

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

Claudia María Castañeda Benjumea¹
Javier Eduardo Gómez²

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo consistió en evaluar el bienestar animal, los parámetros productivos, la calidad del huevo y la rentabilidad en gallinas ponedoras de la línea Hy-line Brown en tres sistemas de producción, piso, jaula y pastoreo, en las etapas de prepostura y postura en las fincas San Miguel (Alto del Vino) y San José de Gausa (La Caro) en Cundinamarca. Para la obtención de este objetivo, se tomó como guía el protocolo *Conceptos del bienestar animal*, realizado por la Universidad de Bristol para la WSPA (Sociedad Mundial Para La Protección Animal). Se hizo observación directa de las gallinas y el análisis de registros técnicos en granja. El proceso experimental realizado entre la semana 17 y 35 corresponde a las etapas de prepostura y postura (en total 19 semanas); se tuvieron en cuenta tres lotes de 600 gallinas, para un total de 1.800 gallinas, las cuales recibieron el mismo tipo de alimentación (Italcol postura) y manejo técnico. Los análisis de los resultados llegaron a establecer que el sistema de pastoreo dio mejores resulta-

dos en cuanto a producción y bienestar en comparación con los otros dos sistemas. Los espacios abiertos disminuyeron los niveles de estrés, con el apoyo de la adaptación a su medio ambiente, temperatura, humedad relativa, ventilación, densidad; esto se demostró en los indicadores de consumo de alimento gramo/ave/día (103,47 gr), porcentaje de postura (85,54%), huevo ave alojada (5,99), conversión alimenticia (1,64), mortalidad (0%); además de la composición bromatológica del huevo: humedad (74,4%), materia seca (25,6%), ceniza (3,6%), proteína (13,4%), extracto etéreo (11,9%). El análisis económico mostró que la producción en pastoreo tiene mayor rentabilidad que en piso y jaula, debido a que la producción de huevos en número y calidad es mayor. Tener un mejor bienestar en nuestros animales es un valor agregado que hace más eficiente y adecuada la producción de huevo en un medio cada vez más competitivo.

Palabras clave: Bienestar, productividad, rentabilidad, ponedoras, jaula, piso, pastoreo, registros, manejo, huevo.

¹ Estudiante de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: rabbit85_4@hotmail.com

² Profesor de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Zootecnia, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: jegomez@unisalle.edu.co

ABSTRACT

The main objective of this work was to assess animal welfare, production parameters, egg quality and profitability in laying hens of Hy-line Brown line in three production systems, floor, cage and grazing on pre-stage position and posture on the farms of San Miguel (Alto del Vino) and San Jose, Guausa (La Caro), in Cundinamarca. To obtain this goal was taken as the protocol guide *Concepts of Animal Welfare*, conducted by the University of Bristol for the WSPA (World Society for the Protection of Animals). Direct observation was made by chickens and technical analysis of farm records. The experimental process carried out between weeks 17 and 35 corresponds to the stages of pre-position and posture (in total 19 weeks) took into account three batches of 600 chickens for a total of 1.800 hens that were fed the same feed (Italcol posture) and technical management. The analysis of the results came to establish that the grazing system gave

better results in terms of production and welfare as compared to the other two systems. The open areas decreased stress levels, supported by adaptation to their environment, temperature, relative humidity, ventilation, density, and this was demonstrated in food consumption indicators gram/bird/day (103,47 gr), percentage of stance (85,54%), housed hen egg (5,99), feed conversion (1,64), mortality (0%), and proximal composition of the egg: moisture (74,4%), dry matter (25,6%), ash (3,6%), protein (13,4%), ether extract (11,9%). The economic analysis showed that production at pasture has higher profitability than cage floor and because the production of eggs in number and quality is higher. They have a better animal welfare in our value-added means a more efficient and adequate egg production in an environment increasingly competitive.

Keywords: Welfare, productivity, profitability, hens, cage, floor, grazing, records management, egg.

INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XX, la demanda creciente por comida barata llevó a una especialización en la producción animal. En esa época, las gallinas criadas sueltas en galpones o fincas pasaron a ser alojadas en jaulas. Esto permitió una mayor automatización del manejo y la separación de las gallinas de sus heces, rompiendo así el ciclo de algunas enfermedades como la coccidiosis o la *Escherichia Coli*. Durante los últimos años, la avicultura implementó la utilización de sistemas intensivos de producción, incrementando la eficiencia productiva. (Downing y Bryden, 2002).

Estos cambios surgieron a partir de avances en el mejoramiento genético, la nutrición, el manejo, la prevención y los tratamientos de enfermedades, así

como de las propias características biológicas de las aves, por ejemplo la alta velocidad reproductiva, los excelentes índices de conversión y una gran capacidad de adaptación a diversas situaciones llevadas a cabo en sistemas intensivos, en los que las aves permanecen hacinadas en jaulas durante toda su vida productiva (North y Donald, 1998).

