



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**Programa de Maestría y Doctorado en
Ciencias de la Producción y Salud Animal**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Evaluación del bienestar animal en gallinas de postura Bovans
White en dos tipos de alojamiento**

T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS**

P R E S E N T A:

Octavio Villanueva Sánchez

Directora de la Tesis: Dra. Silvia Carrillo Domínguez
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Comité Tutorial: Dr. Ernesto Ávila González
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM
Dr. Genaro C. Miranda de la Lama
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Octubre 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

Doy gracias al Creador, por darme la fuerza para aceptar lo que no puedo cambiar, el valor para cambiar lo que puedo y la sabiduría para saber la diferencia.

A mi madre, que gracias a su ejemplo como ser humano integro y el amor que profesa a su familia en la eternidad sigue siendo luz brillante en mi vida.

A mi padre, que pudo ver cristalizado mis objetivos como estudiante, y que con su constancia y disciplina es ejemplo para cada meta que me propongo.

A mi hermana Leticia, y a mis hermanos José, Fernando y Humberto, por que en su momento ante la incertidumbre fueron mi ejemplo para seguir estudiando y alcanzando mis metas.

A mi maestros de escuela y de vida por su apoyo incondicional para mi formación como profesionista y ser humano.

Agradecimientos

A la Dra. Silvia Carrillo Domínguez por su invaluable ayuda, apoyo y asesoramiento para que la realización de este trabajo de tesis fuese posible.

Al Profesor emérito M en C Ernesto Ávila González, por su valiosa ayuda, consejos y amistad para la realización de este trabajo de tesis

Al M en C Roberto Chavira Ramírez del Departamento de Biología de la Reproducción del INCMNSZ, por su amistad e invaluable ayuda para la realización de las técnicas en la determinación de hormonas. Al Dr. Antonio Villa Romero, por su amabilidad y apoyo durante el análisis estadístico de este trabajo.

A todo el personal del CEIEPAv por su invaluable ayuda para hacer posible este trabajo de tesis.

A mi comité tutorial por su apoyo, paciencia y consejos para hacer posible esta tesis. A mis sinodales: Dra. María del Pilar Castañeda Serrano, Dra. Angélica María Terrazas García, Dra. Silvia Carrillo Domínguez, Dr. Ernesto Ávila González y Dr. Francisco Aurelio Galindo Maldonado, por su valiosa ayuda en la revisión y corrección de la tesis.

Un agradecimiento en especial a mis amigos y compañeros del Departamento de Nutrición Animal del INCMNSZ por su amistad y apoyo durante mi estancia en el Instituto. A la QFB Irene Torres Acosta, amiga y compañera, y a los entusiastas alumnos de servicio social del Departamento por su ayuda en la evaluación de la calidad física del huevo.

Un sincero agradecimiento a la MVZ Mónica Martínez Marcial por su enorme ayuda en todo el desarrollo del trabajo de tesis en su parte experimental y en el procesamiento de las muestras en el CEIEPAv y en el INCMNSZ.

A todo el personal de posgrado de la FMVZ, especialmente a la M en C Clara Aguillón García, por su invaluable ayuda en los procesos administrativos.

Agradecimiento especial al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, cuya beca otorgada (Núm. de CVU 91572) hizo posible estudiar el doctorado.

INDICE GENERAL

	Página
Índice de cuadros	IV
Índice de figuras	V
Resumen	1
Abstract	2
I. Introducción	3
II. Antecedentes	5
III. Justificación	13
IV. Hipótesis	13
V. Objetivos	13
VI. Materiales y métodos	14
VII. Resultados	25
VIII. Discusión	42
IX. Conclusiones	51
X. Literatura citada	52
XI. Anexos	59

Artículo 1. Octavio Villanueva-Sánchez, Silvia Carrillo-Domínguez, Ernesto Ávila-González. **2017.** A Review: Hens Laying Welfare Indicators, A World View. IJSRST 3 (1): 01-08.

Artículo 2. 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(1):1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.5>

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Descripción, ventajas y desventajas de sistemas de alojamiento para gallina de postura	4
Cuadro 2. Conductas expresadas por las gallinas	20
Cuadro 3. Frecuencia en la expresión de conductas de las gallinas Bovans White alojadas en jaula a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad	27
Cuadro 4. Tiempo dedicado por las gallinas Bovans White alojadas en jaula a expresar diferentes conductas a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad ..	28
Cuadro 5. Frecuencia en la expresión de conductas de las gallinas Bovans White alojadas en piso a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad	30
Cuadro 6. Tiempo dedicado por las gallinas Bovans White alojadas en piso a expresar diferentes conductas a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad...	31
Cuadro 7. Frecuencia (expresada en porcentaje) con que las gallinas alojadas en jaula <i>versus</i> piso manifestaron diferentes conductas durante el estudio	33
Cuadro 8. Tiempo (expresado en porcentaje) que dedicaron las gallinas alojadas en jaula <i>versus</i> piso para expresar diferentes conductas durante el estudio.....	33
Cuadro 9. Frecuencia (promedios) con que las gallinas alojadas en jaula <i>versus</i> piso expresaron diferentes conductas durante el estudio	35
Cuadro 10. Tiempo (promedio en minutos) de las gallinas alojadas en jaula <i>versus</i> piso dedicaron a expresar diferentes conductas durante el estudio	35
Cuadro 11. Estado de salud de las gallinas Bovans White alojadas en jaula.....	36
Cuadro 12. Estado de salud de las gallinas Bovans White alojadas en piso	36
Cuadro 13. Comparación del estado de salud de las gallinas Bovans White alojadas en jaula <i>versus</i> piso	37
Cuadro 14. Calidad interna y externa del huevo de gallinas alojadas en jaula	38
Cuadro 15. Calidad interna y externa del huevo de gallinas alojadas en piso	39
Cuadro 16. Comparación de la calidad interna y externa del huevo de gallinas alojada en jaula <i>versus</i> piso	40
Cuadro 17. Variables productivas de las gallinas alojadas en jaula	40
Cuadro 18. Variables productivas de las gallinas alojadas en piso	41
Cuadro 19. Comparación de las variables productivas de las gallinas alojadas en jaula <i>versus</i> piso	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mecanismos de respuesta al estrés	8
Figura 2. Caseta utilizada para las gallinas ponedoras durante el estudio	13
Figura 3. Jaulas en las que se mantuvo alojadas a las gallinas (860 cm ² /ave) ...	14
Figura 4. Alojamiento de las gallinas en piso (1.2 m ² /ave)	14
Figura 5. Calificación asignada de acuerdo con la condición de la pluma	18
Figura 6. Calificación asignada de acuerdo con la condición de las patas	19
Figura 7. Calificación asignada de acuerdo con la condición de la cresta	19
Figura 8. Procedimiento para la evaluación de la calidad interna y externa del huevo	20

Resumen

A partir de la última década del siglo pasado, y a la fecha, el bienestar de las gallinas ponedoras ha sido un tema que ha despertado gran interés entre la sociedad a nivel mundial. Diversos sectores consideran que el sistema de alojamiento en jaula proporciona un bienestar deficiente a las gallinas ponedoras, aducen que, bajo este tipo de alojamiento las aves no pueden expresar varios de sus comportamientos naturales. En Europa, esta situación derivó en la promulgación de leyes que prohíben el alojamiento de las gallinas ponedoras en jaulas convencionales, ofreciendo como alternativas, las jaulas enriquecidas o sistemas de producción en piso tipo granero y aviario, sistemas que permiten a las gallinas expresar una mayor cantidad de conductas. Sin embargo, otros estudios consideran que, al mantener a las gallinas libres de jaula existe una mayor probabilidad de canibalismo. Las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de alojamiento han generado una gran controversia, y el debate aún continúa. El objetivo del presente trabajo fue evaluar, mediante métodos no invasivos, el bienestar de gallinas ponedoras Bovans White alojadas en jaula y en piso. Para ello, 50 gallinas fueron alojadas en jaula ($860 \text{ cm}^2/\text{ave}$) y otras 50 en piso ($1.22 \text{ m}^2/\text{ave}$), durante un período de 40 semanas. En ambos casos, la edad de las aves fue de 20-22 semanas de edad. Las variables evaluadas fueron, expresión de conductas, estado de salud, calidad interna y externa del huevo y las variables productivas. Los **resultados** mostraron que las gallinas en piso presentaban una mayor cantidad de conductas ($p \leq 0.05$) y un mejor estado de salud que las gallinas en jaula de acuerdo con el porcentaje acumulado. La calidad interna y externa del huevo, fue similar entre los dos grupos y por tanto no hubo diferencias significativas ($p \geq 0.05$). Por otra parte, las gallinas en jaula y piso mostraron al final del estudio similares resultados en las variables productivas que se mostraron como datos tabulados. La apropiada densidad poblacional aplicada en cada tipo de alojamiento seguramente influyó en la respuesta de las gallinas, observada durante la evaluación de cada variable. Se concluye que el alojamiento en piso de las gallinas favorece un mejor bienestar que en jaula, expresando un mayor repertorio de conductas propias de la especie, un mejor estado de salud, y similares resultados en calidad interna y externa del huevo, así como en las variables productivas.

Abstract

From the last decade of the last century, and to date, the welfare of laying hens has been a topic that has aroused great interest among society worldwide. Various sectors consider that the cage housing system provides poor well-being for laying hens, they argue that, under this type of housing, birds cannot express several of their natural behaviors. In Europe, this situation led to the enactment of laws that prohibit the housing of laying hens in conventional cages, offering as alternatives, enriched cages or production systems in a barn-type floor and aviary, systems that allow the hens to express a greater amount of behaviors. However, other studies consider that, by keeping hens cage-free, there is a greater probability of cannibalism. The advantages and disadvantages of different housing systems have generated a lot of controversy, and the debate continues. The objective of the present work was to evaluate, through non-invasive methods, the welfare of Bovans White laying hens housed in cage and on the floor. For this, 50 hens were housed in a cage (860 cm² / bird) and another 50 in the floor (1.22 m² / bird), for a period of 40 weeks. In both cases, the age of the birds was 20-22 weeks old. The variables evaluated were, expression of behaviors, state of health, internal and external quality of the egg and the productive variables. **The results** showed that the hens on the floor presented a greater number of behaviors and a better state of health of the plumage, legs, and comb than the hens in the cage according to the accumulated percentage. The internal and external quality of the egg was similar between the two groups and therefore there were no significant differences ($p \geq 0.05$). On the other hand, the hens in cage and floor showed similar results at the end of the study in the productive variables that were shown as tabulated data. The appropriate population density applied in each type of housing surely influenced the response of the hens, observed during the evaluation of each variable. It is concluded that the floor housing of the hens favors a better welfare than in the cage, expressing a greater repertoire of behaviors typical of the species, a better state of health, and similar results in internal and external quality of the egg, as well as in the productive variables.

