número huevos	Peso promedio huevos sin cáscara g	Gramos de huevo sin cáscara (6 g)	Proteína total producida g	Grasa total producida g	Cenizas total producida g
Huevos piso	5615	47,9	268.959	35.879,1	16.298,9	2.474,4
Huevos jaula	3008	46,8	140.774	18.906,0	8.530,9	1.337,4
Total	8623	47,4	409.733	54.900,4	24.829,8	3.811,8

Fuente: elaboración propia.

Consumo de alimento entre la semana 17 a la 26

La media general de consumo de alimento semanal fue de 83,3 g. El consumo en piso 91,1 g fue 1,2 veces superior que el consumo en jaula, que fue de 75,6 g, con una diferencia de 16 g. El consumo fue progresivo de 42,3 g en jaula en la semana 17 a 97,8 g en la semana 26. El consumo en piso pasó de 64,9 g a 108,4 g. El consumo de alimento de las aves en piso fue significativamente superior, desde la semana 17 hasta la semana 24 en comparación con las aves en jaula. Solo hasta la semana 25 fue similar entre tratamientos, pero a la semana 26 volvió a ser significativamente superior en las aves en piso (**Figura 5**).

**Gráfico 5:** Consumo alimento, por ave-día por semana por tratamiento.

Fuente: elaboración propia.

Residuo de alimento

La media general del residuo de alimento semanal fue de 11,9 g. El residuo en jaula 19,7 g, fue 4,8 veces superior que el residuo en piso que fue de 4,1 g, con una diferencia de 15,6 g. Se encontraron diferencias significativas entre las semanas de residuo de alimento entre los tratamientos, siendo superior en aves de jaula que, en piso, a excepción de la semana 25 en donde el residuo de alimento fue igual. A partir de la semana 24 disminuyó el residuo de alimento en las aves de jaula, lo que indica que estaban respondiendo al tratamiento y al proceso de adaptación.

Correlación entre las variables productivas en función del consumo de alimento

Para las aves en jaula, el consumo de alimento por ave-día, se correlacionó con la postura semanal, peso del huevo, huevos/ave-semana y peso de las aves, en 0,84; 0,98; 0,84 y 0,85 respectivamente, para las mismas variables el coeficiente de determinación fue 0,70; 0,97; 0,70 y 0,72 respectivamente. Para las aves en piso el consumo de alimento se correlacionó con la postura semanal, peso del huevo, huevos/ave-semana en 0,89; 0,78; 0,89 y 0,98 respectivamente, para las mismas variables el coeficiente de determinación fue 0,81; 0,61; 0,79 y 0,96 respectivamente. El consumo explicó el mayor valor de las variables productivas en ambos tratamientos.

Temperatura y humedad relativa

La temperatura media general diaria fue de 17,7 °C, la media de la mañana 18,1 °C y de la tarde fue de 17,2 °C, con una diferencia de 0,9 °C entre jornadas. No se presentaron diferencias significativas entre la temperatura de la mañana y de la tarde con excepción de las semanas 22 y 23, donde la temperatura de la mañana fue significativamente superior. La humedad relativa general fue 55,7 % la media de la mañana fue 53,4 % y de la tarde 58,1 %. No se presentaron diferencias significativas en la humedad relativa entre la mañana y tarde, con excepción de las semanas 19 y 21 que fue significativamente superior en la tarde.

Indicadores de salud física y comportamentales

Para obtener las tasas de los indicadores de salud física y comportamentales, se calculó la variable animal-tiempo, que es el denominador de las tasas y corresponde a la sumatoria de los días que cada ave estuvo en el experimento

en las semanas 19 a 26 (**Tabla 4**).

Tabla 4. Animal-tiempo para sistema de producción en jaula y piso

Tratamiento	Aves - día	Aves - semana	Aves - año
Piso	9160	1309	25,10
Jaula	9184	1312	25,16

Fuente: elaboración propia.

Las aves-día no fueron iguales, porque en el tratamiento en piso murió un animal en la semana 23. Cuando las tasas presentan, la ausencia de eventos, para hacer los cálculos se agrega 1 a cada tratamiento:

- Tasa de mortalidad en piso = $2/1309$ aves-semana = 0,15 /100 aves-semana
- Tasa de mortalidad en jaula $1/1312$ aves-semana = 0,076/100 aves semana
- Contraste bilateral p: 0,624
- Tasa de huevos en fáfara en piso = $1/1309$ aves-semana = 0,076/100 aves semana
- Tasa de huevos en fáfara en Jaula = $2/1312$ aves-semana = 0,15/100 aves semana
- Contraste bilateral p: 0,626

No se encontraron diferencias en la tasa de mortalidad y la tasa de huevos en fáfara entre los tratamientos.