En las décadas del ochenta y el noventa, el 95% de los huevos producidos en países desarrollados procedían de sistemas de baterías de jaulas. En esta misma época, principalmente en el norte de Europa, se plantearon las primeras cuestiones sobre el bienestar de las gallinas alojadas en dichos sistemas; las críticas al sistema de jaulas convencionales se centran principalmente en la falta de posibilidades de las gallinas para realizar algunas pautas de comportamiento, como asearse, anidar y utilizar sustratos

para realizar baños de polvo (Farm Animal Welfare Council, 1993).

En Colombia, las explotaciones avícolas han venido en pleno crecimiento; este aumento en la población de aves, y en especial de la producción de huevo, ha ocasionado que las granjas sean más tecnificadas y busquen una mayor rentabilidad en poco espacio. En esta búsqueda de dividendos se ha dejado a un lado la salud y el bienestar animal, ya que de confinar 8 aves por metro cuadrado anteriormente estamos llegando a las dolorosas cifras de 12 a 14 (Appleby *et ál.*, 1993).

La búsqueda de nuevos sistemas de producción avícola más sostenibles es una opción viable en países tercermundistas. Asimismo, la demanda de productos más saludables y sistemas más adaptables al medio ambiente hacen que crezcan los mercados nacionales e internacionales. Esto nos muestra que la producción animal sostenible tiene potencial para expandirse y desarrollarse, en contraposición a los sistemas convencionales de producción animal (FAO, 2003).

En Colombia son muy pocas las instituciones que se han dedicado a esta área avícola. Un ejemplo es la fundación CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria). A su vez, se han identificado un gran número de especies forrajeras que se pueden utilizar en la alimentación animal en sistemas alternativos de producción, en particular para la producción de gallinas ponedoras en pastoreo que reúnen condiciones nutricionales favorables (Salatin, 1999).

Algunos de los beneficios más importantes que se logran en las aves bajo un sistema de pastoreo son la mejora de su sistema inmunológico, reducción del estrés producido en sistemas de confinamiento y disminución del porcentaje de mortalidad y morbilidad. Varios autores afirman que la carne y los huevos de las aves criadas bajo pastoreo presentan niveles

más bajos de colesterol y de ácidos grasos saturados, en comparación con los producidos en sistemas convencionales. En contradicción a la producción convencional, la producción avícola bajo pastoreo promueve la utilización de probióticos, vitaminas naturales, aire fresco, luz natural y una alimentación más saludable, complementada con pasturas frescas y microfauna. La rotación de potreros permite una distribución no concentrada de las excretas y el aumento consecuente de la fertilidad del suelo (Blokhuys y Metz, 1995).

En este trabajo se estudiaron los factores relacionados con el sistema de gallinas en pastoreo, comparando sus resultados con los métodos convencionales, como la producción en piso y jaula en confinamiento. Esta técnica se ha considerado una posible alternativa por combinar la eficiencia económica de pastoreo, permitiéndole al ave un aumento del repertorio de comportamientos típicos del animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Granja San Miguel (Centro de Investigación y Capacitación, CIC) ubicada en el Alto del Vino a 2.862 metros de altitud, propiedad de la Universidad de La Salle, y en la Granja San José de Guausa, ubicada en La Caro a 2.562 metros de altitud, perteneciente a la comunidad de los Hermanos de La Salle, con una temperatura promedio de 14°C.

Para este estudio se contó con 600 gallinas ponedoras en piso, 600 gallinas ponedoras en jaula ubicadas en San Miguel (Alto del Vino) y 600 gallinas ponedoras en pastoreo ubicadas en San José de Guausa de la línea Hy-Line Brown, en la misma semana de producción, en etapa de prepostura (a partir de la semana 13 hasta la semana 17) y la etapa de postura (prepico a partir de la semana 17 a la 25 y pico hasta la semana 35). A continuación, se presentan las muestras tomadas para cada tratamiento y sus principales características iniciales.

Para la libertad de hambre y sed, se evaluaron los indicadores peso vivo, crecimiento y comportamiento de ingesta; para la libertad de incomodidad, se evaluaron los indicadores densidad, temperatura, humedad relativa, caudal de aire, intensidad lumínica; para la libertad de dolor lesión y enfermedad, se evaluaron los indicadores condición corporal, estado de plumaje, grado de suciedad, presencia de heridas y lesiones, longitud de uñas e índices de mortalidad; para la libertad de expresar un comportamiento normal y libre de miedo y estrés, se evaluaron los indicadores ausencia de comportamientos anormales, como estereotipias, canibalismo y test de reacción de miedo, éste se evaluó con la inmovilidad tónica, que es definida como un estado de inhibición motora por un determinado periodo de tiempo y reducción de la respuesta frente a un estímulo externo. Las gallinas fueron llevadas a una mesa ubicada en la misma instalación, en la que se pusieron decúbito lateral sobre una superficie confortable, sosteniéndolas por el cuerpo y cabeza por unos instantes, y si después de liberada permanecía inmóvil se consideraba que estaba desarrollando el comportamiento de inmovilidad tónica. Fue registrado el número de intentos necesarios para que el animal desarrollase la inmovilidad (máximo 3) y la duración de la inmovilidad tónica (máximo 5 minutos).