Introducción

En tiempos recientes, el interés por el bienestar de la gallina para postura ha ido en constante aumento. Gran parte de la actual legislación europea sobre el bienestar de las gallinas ponedoras ha sido influenciada, más por el público y grupos activistas, que por evidencias científicas. Ellos consideran que las jaulas convencionales proporcionan un pobre bienestar a las gallinas ponedoras, ya que les impide expresar varios de sus comportamientos naturales. Estos grupos lograron que la legislación de la Unión Europea (UE) prohibiera este sistema de alojamiento, en favor de las jaulas enriquecidas con 750 cm² de espacio por gallina, provisto de perchas y material para anidación (Bulmer y Gil, 2008). Un gran número de empresas en Estados Unidos y Canadá se sumaron a esta legislación, presionadas por el público consumidor y organizaciones ambientalistas. En los Estados Unidos de Norteamérica se espera que para el año 2025 más del 90% de la producción de huevo para plato se lleve a cabo en sistemas libres de jaulas (Regmi *et al.*, 2018). Mientras tanto en México, más de 40 empresas, como Costco, Taco Bell, Starbucks, Starwood International, Nestlé, Subway y Kraft Heinz han hecho anuncios respecto a comprar sólo huevo de gallinas en semilibertad. Mientras que empresas como Burger King, Hyatt y Grupo Bimbo se pusieron como meta hasta el 2025, para dejar de adquirir huevo producido de gallinas alojadas en jaulas (Villamil, 2016). En respuesta a ello, Bachoco ya comercializa una marca de huevo producido por gallinas sin jaula. Sin embargo, aunque el sistema de producción en jaula convencional ha sido criticado por limitar la capacidad de las gallinas para expresar ciertas conductas, a la fecha sigue siendo el principal sistema de alojamiento para las gallinas ponedoras en el mundo, excepto en Europa. (Khumput *et al.*, 2018).

Debido a las diferencias que existen en diversas fuentes con relación a la descripción de alojamiento para gallinas, existe una referencia (AVMA. Laying Hen Housing, 2012), que describe puntualmente los sistemas de alojamiento conocidos, como se muestra en el cuadro 1, lo que permite estandarizar además de la descripción, las ventajas y desventajas de cada sistema de alojamiento.

Cuadro 1. Descripción, ventajas y desventajas de sistemas de alojamiento para gallina de postura

Alojamiento	Descripción	Ventajas	Desventajas
Jaula convencional	Jaula de alambre que aloja de 3 a 6 aves y tienen piso inclinado.	Se reduce la exposición a peligros del medio ambiente y jerarquización social. Se reduce la frecuencia de picoteo y mortalidad. Hay monitoreo, bioseguridad y calidad del aire.	Hay restricción en la expresión de conductas naturales. Existe un riesgo variable relacionado a presentar lesiones durante el alojamiento, así como picoteo de la pluma.
Jaula enriquecida	Alojamiento que provee accesorios adicionales que incluyen perchas, caja para nido, material para cama, área de rascadero y más espacio por gallina.	Proporciona accesorios adicionales para beneficios específicos: perchas que mejoran la fuerza en los huesos, así como la salud de las patas y garras. Proporciona nidos, lo que se refleja en un porcentaje de huevos rotos muy similar a la jaula convencional. Incrementa la oportunidad en la expresión de conductas naturales tales como caminar, aletear y estirarse.	Algunos de los accesorios pueden ser un riesgo potencial para causar daño en las aves, alberga vectores o parásitos que causan enfermedades, o provocar agresión entre las aves. En el caso de perchas mal diseñadas, éstas pueden incrementar los porcentajes de desviación de la quilla y patas vacilantes.
Aviario	Cobertizo en donde las gallinas están en el piso y tienen acceso al material de cama y cajas para nido con la adición de perchas.	Se mejoran la fuerza de los huesos. Se incrementan las expresiones de conductas como forrajeo, baño de tierra y conductas relacionadas con la comodidad de las aves, así como la reducción de estereotipas.	Exposición a vectores causantes de enfermedades. Mayor mortalidad por picoteo y coccidiosis. Incremento de amoniaco, polvo y bacterias, que provocan queratoconjuntivitis. Incrementa la hiperqueratosis por el uso de perchas. Sufren las gallinas más lesiones en la quilla como resultado de pasar de una percha a otra o durante el vuelo de la percha al piso.
Granero	Cobertizo en donde las gallinas están en el piso y tienen acceso a material de cama y cajas para nido.	Se mejoran la fuerza de los huesos. Se incrementan las expresiones de conductas como forrajeo, baño de tierra y conductas relacionadas con la comodidad en las aves, así como la reducción de estereotipas. Bajos niveles de hiperqueratosis por no haber perchas.	Exposición a vectores causantes de enfermedades. Mayor mortalidad por picoteo y coccidiosis. Incremento de amoniaco, polvo y bacterias, que provocan queratoconjuntivitis.
Rango libre o Range free	Alojamiento donde se permite el acceso a un área fuera del cobertizo durante el día.	Las gallinas tienen libre acceso fuera y dentro de su cobertizo, lo que les da un rango mayor de expresión de sus conductas naturales, y tienen una mejor condición del plumaje.	Las gallinas están expuestas a toxinas, aves silvestres y sus enfermedades, predadores y climas extremos. Se acaban prácticamente los recursos naturales cercanos a su cobertizo, ya que las gallinas evitan explorar lugares más lejanos en busca de recursos para alimentarse, lo que puede ocasionar posteriormente una alta incidencia de picoteo de la pluma.

Últimamente algunos autores señalan que las gallinas alojadas en piso presentan mejor rendimiento productivo (Itza-Otiz et al., 2016) y pueden expresar un mayor número de conductas (Camphell et al., 2017), que las gallinas alojadas en jaula. Sin embargo, algunos autores enfatizan que el sistema de jaulas proporciona un mejor monitoreo, bioseguridad y calidad del aire (AVMA. Laying Hen Housing, 2012), y que cambiar de un sistema de jaulas convencionales a un sistema sin jaulas afecta la calidad e higiene de los huevos (Holt P.S. et al, 2011).

En el caso particular de México, el principal sistema de alojamiento es de jaulas convencionales, pero por situaciones sociales y culturales también coexisten otros sistemas. A pesar de que, México es el primer consumidor y tercer productor mundial de huevo para plato (UNA, 2019), son pocos los trabajos científicos publicados en el país, en los que se haya evaluado el bienestar animal en gallinas, y en la mayoría de ellos no se han considerado en un mismo estudio, aspectos como la expresión de conductas, el estado de salud, las variables productivas y la inocuidad alimentaria.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el bienestar animal de gallinas ponedoras Bovans White alojadas en jaula y en piso, a través de métodos no invasivos, como son la expresión de conductas, estado de salud, calidad física del huevo y las variables productivas.

Se espera que los resultados generados a partir de este trabajo de tesis constituyan un referente en materia de bienestar animal para la gallina ponedora Bovans White, que es la línea más utilizada en México.

II. Antecedentes

2.1 Consumo y producción de huevo en México

Por muchos años, México se ha constituido como el primer país consumidor de huevo fresco a nivel internacional. A nivel nacional, el consumo se ha incrementado. En 2008 era de 21.17 kg *per cápita* anual y en 2019 fue de 23.3 kg, es decir que, en promedio, cada mexicano consume un huevo por día. Son muchas las razones que han favorecido un incremento en el consumo de este alimento, entre ellas: su excelente valor nutritivo, su versatilidad y facilidad

para ser preparado de diferentes maneras, su asequibilidad y su precio (UNA, 2019).

En México la avicultura aporta, aproximadamente, un tercio del PIB agropecuario nacional. La avicultura para huevo ha buscado ser más eficiente cada día, para lo que ha trabajado de manera constante en cuatro variables: genética, nutrición, infraestructura y medio ambiente, manejo y salud (Taylor, 2018). El aumento en el consumo ha podido ser satisfecho, en gran parte, porque la industria avícola es una de las industrias pecuarias más dinámicas en el país. Su participación en el sector pecuario es del 63.8% de la producción total generando aproximadamente 1.291 millones de empleos. En el año 2017 se produjeron 127.3 millones de cajas de huevo de gallina, lo que ubicó a México como el tercer productor mundial. En 2019, la producción de huevo en México mostró un crecimiento del 3 por ciento. El mayor productor es el estado de Jalisco con un 53.4%, seguido por el estado de Puebla con 13.4%, Sonora con 8.3%, la zona de La Laguna con 5.3% y Yucatán 5.2% (UNA, 2019).

A la fecha, la industria avícola continúa invirtiendo en bioseguridad, modernización de la planta productiva, plantas de incubación, plantas de alimento, rastros para gallinas, biodigestores e industrialización de la pollinaza y gallinaza; y realiza gestiones para iniciar operaciones del Fondo Nacional de Aseguramiento Avícola que tiene por objetivo atender contingencias sanitarias (UNA, 2019).

Toda esta actividad ha generado un consumo importante de insumos agrícolas requeridos para la alimentación de los animales (UNA, 2019). A este respecto, es importante considerar que para el año 2050 la población mundial se incrementará hasta alcanzar los 9.3 mil millones de habitantes; lo que preocupa de sobremanera la capacidad de producción de proteína de origen animal para satisfacer las necesidades futuras (Taylor, 2018).

2.2 Sistemas de alojamiento para gallinas ponedoras en México

En México, se utiliza generalmente el sistema de alojamiento en batería o jaula. La población de gallinas en esta modalidad está conformada por aproximadamente 161.1 millones de aves. Las líneas genéticas de huevo con mayor participación son: Bovans (64%) y Hy line (20%) (UNA, 2019). Se estima

que sólo 0.22% de la producción nacional de huevo es libre de jaula, lo que corresponde a más de 350 mil gallinas (UNA, 2019).

Por lo que respecta a la avicultura de traspatio, ésta se caracteriza por ser una actividad de apoyo a la economía familiar, ocupando la fuerza de trabajo de las amas de casa y los niños. Sin embargo, aunque es una actividad popular en las familias rurales, se enfrenta a diversos factores que la limitan, como son los modernos sistemas de producción, la introducción de material genético exótico, los escasos recursos económicos que genera, la urbanización de las comunidades, la limitación en el desarrollo de algunas estirpes de gallina, la demanda cambiante de los mercados y la poca o nula aplicación de tecnología y control sanitario (Sánchez Gutiérrez, 2012; Sánchez y Torres, 2014).