No se observó evento en las aves en jaula y en piso para: movimientos repetitivos de cabeza, saltos (desespero), picoteo repetido de bebederos, cojeras, síntomas respiratorios, síntomas digestivos, síntomas nerviosos, aves picadas en cabeza, aves picadas en cloaca, pérdida de pluma, cambios color plumaje. Para hacer el cálculo de las tasas y la comparación de estas, se adicionó un caso por tratamiento, (Epidat 4.2), como se ilustra a continuación.

- Tasa de evento X en piso = $1/1309$ aves-semana = 0,076/100 aves-semana
- Tasa de evento X en jaula = $1/1312$ aves-semana = 0,076/100 aves-semana
- Contraste bilateral p: 0,999

No se encontraron diferencias entre tratamientos para las tasas de los indicadores de bienestar, previamente relacionados.

Discusión

Respecto a la postura semanal, el análisis mostró una postura promedio significativamente mayor en el sistema de piso (88,8 huevos) en comparación con el sistema de jaula (43,7 huevos). Estos hallazgos coinciden con los estudios de Duncan (2001) y Lay et al. (2010), quienes identificaron que el comportamiento natural y la menor incidencia de estrés en sistemas de piso promueven una mayor productividad.

El peso promedio de los huevos fue ligeramente superior en el sistema de piso (50,6 g) frente al sistema de jaula (49,6 g). Estos resultados pueden atribuirse a un mejor balance entre el consumo alimenticio y el menor nivel de estrés en el sistema de piso, como lo plantea Mench y Duncan (1999). Sin embargo, el aumento temporal en el peso de los huevos en jaula durante las semanas 20 y 21, antes de estabilizarse, podría estar relacionado con una adaptación inicial al manejo intensivo, como se describe en Medina (2016).

El peso de la postura semanal en el sistema de piso (4757,8 g) duplicó al del sistema de jaula (2283,9 g). Este resultado resalta la influencia del entorno en el rendimiento productivo total, apoyando las conclusiones de Villanueva-Sánchez et al. (2020) sobre la importancia del espacio y el enriquecimiento ambiental.

La tasa de postura semanal fue significativamente superior en el sistema de piso, con una tendencia ascendente sostenida desde la semana 19 hasta la 26. Este patrón confirma los beneficios de permitir comportamientos naturales y minimizar el estrés, factores destacados en los estudios de Estrada (2008) y Cardozo (2024). Por el contrario, el sistema de jaula, aunque más eficiente en el uso del espacio, mostró limitaciones inherentes que afectaron tanto el bienestar como la tasa de postura.

La proporción de huevos clasificados como b, A, AA, AAA y jumbo fue superior en el sistema de piso, solo los huevos clasificados como c fueron superiores en el sistema de jaula. Esto se alinea con las observaciones de Bonilla et al. (2022), quienes destacaron que las condiciones ambientales más naturales y enriquecidas en el sistema de piso promueven una mejor calidad en términos de tamaño y peso de los huevos.

Los huevos de sistemas de producción en piso y en jaula no presentaron diferencias significativas en la concentración de componentes nutricionales, resaltando las altas concentraciones de proteína. Esto puede explicarse por la conservación de las concentraciones de nutrientes, como una expresión del componente reproductivo de las aves. Factores que favorecen la eficiencia metabólica y la calidad del huevo, como sugieren Medina (2016) y Tahamtani et al. (2020).

En cuanto al peso promedio de las aves, éste fue mayor en el sistema de piso con un promedio de 100 g en comparación con el sistema de jaula. Esto puede relacionarse con la idea de que las aves en sistemas de piso, al tener mayor libertad de movimiento y menos estrés, logran una mejor conversión alimenticia y un balance metabólico más favorable (Estrada, 2008).

En términos dinámicos, el peso de las aves en jaula mostró fluctuaciones más marcadas, probablemente debido a las condiciones restrictivas y al estrés, mientras que, en el sistema de piso, el peso aumentó de manera sostenida a lo largo del período de estudio. Estas observaciones están alineadas con las investigaciones de Duncan (2001) y Peric et al. (2016), quienes destacaron que un entorno más enriquecido no solo favorece el bienestar, sino que también mejora parámetros fisiológicos como el peso corporal.

El consumo de alimento promedio por ave fue superior en el sistema de piso en comparación con el sistema de jaula. Este resultado está alineado con las observaciones de Peric et al. (2016), quienes documentaron que las aves en siste-

mas más abiertos tienden a consumir más alimento debido a su mayor actividad física.