Para la evaluación y recolección de la información del bienestar de las gallinas ponedoras, se tomó como guía la evaluación de un enfoque multidisciplinar (Bilicik y Keeling, 1999), combinada con una serie de mediciones complementarias como perfiles fisiológicos, indicadores de comportamiento, valoración del estado sanitario y de la condición física e higiénica de los animales, con el fin de no inferir con la rutina de manejo de la granja y alterar los animales (El-lethey *et al.*, 2000). La evaluación del bienestar se realizó a partir de la clasificación de cada indicador perteneciente a cada libertad. Teniendo en cuenta el diez por ciento (10%) de la población evaluada para cada grupo de producción (piso, jaula y pastoreo),

este procedimiento se realizó semanalmente y se tomaron los animales como un porcentaje adecuado en la misma población, ya que todos los animales por grupo estaban en las mismas condiciones de ubicación. Esto tomando en cuenta el trabajo realizado por Fernando Büttow en España en gallinas ponedoras en varios modelos productivos.

En cuanto a los indicadores referentes a presencia de lesiones, temperatura ambiental, consumo de alimento, mortalidad, humedad relativa, caudal de aire, calidad del aire, intensidad lumínica, se realizaron mediciones diarias, mientras que los indicadores referentes a peso vivo, crecimiento, porcentaje de postura, estado de plumaje, grado de suciedad, conversión alimenticia se evaluaron semanalmente.

Para la evaluación y recolección de indicadores de producción de las gallinas ponedoras en los tres tipos de sistema se tuvieron en cuenta seis indicadores: consumo de alimento, ganancia de peso, mortalidad, conversión alimenticia, porcentaje de postura y huevo/ave/alojada, que fueron recogidos diariamente.

Para determinar la composición cuantitativa del huevo, se llevó a cabo un análisis bromatológico. El procedimiento se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de La Salle, donde se estableció la cantidad de humedad, materia seca, extracto etéreo y proteína que contenían los huevos. Asimismo, se realizó un análisis bromatológico a los huevos en la semana 30 de producción, usando 15 huevos por sistema productivo.

Para realizar el análisis estadístico correspondiente, se utilizaron las siguientes técnicas: estadística descriptiva, análisis de varianza (Anova) y prueba estadística Prueba de T.

La comparación económica se llevó a cabo mediante el siguiente proceso: los resultados económicos se midieron y compararon en los tres sistemas produc-

tivos (piso, jaula y pastoreo). Para el cálculo del margen costo-beneficio es necesario mencionar el costo inicial por cada gallina para cada sistema productivo durante los 133 días que duró el proyecto de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos surgen de la comparación y evaluación de los indicadores de producción y bienestar animal que presentaron los tres sistemas de producción, piso, jaulas y pastoreo. El proceso experimental tuvo una duración de 133 días, cada grupo fue constituido por 600 gallinas, manejadas de acuerdo con el protocolo de cada uno de los sistemas.

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS DE BIENESTAR ANIMAL

Los diferentes indicadores de bienestar evaluados en este trabajo se enfocan en tres modelos actuales de producción en gallinas ponedoras, todas aquellas variables de bienestar animal que pueden influir sobre las cinco libertades propuestas por el Farm Animal Welfare Council (2007). Buttow (2005) informó que los parámetros de bienestar están enfocados en la calidad final de los animales en vida y la calidad y cantidad del huevo producido.

LIBERTAD DE HAMBRE Y SED

Se evaluaron los indicadores peso vivo, crecimiento y comportamiento de ingesta en los diferentes sistemas de producción y las semanas evaluadas; estos

grados de libertad se encuentran en los resultados de producción, debido a que van ligados a los índices productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, mortalidad, conversión alimenticia, porcentaje de postura y huevo/ave/alojada).

LIBERTAD DE INCOMODIDAD

La temperatura en pastoreo puede ser menor (4 °C) o mayor (23 °C) en unas horas del día, pero no se encuentra fuera del rango de termoneutralidad sugerido por el manual de la Hy-line Brown. Trabajos realizados por Craig y Swanson, (1994), encontraron que temperaturas superiores a 25 °C en sistemas de confinamiento pueden alterar los porcentajes promedios de postura, así como la calidad de los huevos, encontrando que los promedios de confort van ligados a otras variables como ventilación y humedad. La humedad relativa debe ser del 70%, ya que éste ayuda a la prolongación de los niveles de estrógenos, así como a la mayor cantidad de óvulos por ciclo productivo.

Gentle (1999), en un modelo productivo de gallinas ponedoras en jaula, estableció unos valores máximos de amoniaco de 15 ppm como los niveles mínimos que pueden alcanzar las gallinas sin tener alteraciones en sus vías respiratorias inferiores. Recordando que las bacterias como *Haemophilus Gallinarum* y la *Pasteurella Multocida* son habitantes normales del tracto respiratorio y que con cambios repentinos en el ambiente ocasionan lesiones que pueden significar la pérdida de la postura temporal o permanente (hasta del 35%), perjudicando los niveles

TABLA 1. LIBERTAD DE INCOMODIDAD

Sistema	Temperatura	Humedad	Ventilación	Amoniaco	Luminosidad
Piso	17 °C	45%	4 m/s	31 ppm	53 lux
Jaula	16 °C	50%	6 m/s	21 ppm	85 lux
Pastoreo	13 °C	70%	10 m/s	8 ppm	1038 lux

productivos en una explotación. En cuanto a la luminosidad, correlacionando el estudio realizado por Sauveur en (1992) sobre reproducción de las aves domesticas, el promedio en gallinas mantenidas en jaula fue de 67 luxes, de lo cual se deduce que las aves que presentan mayor fotoestimulación mejoran los índices productivos con luz día.