En México, 35% del inventario avícola corresponde a la avicultura de traspatio, siendo los estados de Oaxaca (12.7%), Puebla (11.8%), México (9.8%) y Veracruz (7.9%) donde se puede encontrar una mayor concentración de aves de traspatio (Sánchez Gutiérrez, 2012).

La descripción de cada tipo de alojamiento para gallinas presenta algunas diferencias entre autores (ver cuadro 1), por ello, y con el fin de estandarizar los términos que se usan en el presente documento, por tal motivo se utilizarán las definiciones dadas por la American Veterinary Medical Association (AVMA,2012).

2.3 Bienestar Animal

En 1986, el Profesor Donald Broom, primer profesor de bienestar animal en la Universidad de Cambridge en Reino Unido definió bienestar como “el estado de un animal en relación con sus intentos por enfrentarse al medio ambiente” (Broom, 1991). La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, Organización Internacional de Epizootias), lo define como “el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere” (Taylor 2018) incluye las cinco libertades universalmente reconocidas, como son, el derecho de los animales a vivir:

- libre de hambre, de sed y de desnutrición
- libre de temor y angustia
- libre de molestias físicas y térmicas
- libre de dolor, de lesión y de enfermedad
- libre de manifestar un comportamiento natural

El bienestar de las aves es importante por motivos tanto éticos como prácticos. Desde el punto de vista ético, las aves tienen un grado suficiente de conciencia o “capacidad de sentir” y sufrir si su salud es deficiente; o sentir privaciones si están mal alojadas. (Itza *et al.*, 2013). Además de ser el animal domesticado más abundante en el planeta, se encuentran a la par con muchos mamíferos en términos de su nivel de inteligencia, sofisticación emocional e interacción social (Marino 2017). Desde el punto de vista práctico, los consumidores valoran el bienestar de las aves en confinamiento, de modo que los productores que procuran bienestar a sus parvadas pueden tener un mejor acceso a los mercados (Itza *et al.*, 2013).

Durante los últimos veinte años se han realizado importantes progresos en la elaboración de métodos válidos para medir el bienestar de las aves de corral, por lo que una medición precisa es el primer paso para lograr una mejora al respecto. La detección de problemas de bienestar constituye un poderoso incentivo económico para adoptar medidas correctivas, ya que una mejora en el bienestar de las aves aumenta la producción. En algunos países se han prohibido (y en otros tienen la intención de hacerlo) los sistemas de alojamiento con jaulas convencionales para las gallinas ponedoras, ya que la opinión pública y grupos de activistas arguyen que bajo este sistema de alojamiento se afecta el bienestar de las gallinas y que además están en constante estrés (Itza *et al.*, 2013). Por otra parte, Miranda (2008) menciona que el término Bienestar Animal, es mucho más que confort, y está vinculado con la interacción de un individuo con el medio. El equilibrio que implica el bienestar animal puede encontrarse en tres situaciones: 1) si la adaptación al ambiente es imposible, el animal enfermará o morirá, en consecuencia la morbilidad y mortalidad son indicadores de la pérdida de bienestar, 2) la adaptación al ambiente puede ser posible, pero con un costo orgánico importante a través del estrés, que definitivamente no

ocasiona la muerte del animal, pero contribuye a vivir con bienestar pobre y 3) un animal puede encontrarse en un ambiente adecuado y pleno, de manera que no suponga ningún costo orgánico importante, siendo en este caso satisfactorio el bienestar. Cuando este delicado equilibrio se rompe diversos indicadores señalarán un estado pobre de bienestar o la pérdida de éste. Todos los animales tienen necesidades, conductuales, ambientales, y alimenticias; dependiendo de la raza, edad, sexo y fin zootécnico. Si estos requerimientos son proporcionados en forma positiva, los individuos estarán en posibilidades de vivir en bienestar

2.4. Mecanismo del estrés

Aunque no existe una definición precisa de estrés, generalmente se refiere a una variedad de respuestas frente a estímulos (estresores) internos o externos que modifican la homeostasis de un individuo. Estos factores pueden ser físicos, fisiológicos, conductuales o psicológicos. La duración del estímulo más que su intensidad, es lo que parece diferenciar su impacto, ya que, si el estímulo es prolongado, generalmente se le considera negativo, y cuando es breve y no se repite, se le considera positivo (Brousset *et al.*, 2005). El estrés físico a corto plazo lo presentan la mayoría de los organismos. Sin embargo, los problemas surgen cuando una respuesta al estrés es activada durante demasiado tiempo o es demasiado frecuente, lo que se refiere a una respuesta que se le ha llamado estrés crónico o de largo plazo (Bulmer y Gil, 2008). Cuando un estímulo actúa sobre los sentidos del animal, el sistema nervioso periférico aferente lo recibe y lo lleva a las áreas sensitivas del sistema nervioso central (SNC). Ante este estímulo, el animal organiza una respuesta (Figura 1) que va enfocada a disminuir el impacto a través del sistema nervioso autónomo y actividad neuroendocrina. Por otra parte, la estimulación de la parte simpática del sistema nervioso autónomo provoca la secreción de catecolaminas a partir de la médula adrenal. La actividad neuroendocrina activa la respuesta del eje hipotálamo-hipófisis-corteza adrenal que empieza con la secreción de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) por el hipotálamo. Esta a su vez, estimula a la hipófisis anterior para que secrete la hormona adenocorticotrópica (ACTH) que induce la secreción de glucocorticoides en la corteza adrenal (Chelini *et al.*, 2006).

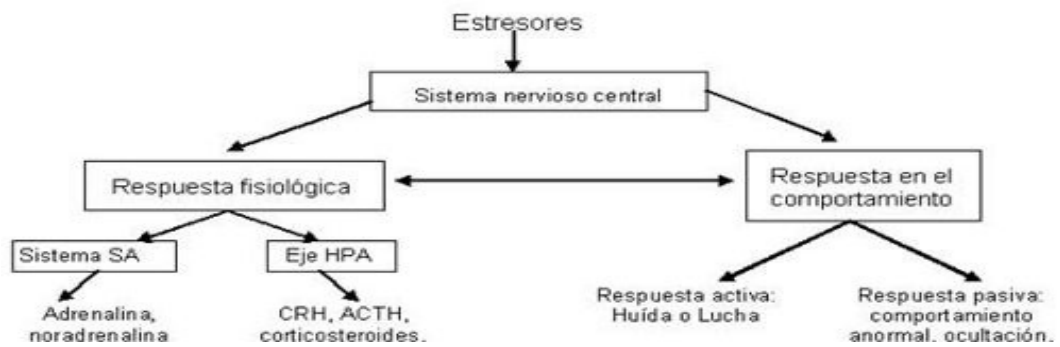


Figura 1. Mecanismos de respuesta al estrés

Tomado de libro: *A clinical guide to the treatment of the human stress response*.
 Autores George Everly, Jr y Jeffrey M. Lating. Editorial Springer 2013.

2.4 Expresión de conductas en las aves

Se sabe que la gallina fue domesticada hace 8000 años aproximadamente, Garnham y Løvlie, (2018), señalan que el repertorio de conductas de las gallinas actuales es similar a sus ancestros, aunque la frecuencia en su presentación puede ser variable.

El repertorio normal de las conductas naturales de las gallinas se expresa cuando se les proporciona un espacio adecuado y acceso a diversos recursos. Así mismo, la expresión de las conductas en las gallinas depende además del alojamiento en que se encuentren, la experiencia previa en ese medio ambiente, así como las condiciones medioambientales durante el desarrollo embrionario, y los efectos epigenéticos (Lay Jr. *et al.*, 2011).

Para entender el comportamiento en las gallinas, se han llevado a cabo estudios del repertorio de conductas en las gallinas domésticas y sus ancestros. Por ejemplo, las gallinas pasan mucho tiempo durante el día picoteando y rascando los sustratos en el suelo; permanecen en las perchas altas durante la noche, y prefieren lugares bien escogidos para los sitios donde hacer su nido (Albentosa *et al.*, 2007).

Por otra parte, los cambios realizados en la Unión Europea con relación al alojamiento de las gallinas ponedoras se han fundamentado en reconocer que la expresión de las conductas naturales es importante para el bienestar de la gallina. A este respecto, los sistemas en cajas convencionales no proporcionan un medio ambiente enriquecido en recursos para las gallinas como lo hacen los

sistemas abiertos, tales como el range-free. Sin embargo, hay que considerar que estos sistemas sin jaulas están sujetos a diferentes riesgos para el bienestar, como el incremento de la exposición a patógenos, predación, alta mortalidad, canibalismo, incremento en la ocurrencia de enfermedades bacterianas, parasitarias y virales en comparación con los sistemas en jaulas (Cook *et al.*, 2011). Sin embargo, en los sistemas con jaulas convencionales no se presentan las conductas naturales tales como baño de tierra, rascar, perchar, aletear, anidación, sumados a factores tales como densidad de la población, estatus social, crianza, que individual y colectivamente impactan el bienestar de las gallinas ponedoras en jaulas (Cook *et al.*, 2011). A este respecto, Lay Jr. *et al.*, 2011, menciona que el bienestar se compromete, cuando las gallinas se motivan a expresar ciertos comportamientos, pero no son capaces debido a la restricción en el alojamiento, resultando en la manifestación de estrés emocional y en la presentación de picoteo de la pluma e histeria, o ambas conductas.

2.6 Otros factores a considerar en la evaluación del bienestar animal en las gallinas ponedoras

Durante muchos años compañías que producen líneas genéticas en gallinas ponedoras, rutinariamente evalúan cientos de miles de aves a través de la selección de líneas genéticas en múltiples ambientes. Los criadores han continuado su labor de adaptar para adaptar a las aves a diferentes ambientes como los productivos por más de 70 décadas. Los criadores evalúan en las áreas de producción de huevo, calidad del huevo, eficiencia, y aspectos reproductivos y de bienestar (Lay Jr. *et al.*, 2011).

Debido a los varios componentes que existen en los diferentes tipos de alojamiento, las gallinas ponedoras pueden sufrir una variedad de problemas en su esqueleto tales como osteoporosis, fatiga de jaula, deformidades de la quilla, hiperqueratosis, dermatitis en las patas, excesivo crecimiento de las garras, bumblefoot, entre otras (Lay Jr. *et al.*, 2011). Aunque en los sistemas de alojamiento sin jaula existen beneficios para las aves como la capacidad de realizar una mayor actividad física, anidación, baños de tierra, y una mayor resistencia ósea; existen también problemas para su estado de salud, como la alta prevalencia de fracturas de la quilla, que oscila entre 45 a 86%, mientras que

la prevalencia de este problema en sistemas de alojamiento en jaula es del 18%. Algunos autores reportan todavía un incremento mayor a 82 y 97% respectivamente para los sistemas de alojamiento en granero y aviarios enriquecidos. Se sabe que las fracturas de quilla contribuyen al aumento de la mortalidad (Petrick *et al.*, 2013).