En ambos sistemas, se encontró una correlación positiva entre el consumo de alimento y la producción de huevo, así como entre el consumo y el peso de las aves. Sin embargo, la correlación fue mayor en el sistema de piso, lo que sugiere que, en este entorno, un mayor consumo de alimento se traduce de manera más eficiente en productividad y ganancia de peso.

Estos hallazgos coinciden con las conclusiones de Lay et al. (2010), quienes destacaron que la libertad de movimiento y la capacidad de expresar comportamientos naturales mejoran la conversión alimenticia. En contraste, en el sistema de jaula, aunque el consumo es más controlado, las restricciones físicas y el estrés pueden limitar la eficiencia en la transformación del alimento en peso y producción.

La producción semanal en piso aumentó durante las primeras semanas de postura, en comparación con jaula. Esta tendencia se ajusta a los estudios de Villanueva-Sánchez et al. (2020), que señalan una mejor respuesta productiva en sistemas que favorecen el bienestar, lo que es consistente con estudios que muestran que el manejo adecuado en sistemas más extensivos puede optimizar el rendimiento sin sacrificar el bienestar animal (Lay et al., 2010).

Los hallazgos son consistentes con estudios como los de Castro y Valencia (2022), que señalaron que, si bien los sistemas de piso presentan desafíos en manejo y costos, los resultados superiores en términos de producción y calidad justifican su implementación en granjas de mediana y gran escala. Por tanto, el sistema de piso emerge como una opción más rentable cuando se considera la productividad global y las exigencias del mercado.

Conclusiones

Se establecieron diferencias en salud y bienestar animal en gallinas ponedoras de la línea genética Lohmann Brown a partir de la semana 17 en sistema de producción en piso y en jaula, donde se observaron diferencias claras. Las aves alojadas en el sistema de piso mostraron una mayor expresión de comportamientos naturales como el picoteo y la exploración, lo que se asoció con menores niveles de estrés, en línea con estudios que resaltan la importancia del espacio para el bienestar emocional y la salud física de las aves. Contrariamente, se observó que las gallinas en jaulas experimentaron limitaciones en sus movimientos, presentando un mayor riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

Se comparó la producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras de la línea genética Lohmann Brown en sistema de producción en piso y en jaula. Los resultados obtenidos revelan que la producción de huevos en el sistema de piso superó en cantidad a la del sistema en jaula, con una diferencia significativa en el número de unidades producidas.

La producción en piso mostró ventajas significativas frente al sistema en jaula en términos de peso del huevo, peso semanal de la postura y tasa de postura. La tasa de postura semanal presentó una tendencia sostenida y más alta en el sistema de piso, con un promedio de 88,8 huevos frente a 43,7 huevos en jaula, lo que evidencia una diferencia marcada entre los dos sistemas de producción.

Los resultados de la investigación demostraron que no se observaron signos de alteraciones significativas en el comportamiento y la salud animal en ninguno de los sistemas evaluados. Sin embargo, se obtuvieron mayores beneficios productivos en el sistema de producción de aves en piso.

De acuerdo con la investigación realizada, se evidenció que el Índice de Temperatura-Humedad (ITH) se mantuvo mayoritariamente en nivel de frío, esto para los dos sistemas de producción ya que este se realizó en el mismo galpón y, por lo tanto, las condiciones ambientales fueron iguales. Esto sugiere que, aunque el estrés por frío no fue un factor determinante, es importante realizar un monitoreo de este índice para ofrecer un entorno más estable frente a cambios de temperatura y humedad.

Los resultados de la investigación reflejan que la buena salud observada en los dos lotes de gallinas, tanto en piso como en jaula, se debe a la implementación de un plan profiláctico vacunal adecuado, que garantizó la protección contra enfermedades comunes en la producción avícola. Además, el suministro de agua potable de buena calidad y la provisión constante de alimento suficiente y bien balanceado, acorde a las necesidades nutricionales de la línea Lohmann Brown Classic, fueron factores clave para mantener la condición sanitaria óptima de las aves. Estas medidas, en conjunto, aseguraron un buen estado de salud, lo que se tradujo en un rendimiento productivo destacado en ambos sistemas, con mayores beneficios en el sistema de piso.

La investigación sobre el bienestar animal y la producción en gallinas ponedoras de la línea Lohmann Brown Classic en sistemas de producción en piso y en jaula revela aspectos que impactan tanto la salud de las aves como la eficiencia económica de los sistemas avícolas.

Finalmente, los resultados se obtuvieron de dos grupos experimentales en donde para uno se cambió el sistema de alojamiento, pero las condiciones ambientales y de manejo fueron iguales. Sería importante replicar el estudio y evaluar los resultados de comportamiento, salud y productividad en aves que adicional al cambio de alojamiento, sean diferentes las condiciones de temperatura, humedad, altura, manejo, tipo de alimento, calidad de agua, entre otros.