LIBERTAD DE DOLOR, LESIÓN Y ENFERMEDAD

Las gallinas en pastoreo no mostraron lesión aparente; Taylor y Hurnik, en 1994, mostraron que las alteraciones físicas en la gallina ocasionan disminución en su actividad, bajos consumos de alimento y agua, así como disminución paulatina en el porcentaje de postura. Los grados de suciedad van ligados al confinamiento animal y al tipo de cama usado para tal fin. El sistema de piso presentó significativamente una mayor presencia de suciedad que los otros dos sistemas; si correlacionamos esto con los animales alojados por metro cuadrado, podremos determinar que estos elementos de suciedad se deben a la materia fecal, la cascarilla encontrada en las instalaciones de mala calidad y humedad, así como los espacios entre bebedero y bebedero.

En estudios realizados por Gentle (1999) en gallinas ponedoras en piso, en un modelo de confinamiento, se encontraron diferencias significativas entre animales sin espacios aireados y animales en modelos productivos abiertos, observando que los últimos presentan menor grado de suciedad y mayor grado de acicalamiento, disminución de agentes parasitarios externos (piojo) y mayor producción de huevo.

Asimismo, se encontró que las gallinas en jaula y en confinamiento extremo presentan mayor porcentaje de pérdida de huevos.

No se presentó ninguna lesión en las gallinas ubicadas en pastoreo, mientras que las gallinas ubicadas en piso y en jaula presentaron algunas alteraciones. Abrahamsson y Tauson (1995) determinaron que los estados sanitarios y la condición física de las aves también han sido utilizados como indicadores del bienestar en aves, aunque un buen estado general de salud no significa una total ausencia de problemas. Bilcick y Keeling (1999) establecieron que los indicadores de salud más comúnmente empleados en ponedoras son: fragilidad ósea, lesiones en patas, heridas causadas por canibalismo, condición del plumaje y mortalidad. En cuanto a las gallinas de jaula en los animales evaluados, se presentó un 100% de alteraciones en su longitud, desviaciones y lesiones pódales, ocasionando a su vez lesiones en las compañeras de jaula y pérdida de huevos por rupturas de éstas. Estudios realizados por Glatz (2003) y Tauson (1986) observaron que el acortamiento de las uñas puede tener efectos positivos sobre algunos aspectos de la sanidad y el bienestar de las aves.

LIBERTAD DE EXPRESAR UN COMPORTAMIENTO NORMAL Y LIBRE DE MIEDO Y ESTRÉS

ESTEREOTIPIAS

Los resultados para este estudio demuestran que los movimientos repetitivos anormales se presentan sólo en el grupo de gallinas ubicadas o confinadas

TABLA 2. LIBERTAD DE DOLOR, LESIÓN Y ENFERMEDAD

Sistema	Estado del plumaje	Grado de suciedad	Presencia de heridas y lesiones	Longitud de uñas
Piso	3	5	3	0
Jaula	5	3	5	5
Pastoreo	0	1	0	0

TABLA 3. ESTEROTIPIAS

Indicadores	Piso	Jaula	Pastoreo
Forrajeo	0	5	0
Aletear	0	3	0
Excavar	0	3	0
Caminar	0	0	0

en jaula, las cuales presentaron un nivel 5 (100%) en forrajeo con movimiento sobre los bebederos, comederos y jaula. Asimismo, se presenta en las acciones de aletear y excavar un nivel 3 (60%); esta respuesta se manifestó en el 10% de la población evaluada en los diferentes sistemas productivos. Estudios realizados por Dawkins (2003) afirman que la ausencia de algunas pautas de comportamiento, que son normalmente vistas en el medio natural, no necesariamente implica el sufrimiento a los animales alojados en modernos sistemas. La manifestación de pautas de comportamientos anormales, como picaje, canibalismo, baño de polvo en el vacío, es considerada por algunos etólogos como inadecuada y propia de ambientes pobres en estímulos. No obstante, hay que considerar que el baño sobre la malla de las jaulas ocurre en presencia de baño de cama. Aunque en el caso del baño sobre la malla, Olsson *et ál.* (2002) consideran que la existencia de este tipo de comportamiento no es suficiente evidencia de sufrimiento, pues podría tratarse del instinto adecuado para la pauta de comportamiento normal.