Por otra parte, la calidad interna y externa del huevo, es considerada también como un indicador de bienestar que está estrechamente relacionado con el tipo de alojamiento de las gallinas. De hecho, se ha constatado que existe un mayor grado de afectación del huevo cuando las aves están alojadas en jaulas versus piso (Rizzi *et al.*, 2006; Holt *et al.* 2011). Además, es superior la producción de huevos en las gallinas alojadas en jaulas en comparación con sistemas sin jaulas. Así mismo, la proporción de huevo sucio es mayor en sistemas sin jaulas (Vits *et al.*, 2005).

Así mismo, en la evaluación de los sistemas de alojamiento es importante tomar en cuenta el desempeño productivo de las gallinas ponedoras, evaluando variables tales como el índice de conversión alimenticia, peso del ave, porcentaje de mortalidad, entre otros (Rizzi *et al.*, 2006; Holt *et al.*, 2011; Golden *et al.*, 2012; Ahammed *et al.*, 2014). El índice de conversión alimenticia puede ser influenciado por el sistema de alojamiento en donde se encuentren las gallinas. El cual es pobre en aviarios y range free en comparación del alojamiento en jaulas. En los sistemas sin jaulas, las gallinas tienen que usar su energía para producir calor y movimiento en el alojamiento, por las bajas densidades y algunas veces bajas temperaturas en esos sistemas. Esto lleva a aumentar su consumo de alimento y un desfavorable índice de conversión alimenticia (Vits *et al.*, 2005). Existen tantos factores a considerar en los sistemas de alojamiento que, se asume que la comparación entre éstos no es práctica, ya que la variación entre granjas en un determinado sistema de alojamiento puede ser muy grande (Downing, 2012).

III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente existe una tendencia creciente a no utilizar jaulas en el alojamiento de las aves de postura, pues diversos grupos activistas y público en el mundo consideran que el alojamiento en jaula afecta su bienestar animal.

En caso de que se aplicara esta medida en México, esto afectaría significativamente a los avicultores, ya que en la mayoría de los casos las gallinas están alojadas en jaulas convencionales. Ello implicaría invertir ya sea en jaulas enriquecidas o bien contar con una mayor superficie para mantener las gallinas en piso, lo que afectaría la economía del avicultor, y la disponibilidad del huevo para plato, a corto y mediano plazo para el consumidor, pues se reduciría significativamente la oferta de este valioso alimento. Además, de la posibilidad o riesgo latente de una mayor ocurrencia de enfermedades en las gallinas, lo que repercutiría en la inocuidad de este alimento.

A la fecha, en México, no se han publicado estudios sobre bienestar en gallinas ponedoras, ni se han generado datos que permitan dilucidar con claridad las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de alojamiento de las gallinas en nuestro país.

Por tal motivo, en el presente estudio se evaluará el bienestar de gallinas ponedoras alojadas en jaula y en piso, utilizando métodos no invasivos, como la expresión de conductas, estado de salud, variables productivas y la calidad física del huevo.

IV. HIPÓTESIS

No existen diferencias entre las gallinas alojadas en jaula y las alojadas en piso, con respecto a la diversidad en la expresión de conductas, el estado de salud, la calidad interna y externa del huevo y las variables productivas.

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el estado de bienestar de gallinas de postura alojadas en jaula y en piso utilizando métodos no invasivos.

Objetivos Específicos

- Determinar si la expresión del comportamiento de las aves difiere entre los sistemas de alojamiento de las gallinas.
- Determinar si en el estado de salud difiere entre los sistemas de alojamiento de las gallinas.
- Determinar si la calidad física del huevo difiere entre los sistemas de alojamiento de las gallinas.
- Determinar si las variables productivas difieren entre los sistemas de alojamiento de las gallinas.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, ubicado en la ciudad de México, a una altura de 2,250 msnm, con una temperatura media anual de 18° C y una precipitación pluvial anual de 747 mm. La superficie total del Centro es de 48,470 m².

6.2 Definición del tamaño de muestra

Para definir el número mínimo de aves para este estudio, se utilizó la ecuación descrita por Dell *et al.* (2002), para comparar dos grupos de variables continuas, $n = 1 + 2C (s/d)^2$, donde: C es una constante que depende del valor de α y β seleccionados, $\alpha = 0.05$ y $1 - \beta = 0.9$, entonces el valor de C es 10.51; \underline{s} es la desviación estándar de la variable para estudiar, y \underline{d} es la magnitud de la diferencia, lo que el investigador desea o espera detectar de la variable.

En un estudio piloto previo se observó una mayor variabilidad en las conductas evaluadas, lo que correspondió a un valor en frecuencia de 11 para \underline{s} , y un valor de \underline{d} esperado de 7.3 de acuerdo con la media observada.

Por tanto, sustituyendo los valores en la ecuación, ésta quedó de la siguiente manera.

$$n = 1 + 2C (s/d)^2 \quad n = 1 + 2(10.51) (11/7.7)^2, \quad n = 46.10$$

El tamaño mínimo de muestra necesario para obtener resultados estadísticamente significativos estuvo pensado de acuerdo con el número de sujetos al final del estudio y no con el inicial. Por tanto, se consideró recomendable adicionar al cálculo inicial, un 10% a 20% de sujetos, ya que, durante la realización del estudio, podría haber pérdidas de sujetos por diversas razones. Una forma sencilla de estimar el cálculo fue: $n(1 / 1 - R)$, donde n representa el número de sujetos sin pérdidas, y R es la proporción de pérdidas esperadas (García *et al.*, 2013).

La mortalidad esperada al final del estudio, es decir a las 62 semanas de edad, era del 6% para finalizar el estudio, entonces $46.10/6$, resulta en 2.76.

Por lo tanto, $n=46.10 + 2.76$ $n= 48.86$, se redondea a 50.

Con base en ello, se determinó que el tamaño de muestra mínimo necesario, para cada sistema de alojamiento, era de 50 gallinas.

6.3 Selección de las aves

Las gallinas utilizadas fueron de la línea Bovans White, con 20 a 22 semanas de edad, al inicio del estudio. Durante el estudio, se cumplieron los requerimientos del Comité Interno para el Cuidado y Uso de los Animales de Experimentación (CICUAE) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM (Protocolo DC-2017/1-5). Así como, los requerimientos mínimos de espacio para pollos y gallinas establecidos por la Federation of Animal Sciences Society, y la Guía para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio, de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (NRC, 2011).

Es conveniente mencionar que en el presente estudio no se aplicaron las Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio, señaladas en la NOM 062-ZOO-1999 (NOM, 2001), porque en dicho documento no se incluye a las aves.

6.4 Criterios de inclusión de las aves

Las gallinas utilizadas en este estudio fueron seleccionadas de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión (Quintana 2013):

- Gallina línea Bovans White de 20 semanas de edad.

- Gallina con ojos brillantes y prominentes
- El pico con un corte “no severo”.
- Cabeza grande y ancha.
- Plumaje completo y lustroso.
- Buen encarne, sin grasa

6.5 Condiciones del alojamiento

Los espacios y densidad de la población para el alojamiento de las gallinas ponedoras fueron asignados por el CEIEPAv.

a) Gallinas en jaula

- Dimensión de la caseta: 1,155 m² (Figura 2).



Figura 2. Caseta para las gallinas de postura

- La densidad de población por jaula fue de 2 gallinas por jaula. Para un total de 25 jaulas.
- Las dimensiones de cada jaula fueron: 40 cm de alto, 40 cm de largo y 43 cm de ancho, superficie de 1720 cm², correspondiendo a cada gallina 860 cm² (Figura 3). La jaula con comedero lineal y bebedero automático de copa o taza



Figura 3. Jaulas con gallinas Bovans White, 860 cm² por gallina

- En general la temperatura registrada durante el periodo de estudio (40 semanas) fue de 21 a 23 grados centígrados, con una humedad de 40 a 60%. Ambos datos se registraron de acuerdo con la edad de la gallina, inicio (22 semanas), pico (30 semanas) intermedio (40 semanas) y final (62 semanas) del estudio.
- El programa de iluminación fue 16 horas de luz y 8 de oscuridad, regulada con un temporizador o timer.
- Registro de la ventilación. No existe equipo de ventilación, ésta es natural y va de acuerdo con la temperatura registrada y temporada del año, lo que implicaba subir o bajar cortinas para regular la temperatura y humedad en la caseta.

b) Gallinas en piso

- Dimensión del espacio para el alojamiento de 50 gallinas en piso fue de 61 m². Es decir, que a cada gallina le correspondió un espacio de 1.22 m² (Figura 4). Con comedero manual de tolva y bebedero automático redondo.



Figura 4. Alojamiento en piso. Una gallina Bovans White por cada 1.2 m²

- Como accesorio adicional en su alojamiento, tuvieron cajas para nido, a razón de 3 gallinas por cada caja. No tuvieron perchas. Este tipo de alojamiento en piso es similar al descrito para granero por la AVMA (2012). El material de cama que se proporcionó fue rastrojo de maíz picado.
- La temperatura promedio durante las 40 semanas de estudio fue entre 21 a 23 grados centígrados con una humedad relativa de 40 a 60%, registradas al inicio, pico, intermedio y final de la postura.
- Iluminación: 16 horas de luz y 8 de oscuridad reguladas con un temporizador.

- Ventilación natural. Se subían y bajaban las cortinas manualmente para regular la temperatura y humedad en la caseta.

6.6 Duración del estudio

El estudio abarcó un periodo de 40 semanas, por lo que en las semanas 22, 30, 40 y 62 de edad de las gallinas se realizó la filmación de las conductas expresadas por las gallinas, el estado de salud de las aves y el examen de la calidad interna y externa del huevo. Se seleccionaron estas semanas, ya que de acuerdo con la curva matemática que describe la producción diaria de huevo, se asumió que al iniciar la postura existe una distribución normal y se supone que la producción máxima teórica será 100, presentándose posteriormente una disminución lineal en la producción. Por ello y con fines prácticos, se consideró que las semanas seleccionadas corresponden a las etapas de: inicio, pico, intermedio y final de la producción de huevo, respectivamente. Esto va de acuerdo con lo reportado por Lockhorst (1996) que refiere que, al inicio de la producción de huevo, se tiene un aumento rápido, y un período de producción más o menos estable, seguido por una disminución lineal.