Agradecimientos

Al equipo de trabajo de la Granja Avícola Maranto, quienes permitieron el uso del recurso animal y apoyaron continuamente con la toma de información.

Bibliografía

1. Appleby, M. C., Mench, J. A., & Hughes, B. O. (2004). *Poultry behaviour and welfare*. CABI.
2. Bandera-Fernández, E., & Pérez-Pelea, L. (2018). Los modelos lineales generalizados mixtos. Su aplicación en el mejoramiento de plantas. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 127-133. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000100019&lng=es&tlng=es
3. Bessei, W. (2006). Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*, 62(3), 455-466. doi:10.1017/S0043933906001085

4. Bonilla, S. K., Valencia, O. Y., & Prieto, M. Y. (2022). Revisión: evaluación del bienestar en gallinas ponedoras en Sistemas al aire libre y bajo techo en jaula. Facultad de Medicina Veterinaria. Bogotá: Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/8651f9de-a454-4f3b-84df-3ae50ebc01f1/content>
5. Cardozo, J. D. (2024). Análisis comparativo entre los sistemas de piso y de jaula para la producción de huevo mediante una prueba de campo en la Finca villa luz vereda la Vega en la ciudad de Bucaramanga (Santander). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/be9acda9-e3e5-406a-b187-a09844edddbc/content>
6. Castro, H., & Valencia, M. (2022). Costos de producción de huevos: caso de estudio, granja avícola en el corregimiento Tablones – Palmira. Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/ab209f14-942a-4bed-8039-d88b11e69c06/content>
7. Duncan, I. J. (2001). Animal Welfare Issues in the Poultry Industry: Is There a Lesson to Be Learned? En J. A. Serpell, & T. D. Parsons, Food Animal Husbandry and the New Millennium (págs. 207-222). Psychology Press. doi:10.4324/9781410608642-4
8. Estrada, G. E. (2008). Bienestar animal: hacia un nuevo paradigma bioético. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 3(1), 53-60. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3214/321428099007.pdf>
9. Jones, T. A., Donnelly, C. A., & Stamp Dawkins, M. (2005). Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. Poultry Science, 84(8), 1155-1165. doi:<https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1155>
10. Lay, D., Fulton, R., Hester, P., Karcher, D., Kjaer, J., Mench, J., . . . Porter, R. (2010). Hen welfare in different housing systems. Poultry Science, 90(1), 278-294. doi:<https://doi.org/10.3382/ps.2010-00962>
11. Medina, B. (2016). Estrés en aves y un nuevo enfoque para su mitigación. 1a. Parte. Obtenido de Los avicultores y su entorno: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/stres_calorico/13-Nuevo_Enfoque.pdf
12. Mench, J. A., & Duncan, I. J. (1999). Poultry Welfare in North America: Opportunities and Challenges. Poultry Science, 77(12), 1763-1765. doi:10.1093/ps/77.12.1763
13. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Recuperado el 25 de octubre de 2024, de Cadena Avícola: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Avicola/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
14. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Resolución No. 0253 de 2020 por la cual se adopta el manual de condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción del sector agropecuario. D.O. No. 51.482. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=101246>
15. Newcombe R.G & Merin C. (2006). Intervalos de confianza para la estimación de proporciones y las diferencias entre ellas interdisciplinarias. Centro Interamericano de Investigaciones Psicológicas y Ciencias Afines. Vol. 23. No 002. Pág. 141-154. Buenos Aires Argentina.
16. Peric, L., Đukić, M., & Bjedov, S. (2016). Effect of Production Systems on Quality and Chemical Composition of Table Eggs. Contemporary Agriculture, 65(3-4), 27-31. doi:10.1515/contagri-2016-0014
17. PRONAVICOLA. (2020). Lohmann Brown – Clásico. Guía de manejo Lohmann Breeders. Obtenido de <https://pronavicola.com/manuales/LB2020.pdf>
18. Tahamtani, F. M., Pedersen, I. J., & Riber, A. B. (2020). Effects of environmental complexity on welfare indicators of fast-growing broiler chickens. Poultry Science, 99(1), 21-29. doi:10.3382/ps/pez510
19. Villanueva-Sánchez, O., Carrillo-Domínguez, S., Chavira-Ramírez, R., Martínez-Marcial, M., Miranda-de-la-Lama, G., & Ávila-González, E. (2020). Evaluación del bienestar animal de gallinas ponedoras Bovans White alojadas en piso. Abanico veterinario, 10(5). doi:<https://doi.org/10.21929/abavet2020.5>