Appleby *et ál.* (2002) afirman que las aves alojadas en jaulas con espacio de 600 cm²/ave o superiores tienen un repertorio de comportamientos más amplio y variado con mayores libertades de movimientos sin aumentar los niveles de agresión. Entre tanto, cuando se aumenta el tamaño de grupo crece el riesgo de canibalismo (Fiks-Van *et ál.*, 2002). De acuerdo con la clasificación realizada en este estudio, fue posible evaluar que el sistema de jaula con nivel 3 (60%) presentó significativamente una mayor presencia de canibalismo que los otros dos sistemas, seguido por el de piso 1 (20%) y, finalmente, sin problemas en pastoreo. Si correlacionamos esto con los animales alojados por metro cuadrado, podremos determinar que estos elementos de canibalismo están ligados directamente a la población muestreada en los diferentes sistemas de producción. La exposición de la mucosa de la vagina que ocurre inmediatamente después de la expulsión del huevo estimula el picaje. De esta forma, los nidos podrían reducir los riesgos de canibalismo, pues en éstas otras gallinas no pueden picotear esta región de las aves.

CANIBALISMO

INMOVILIDAD TÓNICA MUSCULAR Y MIEDO

TABLA 4. CANIBALISMO

	Canibalismo
Piso	1
Jaula	3
Pastoreo	0

Por medio de la técnica de la inmovilidad tónica se observó que las diferencias encontradas fueron muy evidentes, puesto que las gallinas en jaula permanecieron el triple del tiempo inmovilizadas en comparación con las de pastoreo. De forma semejante, el número de intentos para inmovilizarlas fue menor en las gallinas en jaula, lo que indica un mayor estado de miedo.

TABLA 5. INMOVILIDAD TÓNICA MUSCULAR Y MIEDO

Indicadores	Piso	Jaula	Pastoreo
Número de intentos de inmovilización	2	1	3
Tiempo de inmovilización	2	5	1

Según Jones (1996), las gallinas ponedoras con niveles más elevados de miedo ocasionan una alteración en su adaptación al ambiente y pueden tener menores índices productivos. Las interacciones entre el hombre y los animales pueden ser negativas (vacunación, corte del pico) y positivas (distribución de alimento). La falta de interacciones positivas puede llevar al animal a reconocer al hombre como un predador y, por tanto, una fuente de miedo. Tauson *et ál.* (1999) no hallaron diferencias para la duración de la inmovilidad tónica entre aves alojadas en piso o jaulas. No obstante, lo más corriente es que gallinas alojadas en jaulas se queden inmovilizadas durante más tiempo que en los sistemas con salidas a parque *free-range* o pastoreo. Campo y Muñoz (2001) observaron que la realización del baño de polvo no afecta la duración de la inmovilidad tónica inducida. Por otra parte, los resultados de Bilicik *et ál.* (1998) indican que la duración de la inmovilidad tónica aumenta con el tamaño del grupo.

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LAS PONEDORAS EN PISO, JAULA Y PASTOREO

En el consumo de alimento, el análisis estadístico de los cuatro meses mostró que existe diferencia significativa entre los tres modelos de producción piso, jaula y pastoreo, siendo el valor de $P > 0,05$. En el trabajo realizado por Barrantes y colaboradores en 2003, se analizó que las aves Hy-Line Brown presentaron un menor consumo de concentrado y produjeron mayor cantidad y peso de huevos durante 13 de las 14 semanas, en comparación con las Isa Brown. Esto debido a las características genéticas propias de ambas líneas de gallinas. Se presentó una diferencia importante entre el peso final de las aves en pastoreo, logrando un menor consumo de alimento y mayor cantidad de huevos durante las semanas evaluadas, llegando a un consumo constante de 108,57 gramos día hasta la semana 35. Constantemente hubo diferencia de con-

TABLA 6. RESULTADOS DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Parámetros zootécnicos	Hy-Line	Piso	Jaula	Pastoreo
Consumo acumulado promedio/ave (kg)	105,55	113,44	113,44	103,47
Peso promedio ave/kg	1 744	1 690	1 718	1 804
Conversión	1,68	1,95	2,06	1,64
% de Postura	86,75	81,30	76,10	85,54
HAA	6,07	5,69	5,33	5,99
% Mortalidad	1,00%	1,83%	1,17%	0%

sumos desde las primeras semanas, siendo siempre menor el de las gallinas en pastoreo.

Los tres sistemas productivos comenzaron con un peso promedio de 1.400 gr, con el tiempo las aves en pastoreo aumentaron su peso a 2.100 gr, manteniéndolo y superando a los otros sistemas. Salatin (1999) encontró que algunos de los beneficios más importantes que se logran en las aves bajo un sistema de pastoreo son la mejora de su sistema inmunológico, reducción del estrés producido en sistemas de confinamiento y disminución del porcentaje de mortalidad y morbilidad.

El análisis estadístico de la conversión alimenticia mostró que existe diferencia significativa entre los tres modelos de producción, siendo el valor de $P > 0,05$. El consumo de alimento de las ponedoras en piso y en jaula fue mayor y la productividad (postura de huevos) en términos generales fue menor, lo que generó un índice de conversión de 1,95 para las ponedoras en piso y 2,06 para las ponedoras en jaula. Mientras que el consumo de las ponedoras en pastoreo fue menor, con un índice de productividad (postura de huevos) mayor, generando un índice de conversión de 1,64, estudios realizados por Barrantes y colaboradores en el 2003 en ponedoras de la Línea Hy-Line Brown e Isa Brown mostraron que el consumo de alimento de las gallinas fue mayor y la productividad en términos generales fue menor, lo que generó un índice de conversión de 2,22 y 2,72, respectivamente.