6.7 Dieta proporcionada a las gallinas

La dieta proporcionada durante las 40 semanas de experimentación, a las gallinas en jaula y en piso, fue la misma, con base sorgo-soya y un aporte calculado de 2.750 MC/kg y 17% de proteína cruda. Que cumplió con los requerimientos para gallinas ponedoras del National Research Council, 1994.

6.8 Evaluación de la expresión de diferentes conductas en las gallinas

Se colocaron dos cámaras fijas Samsung HMX-F800 y Cannon VIXIA HF R70 con su respectivo tripié enfrente de las gallinas, para que éstas se adaptaran a su presencia.

Primero, se realizó un escaneo observacional de las conductas de las gallinas para corroborar lo descrito por Mishra *et al.*, (2005), donde se observa que existe un horario en el que se expresa la mayor cantidad de conductas (10:00 a 12:00 horas), así como para establecer el tiempo de observación por gallina. Como resultado de este primer escaneo, se determinó que el horario

ideal para realizar la observación de las diferentes conductas observadas sería entre las 10:00 y 11:00 horas de la mañana, y que el tiempo para observar a cada una de las gallinas sería de 5 minutos. Un hallazgo interesante que cabe la pena mencionar es que durante los escaneos preliminares donde se extendió el tiempo de observación, se observó que entre las 12:00 a 13:00 un alto porcentaje de las gallinas incrementaron la expresión de la conducta Alimentarse, que de acuerdo con lo descrito por Flores (1994), Whitehead (2014) y Kerschnitzki *et al.* (2014), la gallina tiene la motivación para expresar la conducta Alimentarse con la finalidad de disponer con una reserva de calcio para su hueso medular, teniendo como objetivo la formación del siguiente huevo.

Una vez realizado este primer escaneo, se procedió a realizar la filmación de las diferentes conductas expresadas por las gallinas alojadas en jaula, entre las 10 y 11 de la mañana, durante las semanas 22, 30, 40 y 62 de edad de la gallina. La duración de las observación focal fue de 5 minutos para cada gallina, haciendo un total de 250 minutos (5 min x 50 gallinas) de filmación de las gallinas en jaula por semana de edad. En total fueron 1000 minutos de grabación (250 min X 4 ocasiones).

En el caso del alojamiento para gallinas en piso, la superficie fue dividida en 4 partes para facilitar la observación focal de las gallinas y sus conductas, lo que permitió abarcar 5 minutos por cada gallina para un total de 250 minutos por semana de edad, para un total de 1000 minutos para todo el estudio. Se utilizaron las mismas cámaras de video descritas arriba, y la evaluación de las gallinas se realizó por orden de aparición de izquierda a derecha en cada video, descartando la evaluación de aquella gallina que momentáneamente estuviera fuera del alcance de la cámara.

Antes de iniciar la evaluación de la expresión de las diferentes conductas naturales, se elaboró una etograma (Cuadro 2), con la finalidad de asignar un porcentaje al tiempo y frecuencia de repetición de las siguientes conductas naturales.

Cuadro 2. Conductas observadas en las gallinas

Conductas	Descripción
Acicalar	Asear con el pico las plumas y otras partes del cuerpo mientras esta parada.
Aletear	Cuando está parada o dando un paso hacia adelante, el cuello está estirado y ambas alas están elevadas en el aire y bajan más de una vez.
Alimentarse	Meter la cabeza en el comedero, aunque pueda realizar otra conducta diferente a comer.
Baño de tierra	Sacude las alas verticalmente mientras está sentada o echada de lado.
Beber	Sumergir el pico en el bebedero, sacar el pico por un corto tiempo, llevar el pico hacia arriba y aparentemente ingerir agua.
Buscar alimento	Parada o en marcha con la cabeza hacia abajo (la cabeza está a un nivel más bajo que el punto más alto de la columna vertebral).
Caminar	Caminar más de tres pasos, sin contacto de apertura.
Echarse	Permanecer echada, independientemente de que realice cualquier otra actividad como acicalar, picar o buscar, entre otras.
Estirarse	El estiramiento del ala puede ser bilateral hacia arriba y hacia adelante, o puede realizarse de forma unilateral hacia atrás y hacia abajo, y a menudo acompañada por estiramiento de la pata del mismo lado
Explorar	Permanecer de pie o locomoción con la cabeza levantada (la cabeza está por encima del punto más alto de la columna vertebral).
Forrajear	Picar o rascar en la cama mientras se está parada o dar un paso hacia adelante.
Pararse	Permanecer parada por más de tres segundos o dar tres pasos antes de detenerse; no agacharse, aletear, observar, estrechar las alas o patas, y sacudir el cuerpo.
Rascar	Se lleva a cabo una o dos veces con cada pata, después la gallina da un paso hacia atrás o rasca con ambas patas, se mueve hacia atrás y pica el piso donde anteriormente rascó.
Sacudir el cuerpo	Sacudirse completamente utilizando todo el cuerpo, en movimiento o mientras está parada.
Volar	Volar más de medio metro sin tocar el piso.
Comportamiento agresivo	Dar uno o más picotazos a la cabeza de otra ave, pelear con otra ave.
Picar en el alojamiento	Picar en la pared, piso o techo de la jaula/piso sin rascar en el piso de la jaula o cama, o en los corrales de piso.
Picoteo suave de la pluma	Picoteo suave de la pluma a otra ave, sin romper o remover las plumas

Se decidió que en caso de observar otra conducta en el espacio establecido de tiempo se decidiera incluirla y describirla en el etograma. La conducta Sacudirse no fue evaluada en jaula y por tanto no se incluyó, ya que no fue vista en la mayor parte del estudio, salvo en la parte final del mismo

comportándose con un porcentaje en frecuencia y tiempo muy similar a la conducta Estirarse.

El criterio de duración para evaluar y comprobar la presentación de una conducta en la transición a otra (Martin y Bateson, 1986) o bien regreso a la misma, fue de un mínimo de 2 segundos, puntualizando durante la observación de cada conducta su inicio y terminación de cada evento o bien estado de acuerdo con cada conducta.

Se utilizó el programa de computación CowLog (Hanninen y Pastell, 2009), que funciona con el sistema operativo Ubuntu Linux 8.04, lo que permitió en primera instancia crear bases de datos con las conductas a observar, además fue posible registrar manualmente las observaciones de éstas y enviar los datos generados a hojas de cálculo Excel, donde se estimaron la frecuencia y tiempo de duración de las conductas registradas de cada gallina por día en cada etapa durante el periodo de observación entre las 10:00 a 11:00 horas del día.

6.9 Evaluación del estado de salud de las gallinas

Para esta variable, se utilizó un sistema de calificación, modificado de la fuente original (Hinrichsen *et al.*, 2016), lo que permitió tener un mayor número de calificaciones por variable. El estado de salud de cada gallina se observó, sin sujetar a las gallinas para su evaluación individual, durante el día de cada una de las semanas seleccionadas (22, 30, 40 y 62 semanas de edad de las gallinas). A continuación, se describen las variables para evaluar el estado de salud. Para la observación de las gallinas se contó con una fotografía y la calificación asignada para la condición de las plumas (Figura 5), patas y crestas (Figuras 6 y 7 respectivamente). Se asignó el número 1 cuando existía una buena condición y los números 2 al 5 respectivamente, cuando se observaba deterioro en las plumas.

a) Condición de la pluma

1. Cubierta completa de plumas.
2. Plumas deterioradas.
3. Pequeños espacios o calvas menores a 30 mm de diámetro.
4. Grandes espacios o calvas mayores a 30 mm de diámetro.
5. No hay plumas en la mayor parte

de las áreas de la cabeza, cuello, espalda, alas, cola, abdomen y pecho (Figura 5).

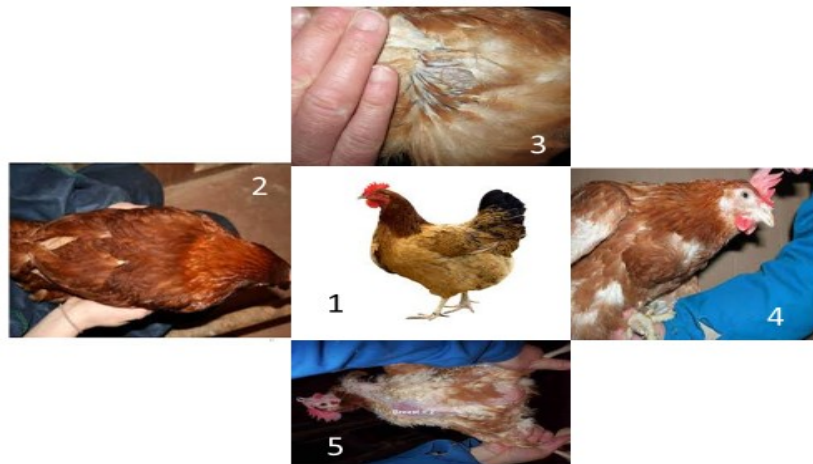


Figura 5. Calificación asignada de acuerdo con la condición de la pluma

b) Condición de las patas

1. Buena condición. 2. Lesiones visibles, pero no infectadas. 3. Lesiones severas pequeñas, pero no extendidas. 4. Pobre condición de las patas con lesiones extensas, pero sin signos de sangrado. 5. Muy pobre condición de las patas con lesiones severas y sangrantes (Figura 6).



Figura 6. Calificación asignada de acuerdo con la condición de las patas

c) Condición de la Cresta

1. Buena condición. 2. Pálida 3. Pálida con pequeñas heridas. 4. Pálida con grandes heridas, pero sin sangrar. 5. Muy pobre condición con lesiones severas y sangrantes (Figura 7).