El análisis estadístico del porcentaje de postura del primer mes mostró que existe diferencia significativa entre los modelos de producción entre piso y jaula y entre piso y pastoreo, siendo el valor $P > 0,05$, mientras que en el segundo, tercer y cuarto mes se evidenció diferencia significativa entre los tres modelos de producción, siendo el valor de $P > 0,05$. Los resultados productivos según Hugues dependen en gran parte del bienestar de las aves que en situacio-

nes de estrés pueden responder con una reducción de la producción, entendiendo cómo los niveles productivos pueden ser buenos indicadores de la adaptación y bienestar de las aves en pastoreo.

El análisis estadístico de huevos/ave/alojada del mes 1 mostró que existe diferencia significativa entre los modelos de producción de piso y jaula y entre piso y pastoreo, siendo el valor $P < 0,05$, mientras en los modelos de jaula y pastoreo no existió diferencia significativa, siendo el valor $P < 0,05$. En los meses 2, 3 y 4 se encontró diferencia significativa en los tres modelos de producción, siendo el valor $P < 0,05$. Se logró determinar que el sistema de pastoreo en términos de cantidad de huevos/ave/alojada durante las semanas de evaluación, en comparación con piso y jaula, mostró que con mejores condiciones de bienestar animal se obtiene casi la misma cantidad de huevo/ave/alojada que con el manual de la Hy-Line Brown, con un número de 6,54 huevo/ave/alojada.

RESULTADOS DE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL HUEVO

En los huevos producidos en el sistema de pastoreo, se encontró que el porcentaje de humedad fue de 74,4%, el de proteína 13,4% y el de extracto etéreo 11,9%, siendo más altos que en los otros dos sistemas (piso y jaula). Estudios realizados por Austic (1994) encontraron que el contenido de proteína del huevo de gallina fue de 13%. La mayoría de las investigaciones en gallinas ponedoras se han centrado en aspectos etológicos y productivos, prestándole poca atención a la calidad del huevo. El huevo es un indicador diario de la interacción entre la gallina y su medio ambiente, por lo que medir su calidad puede ser útil para valorar el bienestar de los animales. En este sentido, se ha sugerido que la competencia de las gallinas por los recursos presentes en las jaulas podría causar un cierto grado de estrés, ya que disminuye la densidad de la cáscara y la intensidad de su color.

TABLA 7. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL HUEVO

Análisis	Piso	Jaula	Pastoreo
Humedad (%)	73,2	72	74,4
Ceniza (%)	6,1	5,7	3,6
Proteína (%)	12,9	13	13,4
Extracto etéreo	10,3	11	11,9

ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE LOS TRES SISTEMAS PRODUCTIVOS

TABLA 8. COSTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN POR ANIMAL/19 SEMANAS (133 DÍAS)

	Ítem	Piso	Jaula	Pastoreo
1	Valor terreno	\$ 390	\$ 455	\$ 7 812
2	Valor instalaciones	\$ 14 880	\$ 20 833	\$ 2 083
3	Mano de obra	\$ 6 300	\$ 6 300	\$ 6 300
4	Servicios	\$ 2	\$ 2	\$ 1
5	Compra de gallinas	\$ 11 500	\$ 11 500	\$ 11 500
6	Costo del alimento	\$ 15 252	\$ 15 252	\$ 13 884
	Total unitario	\$ 48 324	\$ 54 342	\$ 41 580
	Total por sistema (600 gallinas)	\$ 28 994 400	\$ 32 605 200	\$ 24 948 000

TABLA 9. INGRESO TOTAL DURANTE LAS 19 SEMANAS EVALUADAS

Ítem	Piso	Jaula	Pastoreo
Venta de huevos	\$ 13 421 250	\$ 12 680 750	\$ 17 379 300
Venta gallinas	\$ 2 945 000	\$ 2 965 000	\$ 4 500 000
Total	\$ 16 366 250	\$ 15 645 750	\$ 21 879 300

Para el indicador del valor comercial y la venta de las gallinas, en la Granja San Miguel las gallinas se vendieron a un solo comprador a un precio de \$5 000 pesos cada una, mientras que en Guausa se hizo individualmente, a \$7 500 pesos cada una.

Estos resultados nos muestran que durante el periodo evaluado la inversión fue mucho más alta en los sistemas de piso y jaula en comparación con el sistema de pastoreo, ya que las instalaciones son en material y más costosas que en el sistema de pas-

toreo, cuya inversión inicial es menor, así como el riesgo de ésta. Las diferencias negativas económicas son evidentes, ya que la relación de ingresos ver sus egresos sólo se determinaron hasta la semana 35 de postura (en total 19 semanas de investigación/133

días). Para poder determinar si el estudio es factible económicamente durante toda la vida productiva de las gallinas en los tres sistemas productivos, se hizo una proyección hasta la etapa final, avaluando hasta la semana 60 de vida (50 semanas de postura).

TABLA 10. ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO DURANTE LAS 19 SEMANAS EVALUADAS

Ítem	Piso	Jaula	Pastoreo
Egresos	\$ 28 994 400	\$ 32 605 200	\$ 24 948 000
Ingresos	\$ 16 366 250	\$ 15 645 750	\$ 21 879 300
Diferencia	-\$ 12 628 150	-\$ 16 959 450	-\$ 3 068 700

TABLA 11. COSTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN POR ANIMAL POR 60 SEMANAS

	Ítem	Piso	Jaula	Pastoreo
1	Valor terreno	\$ 390	\$ 455	\$ 7 812
2	Valor instalaciones	\$ 14 880	\$ 20 833	\$ 2 083
3	Mano de obra	\$ 19 000	\$ 19 000	\$ 19 000
4	Servicios	\$ 10	\$ 10	\$ 5
5	Compra de gallinas	\$ 11 500	\$ 11 500	\$ 11 500
6	Costo del alimento	\$ 52 500	\$ 52 500	\$ 47 250
	Total unitario	\$ 98 280	\$ 104 298	\$ 87 650
	Total por sistema	\$ 58 968 000	\$ 62 578 800	\$ 52 590 000

TABLA 12. ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO DURANTE LAS 60 SEMANAS EVALUADAS

Ítem	Piso	Jaula	Pastoreo
Venta de huevos	\$ 42 382 750	\$ 40 044 250	\$ 54 882 000
Venta gallinas	\$ 2 945 000	\$ 2 965 000	\$ 4 500 000
Total	\$ 45 327 750	\$ 43 009 250	\$ 59 382 000

TABLA 13. ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO DURANTE LAS 60 SEMANAS EVALUADAS

Ítem	Piso	Jaula	Pastoreo
Egresos	\$ 58 968 000	\$ 62 578 800	\$ 52 590 000
Ingresos	\$ 45 327 750	\$ 43 009 250	\$ 59 382 000
Diferencia	-\$ 13 640 250	-\$ 19 569 550	\$ 6 792 000

Al realizar un análisis económico costo beneficio “proyectado” al final (50 semanas de postura o 420 días) se puede determinar que el sistema de pastoreo es más eficiente que los otros dos sistemas, con una ganancia de \$ 6 792 000. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en los sistemas de piso y jaula las instalaciones son más costosas y, por tanto, el retorno del dinero sería a mayor tiempo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo de investigación fue posible determinar que los índices de bienestar animal van ligados entre sí, ya que los animales mantenidos en un sistema de pastoreo presentan mayores niveles de producción, calidad y cantidad de huevo, comparados con los registrados en los animales mantenidos en confinamiento, como es el caso de los sistemas de piso y jaula.

El sistema de pastoreo permitió condiciones de bienestar y producción más ventajosas que en los otros dos modelos evaluados, ya que las gallinas necesitan de una serie de comportamientos que permitan explotar su potencial productivo, lo cual se vio reflejado en los siguientes indicadores: densidad, temperatura, humedad relativa, caudal de aire, intensidad lumínica, al igual que en los indicadores de lesiones o alteraciones que sufren los animales al estar en condiciones adversas, como estado de plumaje, grado de suciedad, presencia de heridas y lesiones, longitud de uñas, condición corporal, mortalidad, estereotipias (volar, correr, aletear, forrajeo, selección del nido, excavar, baño de polvo, caminar), canibalismo y test de reacción de miedo.

Todos estos indicadores van ligados a una mejor producción, demostrada en los parámetros productivos consumo de alimento (99,4 gramos), mortalidad (0%), porcentaje de postura (76,6%) y huevo/ave/alojada (5,36), lo que nos muestra que los sistemas de piso y jaula, por tener mayor densidad e instalaciones, no permiten el desarrollo de comportamientos norma-

les, necesarios para que las gallinas desarrollen su producción, así como las condiciones mínimas de calidad de vida.

En cuanto a la calidad y las propiedades del huevo no hay diferencias significativas, sólo se pudo observar una mayor cantidad de proteína en las gallinas mantenidas en pastoreo, posiblemente por la propiedad que poseen para encontrar otros tipos de alimento, como el pasto o insectos que se puedan encontrar en las instalaciones.

En cuanto al nivel costo-beneficio, podemos determinar que con las gallinas mantenidas en pastoreo se pueden obtener los rendimientos en menor tiempo, ya que al producir mayor cantidad, mejor calidad y a mejor precio de venta la recuperación de la inversión se da por anticipado. Esto sin demeritar que los sistemas creados en confinamiento sirven para alojar mayor número de animales por metro cuadrado y que pueden ser altamente productivos en condiciones adecuadas.