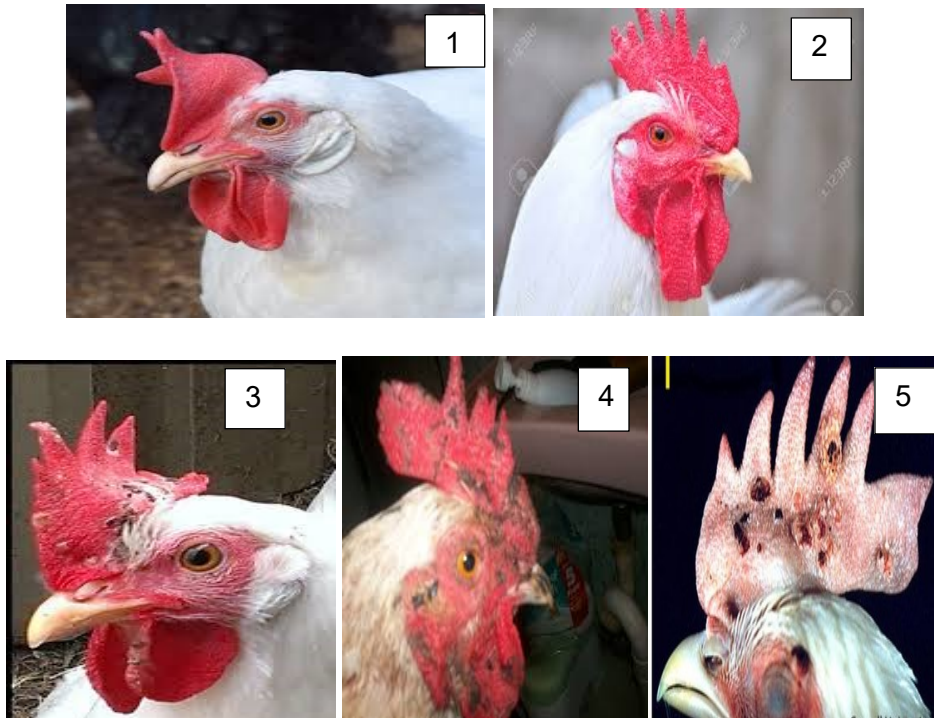


Figura 7. Calificación asignada de acuerdo con la condición de la cresta

6.10 Evaluación de la calidad interna y externa del huevo (NMX-FF-127-SCFI, 2016).

En las semanas 22, 30, 40 y 62 de edad de las gallinas, alojadas en jaula y en piso, se tomaron todos los huevos existentes en un día, para realizar las siguientes mediciones en cada uno de ellos (Figura 8).

Con la ayuda de una báscula digital Ohaus Navigator Modelo N1D110 (capacidad 4,100 g y precisión de 0.1 g), se registró el peso de cada uno de los huevos. Se midió el largo y ancho del huevo, utilizando un vernier. Con la ayuda de un micrómetro digital marca Mitutoyo se midió el grosor del cascarón, y con una regla micrométrica se midió el diámetro y altura de la yema. La altura de la albúmina, unidades Haugh y color de yema se midieron un día posterior a la recolección del huevo, mediante el programa Eggware VI.06 acoplado a un equipo automatizado de Technical Services and Supplies Inc.

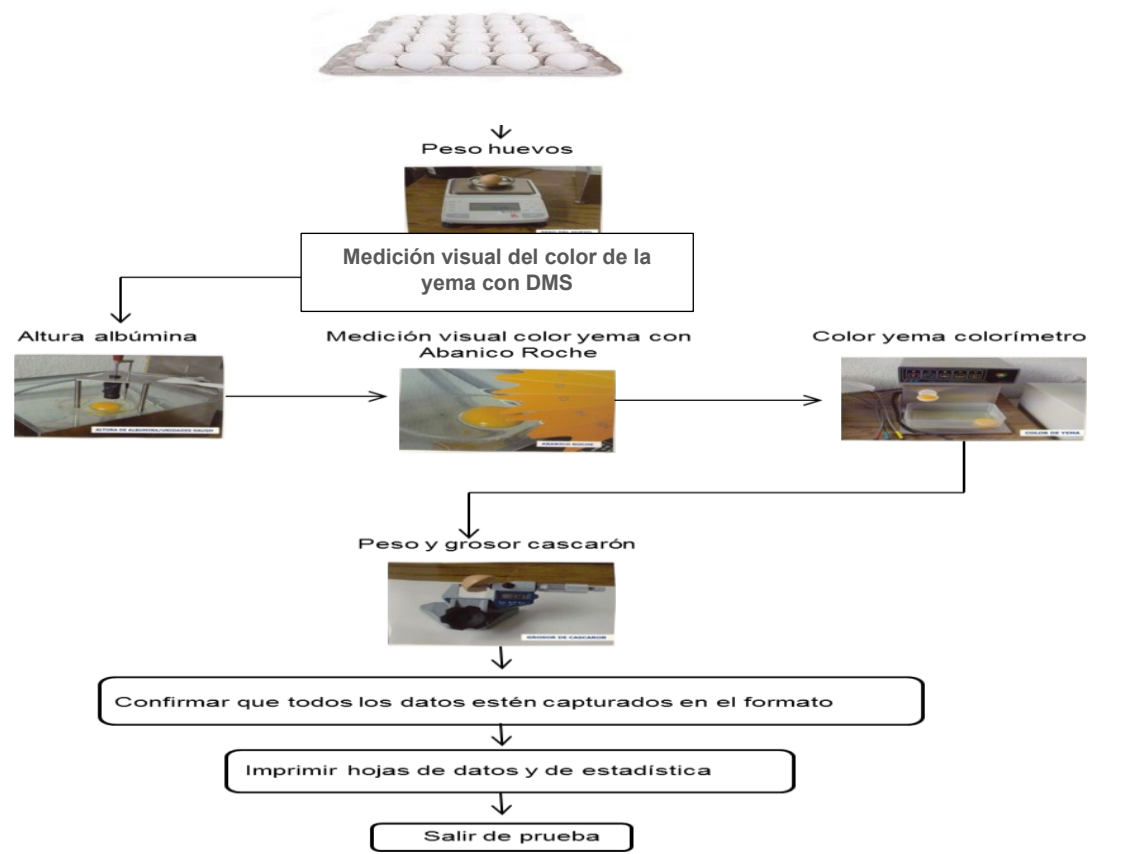


Figura 8. Procedimiento para la evaluación de la calidad interna y externa del huevo.

6.11 Evaluación de las variables productivas de las gallinas

Es importante señalar que los datos de las variables productivas obtenidos durante las 40 semanas de estudio fueron registrados como datos tabulados; ya que se tomaron los datos de toda la parvada de gallinas, en jaula y en piso existentes en ese momento en las instalaciones del CEIPAv, no sólo de las 100 gallinas ponedoras que se separaron para el estudio (ver punto 6.3). Las variables consideradas fueron las siguientes (Quintana, 2013):

- **Consumo de alimento:** expresado en gramos por semana, por ave
- **Producción de huevo:** expresado en % de huevos producidos/ave/día
- **Índice de Conversión alimenticia:** total de alimento consumido/kg de huevo producido
- **Mortalidad (%):** número de gallinas que murieron por semana.

- **Porcentaje de huevo sucio:** número de huevos sucios por día, semana, mes o etapa de producción
- **Porcentaje de huevo roto:** número de huevo roto por día, semana, mes o etapa de producción

6.12 Análisis Estadístico

Los datos de expresión de conductas, donde existe una gran variabilidad en su expresión, fueron analizados mediante la prueba de Wilcoxon. De acuerdo con su distribución normal, la calidad física del huevo fue analizada mediante la prueba T de Student. Se utilizaron las pruebas de ANOVA y Mann Whitney para la comparación de variables entre los grupos. Así mismo, de acuerdo con el tipo de variable y si ésta fue analizada como estadística paramétrica o no paramétrica la correlación empleada fue de Pearson o Spearman respectivamente. El valor $P \leq 0.05$ indicó significancia estadística. El software utilizado para ejecutar el análisis estadístico fue SPSS versión 21 (IBM, 2012).

El porcentaje acumulado (que es una frecuencia relativa acumulada) de cada calificación de la variable observada en las gallinas durante el estudio se utilizó para evaluar el estado de salud. En el caso de las variables productivas, se tomaron los promedios de toda la parvada existente en el CEIEPAV que estaba alojada en jaula o en piso, por lo tanto, los datos fueron registrados como datos tabulados.

VII. Resultados

7.1 Expresión de diferentes conductas de las gallinas alojadas en jaula y en piso

Algunas conductas no se expresaron por falta de sustrato o espacio en la jaula. Por tanto, es importante señalar que, al realizar análisis estadístico, en algunos casos no se pudieron calcular correlaciones, ya que no hubo pares válidos (en alguna de las semanas que se evaluó no se observó la conducta a evaluar), o bien el número o tamaño de la muestra fue muy pequeño o nulo, por tanto, el programa estadístico no lo evaluó.

Gallinas en jaula

a) Frecuencia de las conductas expresadas

Se observó que en las conductas Acicalarse. Beber, Buscar alimento, Caminar, Echarse, Explorar y Pararse no se detectaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre las distintas etapas del estudio (Cuadro 3). Por lo que respecta a la conducta Alimentarse hubo diferencias ($P \leq 0.05$) al inicio *versus* pico, intermedio y final. Respecto a las correlaciones de Pearson en la frecuencia de expresión de las conductas destacó Acicalar, hubo una correlación positiva de 0.70 entre los períodos inicio *versus* final.

b) Duración (Tiempo) de cada conducta expresada

En las conductas Acicalar, Buscar alimento, Beber y Echarse no se observaron diferencias significativas entre las distintas etapas en el estudio (Cuadro 4). Por lo que respecta a la conducta Alimentarse, hubo diferencia significativa ($P \geq 0.05$) al inicio y en el pico de postura. Así mismo, en la conducta Caminar se observó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre el inicio *vs* final. Por otra parte, en la conducta Explorar se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre el inicio *vs* pico y éste *vs* final.

Cuadro 3. Frecuencia en la expresión de conductas de las gallinas Bovans White alojadas en jaula, a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad

Conducta	Semana 22	Semana 30	Semana 40	Semana 62	22vs30	22vs40	22vs62	30vs40	30vs62	40vs62
Acicalarse	6.16 ± 6.16 (17.39)	4.13 ± 4.05 (16.3)	5.0 ± 5.93 (20.21)	5.47 ± 4.5 (20.88)						
Agresión	1.0 ± 0.0 (0.85)	2.67 ± 2.08 (1.26)	2.0 ± 0.0 (0.82)	NM	+	*	*	*	*	*
Alimentarse	2.04 ± 1.07 (1.29)	4.22 ± 3.43 (3.12)	3.33 ± 2.04 (2.58)	3.22 ± 2.16 (3.11)	◦	◦	++			
Baño tierra Sham	5.0 ± 0.0 (2.37)	5.4 ± 2.51 (14.26)	1.33 ± 0.0 (2.2)	NM	+	◦	*	+	*	*
Beber	8.71 ± 10.99 (3.09)	6.0 ± 5.89 (1.08)	5.19 ± 4.34 (4.23)	8.44 ± 3.44 (3.81)						
Buscar alim.	5.43 ± 3.58 (22.35)	6.12 ± 5.13 (25.36)	5.78 ± 3.24 (29.84)	4.79 ± 0.86 (28.81)						
Caminar	3.25 ± 2.8 (7.27)	2.62 ± 1.37(6.79)	2.14 ± 1.17 (4.55)	1.95 ± 0.86 (4.89)						
Echarse	1.74 ± 1.28 (4.80)	2.33 ± 2.72 (6.16)	1.53 ± 0.91 (2.11)	1.2 ± 0.0 (1.9)						
Estirarse	1.25 ± 0.5 (2.05)	NM	1.33 ± 0.0 (2.29)	1.0 ± 0.0 (0.65)	*	*	*	*	*	*
Explorar	7.44 ± 5.36 (18.21)	5.89 ± 4.07 (21.19)	5.93 ± 3.18 (26.09)	6.54 ± 2.76 (33.73)						
Pararse	1.97 ± 1.04 (12.9)	1.44 ± 1.09 (3.39)	1.57 ± 0.81 (2.38)	1.33 ± 0.7 (0.67)						
Picar alojamiento	1.56 ± 1.2 (5.85)	1.0 ± 0.0 (0.49)	4.0 ± 1.41 (1.93)	1.5 ± 0.0 (0.82)	*			+	*	+
Picar suave pluma	1.67 ± 1.15 (1.51)	1.0 ± 0.0 (0.54)	1.0 ± 0.0 (0.7)	1.0 ± 0.0 (0.30)	*	++	*	*	*	*

Se presenta media y desviación estándar de la cantidad de veces en que las 50 gallinas manifestaron cada conducta en un lapso de 5 min. 250 minutos por cada semana.