Es importante la continuación de este trabajo hasta el final del proceso productivo, ya que ayuda a reconocer con certeza los índices económicos que pueden ser valorados en una explotación con diferentes líneas genéticas con una mayor población existente. En cualquier tipo de explotación los ingresos se dan no al primer ciclo, sino en ciclos sucesivos, ya que el costo inicial de la inversión es alto. En el caso del sistema de pastoreo, se puede obtener un ingreso al final del primer ciclo productivo.

Para futuros trabajos, es importante seguir avanzando en la normatividad nacional e internacional sobre el confinamiento de animales de producción, así como la calidad de vida con el objetivo de obtener un producto de buena calidad.

Asimismo, es importante que otros trabajos puedan ser llevados a cabo en sistemas de pastoreo con di-

ferentes calidades de alimento, disminuyendo aún más los costos de concentrado, que aumentan constantemente, así como la elaboración de un balance nutricional suplementando a las gallinas con proteínas de tipo animal, como lombricultivos, que pueden elevar los niveles de proteína y energía, siendo más eficiente para las gallinas en pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de La Salle y al programa de Zootecnia por el apoyo prestado y a todos los que colaboraron durante este estudio y contribuyeron para que esta investigación se llevara a cabo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamsson, P., Tauson R. y Apleby, M. (1995). Performance of tour hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Acta Agric. Scand., Sec. Anim. Sci.*, 45, 286-296.
- Appleby, M., Walker, A., Nicol, C., Lindberg, A., Freire, R., Hughes, B. y Elson, H. (2002). Development of furnished cages for laying hens *British Poultry Science*, 43, 489-500.
- Appleby, M., Smith, S. y Hughes, B. (1993). Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: effects of design on behavior and welfare. *British Poultry Science*, 34, 835-847.
- Austic, R. (1994). *Producción avícola*. 13ª edición. México: Editorial Manual Moderno.
- Barrantes, C. Víquez, R. Taylor, R. Botero, S. y universidad Earth. (2003). Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica. *Tierra Tropical*.
- Bilicik, B. y Keeling, L. (1999). Changes in feather condition in relation to feather pecking an aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science*, 40, 444-451.
- Blokhuis, H. y Metz, J. (1995). Aviary housing for laying hens. IMAGDLO report 95-31, Wageningen, Países Bajos.
- Büttow, F. (2005). *Gallinas ponedoras comerciales*. España: Universidad de Zaragoza.
- Campo, J. y Muñoz, I. (2001). Relationship between dust bathing activity and stress or fear-related responses in white, tinted and brown egg breeds of chickens. *Geflügelk*, 65(2), 88-91.
- Craig, J. y Swanson, J. (1994). Review: Welfare perspectives on hen kept for egg production. *Poultry Science*, 73, 921-938.
- Dawkins, M. (2003). Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. *Zoology*, 106(4), 383-387.
- Downing, J. y Bryden, W. (2002). A non-invasive test of stress in laying hens. RIRDC. Extraído desde: <http://www.ridrc.gov.au/reports/EGGS/01-143-sum.html>
- El-Lethey, H., Aerni, V., Jungi, T. y Wechsler, B. (2000). Stress and feather Pecking in laying hens in relation to housing conditions. *British Poultry Science*, 41, 22-28.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (2003). Cría de aves de corral, un salvavidas para campesinos pobres. Extraído desde: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/13201-es.html>
- Farm Animal Welfare Council. (1993). Report on priorities for animal welfare resarch and development. Farm Animal Welfare Council, Surbiton, 26 pp.
- Fiks-Van Niekerk, T., Reuvekamp, B. y Van Emous, R. (2002). Abrasive devices for laying hens in cages. *Geflügelk 11th European Poultry Conference*, Alemania, Bremen.

- Gentle, M. (1999) Measurements of pain, distress and discomfort in poultry and other birds. En Gibson, T. y Paterson, D. (pp. 92-95).
- Hy-Line Variedad Brown. (2005-2007). Guía de manejo comercial.
- Jones, R. (1996). Fear and adaptability in poultry: insights, implications, and imperatives. *World's Poultry Science Journal*, 52, 131-174.
- North, M. y Donald, D. (1998). *Manual de producción avícola*. Tercera edición. México: Editorial El Manual Moderno.
- Olsson, I., Keeling, L. y Duncan, I. (2002). Why do hens sham dustbathe when they have litter? *Applied Animal Behaviour Science*, 76, 53-64.
- Salatin, J. (1999). *Pasture poultry profits*. Virginia: Polyface.
- Sauveur, B. (1992). *Reproducción de las aves*. Madrid: Mundi Prensa.
- Short, F., Walker, A. y Elson, A. (2001). Egg shell density in furnished cages: Effect of dustbath and perch provision. *British Poultry Science*, 41, 77-78.
- Tauson, R., Wahlstrom, A. y Abrahamsson, P. (1999). Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers. *Journal Applied Poultry Research*, 8, 152-159.
- Taylor, A. y Hurnik, J. (1994). The effect of long-term housing in an aviary and battery cages on the physical condition of laying hens: Body weight, feather condition, claw length, foot lesions and tibia strength. *Poultry Science*, 73, 268- 273.
- Walker, A. y Hughes, B. (1998). Egg shell colour is affected by laying cage design. *British Poultry Science*, 39, 696-699.