Entre paréntesis se expresa dicha frecuencia en porcentaje. n=50. Horario de observación: 10:00 a 11:00 am

NM= indica que, en esa semana tal conducta no se expresó.

◦. indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$). +. se utilizó la prueba de homogeneidad marginal. ++. se usó distribución binomial. *. No se observó un número suficiente de datos para realizar el análisis estadístico.

Cuadro 4. Tiempo en segundos dedicado por las gallinas Bovans White alojadas en jaula para expresar diferentes conductas a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad

Conducta	Semana 22	Semana 30	Semana 40	Semana 62	22vs30	22vs40	22vs62	30vs40	30vs62	40vs62
Acicalarse	76.62 ± 65.77 (14.04)	38.58 ± 45.36 (4.37)	47.43 ± 57.97 (7.42)	50.83 ± 34.63 (6.77)						
Agresión	5.0 ± 1.41 (0.06)	6.0 ± 5.29 (0.12)	15.0 ± 0.0 (0.10)	NM	+	*	*	*	*	*
Alimentarse	112.44 ± 100.39 (20.24)	183.06 ± 84.20 (54.92)	154.93 ± 82.11 (46.37)	154.71 ± 92.73 (44.69)	°					
Baño tierra Sham	49.0 ± 0.0 (0.32)	40.40 ± 18.67 (1.34)	7.66 ± 3.05 (0.15)	NM		°	*	°	*	*
Beber	55.21 ± 65.28 (5.15)	34.90 ± 33.97 (2.56)	32.15 ± 33.70 (5.68)	42.66 ± 23.71 (2.84)			+			
Buscar alim.	35.91 ± 27.65 (8.38)	37.27 ± 32.13 (10.68)	45.25 ± 41.13 (12.0)	36.69 ± 31.88 (9.78)						
Caminar	13.40 ± 8.88 (3.12)	12.80 ± 9.69 (2.22)	8.13 ± 5.88 (1.65)	7.31 ± 4.24 (1.02)		+	°			
Echarse	124.60 ± 94.62 (19.1)	95.83 ± 101.39 (11.5)	84.20 ± 90.38 (8.59)	152.38 ± 105.75 (14.67)						
Estirarse	3.50 ± 2.38 (0.09)	NM	6.0 ± 3.60 (0.12)	5.0 ± 2.82 (0.07)	*	+	+	*	*	+
Explorar	84.15 ± 61.15 (25.8)	47.33 ± 34.81 (11.36)	51.97 ± 42.58 (15.20)	75.88 ± 37.95 (19.67)	°				°	
Pararse	10.63 ± 6.46 (2.69)	6.16 ± 4.68 (0.74)	8.68 ± 6.26 (1.29)	8.20 ± 4.02 (0.3)	°					
Picar alojamiento	7.75 ± 6.06 (0.82)	6.66 ± 5.68 (0.13)	21.11 ± 27.31 (1.29)	7.0 ± 2.82 (0.10)	+		+	+	+	+
Picar suave pluma	7.0 ± 6.08 (0.14)	6.0 ± 0.0 (0.04)	6.0 ± 2.82 (0.08)	5.0 ± 0.0 (0.03)	*	+	*	+	*	*

Se presenta media y desviación estándar del total de tiempo (250 min) por semana, en que las 50 gallinas manifestaron cada conducta en un lapso de 5 min.

Entre paréntesis se expresa el tiempo en porcentaje. n=50. Horario de observación: 10:00 a 11:00 am

NM= indica que, en esa semana tal conducta no se expresó.

°. indica diferencia significativa (p≤ 0.05). +. se utilizó la prueba de homogeneidad marginal. ++. se usó distribución binomial. *. No se observó un número suficiente de datos para realizar el análisis estadístico.

Gallinas en piso

En los resultados que aparecen en los cuadros 4 y 5 se observa la frecuencia y tiempo de las conductas que se presentaron en porcentaje acumulado, así como la media y desviación estándar de los datos de la base para SPSS para todas las conductas. Al igual que las gallinas en jaula, la observación focal fue de 5 minutos por gallina. Es importante mencionar que las gallinas no tuvieron perchas en la caseta.

a) Frecuencia de las conductas expresadas

No se observaron diferencias significativas entre los distintos períodos del estudio en las conductas Acicalarse, Alimentarse, Caminar y Pararse ($P \geq 0.05$) Cuadro 4). Se observó diferencia ($P \leq 0.05$) en la conducta Echarse: pico vs final; Explorar: inicio vs final; Forrajear: inicio *versus* pico y éste vs final. Baño de tierra: se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) del inicio vs intermedio y final.

b) Tiempo dedicado por las gallinas a expresar diferentes conductas

No se observaron diferencias significativas entre los distintos períodos de estudio en las conductas Beber, Caminar y Sacudirse ($P \geq 0.05$, Cuadro 5). En la conducta Acicalar se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre la etapa inicio *versus* intermedio y pico vs intermedio. Por lo que respecta a la conducta Alimentarse hubo diferencias ($P \leq 0.05$) en el inicio vs intermedio y final y pico vs intermedio y final. Así mismo, se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en la conducta Buscar: intermedio vs final; Echarse: inicio *versus* pico e intermedio y éste vs final. Por otra parte, en la conducta Explorar se observó que hubo diferencias ($P \leq 0.05$) inicio e intermedio, pico *versus* final, e intermedio vs final; Baño de tierra: se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en inicio vs intermedio y final. No se observaron correlaciones de interés.

Cuadro 5. Frecuencia en la expresión de conductas de las gallinas Bovans White alojadas en piso a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad

Conducta	Semana 22	Semana 30	Semana 40	Semana 62	22vs30	22vs40	22vs62	30vs40	30vs62	40vs62
Acicalarse	3.16 ± 2.35 (7.54)	3.77 ± 2.32 (15.92)	3.53 ± 1.76 (8.52)	2.38 ± 1.89 (7.0)						
Agresión	1.0 ± 0.0 (0.001)	1.5 ± 0.57 (0.88)	1.0 ± 0.0 (0.38)	2.0 ± 1.0 (0.38)		*	*	*	*	*
Aletear	1.2 ± 0.447 (1.57)	1.0 ± 0.0 (0.88)	1.33 ± 0.52 (1.55)	4.0 ± 1.25 (1.15)		*		+	*	+
Alimentarse	2.0 ± 1.57 (7.19)	2.13 ± 2.35 (4.86)	1.27 ± 0.94 (16.86)	1.69 ± 2.05 (6.34)					++	
Baño tierra	0.15 ± 0.37 (1.22)	1.33 ± 0.57 (0.73)	7.33 ± 8.78 (12.59)	8.07 ± 5.44 (21.53)	+	*	++	*	+	
Beber	2.07 ± 0.954 (4.21)	1.55 ± 0.68 (2.5)	1.85 ± 1.06 (3.1)	1.71 ± 0.95 (2.3)			*	*	+	+
Buscar alimento	2.9 ± 1.97 (8.94)	1.0 ± 0.0 (0.29)	2.5 ± 2.12 (0.001)	1.33 ± 0.51 (1.73)				+	++	+
Caminar	4.45 ± 2.85 (22.98)	6.24 ± 5.22 (23.0)	5.74 ± 5.56 (18.41)	3.8 ± 2.39 (15.0)						
Echarse	1.9 ± 1.44 (4.38)	1.43 ± 0.79 (6.19)	4.0 ± 6.3 (16.08)	4.44 ± 4.57 (24.42)					°	
Estirarse	1.22 ± 0.44 (1.75)	1.5 ± 0.57 (0.58)	1.0 ± 0.0 (1.35)	1.0 ± 0.0 (0.38)		*	++	*	++	*
Explorar	4.73 ± 2.90 (20.52)	4.28 ± 2.27 (19.76)	2.58 ± 1.83 (5.81)	2.16 ± 1.04 (7.11)			°		++	+
Forrajear	2.26 ± 1.33 (9.64)	4.58 ± 3.24 (16.37)	2.75 ± 1.86 (6.0)	1.5 ± 0.7 (5.19)	°				°	
Pararse	1.31 ± 0.6 (2.28)	1.12 ± 0.33 (1.91)	1.37 ± 0.51 (1.93)	1.69 ± 0.94 (4.61)						
Picar alojamiento	1.0 ± 0.0 (0.009)	3.0 ± 0.0 (0.44)	1.0 ± 0.0 (0.001)	NM	*	*	*	*	*	*
Picar suave pluma	3.0 ± 1.67 (0.35)	6.0 ± 2.33 (1.91)	NM	NM	+	*	*	*	*	*
Rascar	1.83 ± 0.83 (2.45)	2.0 ± 0.0 (0.29)	1.2 ± 0.44 (1.16)	1.0 ± 0.0 (0.38)	*	*	*	+	*	*
Sacudirse	1.09 ± 0.3 (1.92)	1.0 ± 0.0 (0.44)	1.14 ± 0.37 (1.55)	1.0 ± 0.0 (0.96)	++		*	+	*	
Volar	2.38 ± 1.76 (2.1)	3.6 ± 4.72 (2.94)	3.67 ± 4.27 (4.26)	1.25 ± 0.5 (0.96)	+	*		+	*	+

Se presenta media y desviación estándar de la cantidad de veces en que las 50 gallinas manifestaron cada conducta en un lapso de 5 min por gallina.

Entre paréntesis se expresa dicha frecuencia en porcentaje. n=50. Horario de observación: 10:00 a 11:00 am

NM= indica que, en esa semana tal conducta no se expresó.

° indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$). +. se utilizó la prueba de homogeneidad marginal. ++. se usó distribución binomial. *. No se observó un número suficiente de datos para realizar el análisis estadístico.

Cuadro 6. Tiempo en segundos dedicado por las gallinas Bovans White alojadas en piso para expresar diferentes conductas a las 22, 30, 40 y 62 semanas de edad

Conducta	Semana 22	Semana 30	Semana 40	Semana 62	22vs30	22vs40	22vs62	30vs40	30vs62	40vs62
Acicalarse	76.92 ± 58.8 (12.82)	53.08 ± 68.22 (17.69)	21.06 ± 45.83 (7.16)	50.83 ± 34.63 (4.96)		◦		◦		
Agresión	NM	0.16 ± 0.58 (0.05)	1.0 ± 0.0 (0.01)	0.0 ± 0.0 (0.06)	*	*	+	◦+	+	+
Aletear	6.12 ± 2.58 (0.32)	4.25 ± 1.5 (0.11)	2.66 ± 1.36 (0.10)	5.6 ± 4.97 (0.09)		*	+		+	+
Alimentarse	103.82 ± 125.39 (34.6)	83.2 ± 133.12 (27.73)	279.28 ± 67.29 (39.89)	258.2 ± 84.17 (43.03)		◦	◦	◦	◦	
Baño tierra	1.28 ± 4.0 (0.42)	14.75 ± 13.09 (0.4)	24.44 ± 27.6 (1.49)	46.33 ± 35.86 (4.63)	+	◦	◦			
Beber	12.4 ± 23.72 (4.13)	19.16 ± 13.76 (0.78)	53.37 ± 33.06 (2.9)	41.5 ± 33.17 (1.66)					+	+
Buscar alimento	22.14 ± 16.2 (4.13)	17.25 ± 10.53 (0.46)	4.0 ± 0.0 (0.02)	13.42 ± 11.1 (0.62)		*		*		+
Caminar	26.26 ± 25.79 (8.75)	42.21 ± 41.06 (6.6)	39.36 ± 85.43 (13.38)	26.85 ± 18.98 (3.76)						
Echase	82.92 ± 81.98 (13.82)	157.06 ± 91.17 (30.98)	213.19 ± 103.48 (30.45)	108.92 ± 114.81 (36.3)	◦	◦				◦
Estirarse	9.86 ± 13.21 (0.98)	3.66 ± 2.08 (0.07)	3.85 ± 1.77 (0.18)	4.5 ± 3.53 (0.06)		*	+	*	+	+
Explorar	35.14 ± 37.52 (11.71)	33.1 ± 19.3 (6.75)	18.5 ± 14.85 (1.51)	6.44 ± 10.94 (2.14)			◦		◦	◦
Forrajear	11.98 ± 18.29 (3.99)	43.36 ± 34.75 (6.48)	6.0 ± 16.94 (2.04)	14.66 ± 11.82 (1.76)	◦	◦	++	◦		◦
Pararse	1.74 ± 2.89 (0.58)	3.23 ± 1.52 (0.37)	0.52 ± 1.28 (0.17)	5.93 ± 4.87 (0.59)	◦		◦	◦		◦
Picar alojamiento	16.5 ± 5.74 (0.44)	82.0 ± 0.0 (0.55)	2.0 ± 0.0 (0.01)	NM	◦		*	◦	*	*
Picar suave pluma	9.57 ± 7.76 (0.44)	9.33 ± 6.72 (0.38)	NM	NM		*	*	*	*	*
Rascar	0.92 ± 2.31 (0.30)	4.0 ± 0.0 (0.02)	4.2 ± 3.34 (0.14)	2.5 ± 1.0 (0.06)	*				+	+
Sacudirse	5.75 ± 3.04 (0.46)	5.66 ± 1.52 (0.11)	2.71 ± 1.11 (0.12)	3.6 ± 0.57 (0.07)			+		+	
Volar	12.33 ± 7.03 (0.49)	11.2 ± 6.61 (0.38)	8.5 ± 5.24 (0.34)	4.6 ± 1.14 (0.15)		*	+		+	+

Se presenta media y desviación estándar de la cantidad de veces en que las 50 gallinas manifestaron cada conducta en un lapso de 5 min.

Entre paréntesis se expresa dicha frecuencia en porcentaje. n=50. Horario de observación: 10:00 a 11:00 am

NM= indica que, en esa semana tal conducta no se expresó.

◦. indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$). +. se utilizó la prueba de homogeneidad marginal. ++. se usó distribución binomial. *. No se observó un número suficiente de datos para realizar el análisis estadístico.

b) Tiempo dedicado por las gallinas a expresar diferentes conductas

No se observaron diferencias significativas entre los distintos períodos de estudio en las conductas Beber, Caminar y Sacudirse ($P \geq 0.05$, Cuadro 5). En la conducta Acicalar se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre la etapa inicio *versus* intermedio y pico *vs* intermedio. Por lo que respecta a la conducta Alimentarse hubo diferencias ($P \leq 0.05$) en el inicio *vs* intermedio y final y pico *vs* intermedio y final. Así mismo, se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en la conducta Buscar: intermedio *vs* final; Echarse: inicio *versus* pico e intermedio y éste *vs* final. Por otra parte, en la conducta Explorar se observó que hubo diferencias ($P \leq 0.05$) inicio e intermedio, pico *versus* final, e intermedio *vs* final; Baño de tierra: se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en inicio *vs* intermedio y final. No se observaron correlaciones de interés.

Gallinas en jaula vs gallinas en piso

Es importante aclarar que algunos datos no fueron comparados, porque en las gallinas en jaula, no aparecen conductas como el Rascar, Forrajear, Aletear y Volar. Así mismo, hay datos de las conductas que no aparecen en los cuadros, ya sea debido a que no se observaron en el lapso establecido (10:00 a 11:00 horas) tanto en jaula como en piso, así como a la escasa expresión de dichas conductas, lo que no permitió su evaluación estadística.

Es importante mencionar que porcentaje indica el total de frecuencias o tiempo de la expresión de cada conducta. Sin embargo, para fines del análisis estadístico la media y desviación estándar permiten conocer si existen o no diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre cada conducta expresada en ambos sistemas de alojamiento en las distintas etapas del estudio.

En los cuadros 7 y 8 se pueden observar en porcentaje la frecuencia y tiempos acumulados de cada conducta en los distintas etapas del estudio en ambos alojamientos. Para fines del análisis estadístico, los promedios de cada conducta se muestra en los cuadros 9 y 10.

Cuadro 7. Frecuencia (expresado en porcentaje) con que las gallinas alojadas en jaula versus piso presentaron diferentes conductas durante las semanas de estudio

	Semana 22		Semana 30		Semana 40		Semana 62	
	Jaula	Piso	Jaula	Piso	Jaula	Piso	Jaula	Piso
Acicalar	17.39	7.54	16.3	15.92	20.21	8.52	20.88	7.0
Agresión	0.85	0	1.26	0.88	0.82	0.38	0	0
Alimentarse	1.29	7.19	3.12	4.86	2.58	16.86	3.11	6.34
Baño tierra**	2.37	1.22	14.26	0.73	2.2	12.59	0	21.53
Beber	3	4.21	1.08	2.5	4.23	3.1	3.81	2.3
Buscar alimento	22.35	8.94	25.36	0.29	29.84	0.01	28.81	1.73
Caminar	7.27	22.98	6.79	23	4.55	18.41	4.89	15
Echarse	4.8	4.38	6.16	6.19	2.11	16.08	1.9	24.42
Estirarse	2.05	1.75	0	0.58	2.29	1.35	0.65	0.38
Explorar	18.21	20.52	21.19	19.76	26.09	5.81	33.73	7.11
Pararse	12.9	1.33	3.39	1.91	2.38	1.93	0.67	4.61
Picar alojamiento	5	1	0.49	0.44	1.93	0	0.82	0
Picar suave pluma	1.51	1.5	0.54	1.91	0.7	0	0.3	0

n=50 de cada grupo

*Número de veces en que las gallinas de cada grupo expresaron alguna conducta durante 5 minutos de observación. ** Sham en jaula. Horario de observación: 10:00 a 11:00 am

Cuadro 8. Tiempo (expresado en porcentaje) destinado por las gallinas alojadas en jaula versus en piso de la expresión de diferentes conductas durante el estudio

	Semana 22		Semana 30		Semana 40		Semana 62	
	Jaula	Piso	Jaula	Piso	Jaula	Piso	Jaula	Piso
Acicalar	14.04	12.82	4.37	17.69	7.42	7.16	6.77	4.96
Agresión	0.06	0	0.12	0.05	0.1	0.01	0	0
Alimentarse	20.24	34.6	54.92	27.73	46.37	39.89	44.69	43.03
Baño tierra**	0.32	0.42	1.34	0.4	0.15	1.49	0.01	4.63
Beber	5.15	4.13	2.56	0.78	5.68	2.9	2.84	1.66
Buscar alimento	8.38	4.13	10.68	0.46	12	0.02	9.78	0.62
Caminar	3.12	8.75	2.22	6.6	1.65	13.38	1.02	3.76
Echarse	19.1	13.82	11.5	30.98	8.59	30.45	14.67	36.3
Estirarse	0.09	0.98	0	0.07	0.12	0.18	0.07	0.06
Explorar	25.8	11.71	11.36	6.75	15.2	1.51	19.67	2.14
Pararse	2.69	0.58	0.74	0.37	1.29	2.04	0.3	0.59
Picar alojamiento	0.82	0.44	0.13	0.55	1.29	0	0.1	0
Picar suave pluma	0.14	0.44	0.04	0.38	0.08	0	0.03	0

n=50 gallinas

** Tiempo (en minutos) en que las aves de cada grupo duraban realizando alguna actividad durante 5 minutos de observación. ** Sham en jaula. Horario de observación: 10:00 a 11:00 am.

a) Frecuencia de las conductas expresadas (Cuadro 9)

Se observó que a las 22 semanas de edad existieron diferencias ($P \leq 0.05$) en las conductas Agresión, Baño de Tierra, Buscar, Caminar, Estirarse, Pararse y Picar Alojamiento. Con relación a la etapa a las 30 semanas de edad, existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las conductas Alimentarse, Beber, Buscar, Baño de Tierra, Caminar, Estirarse, Pararse, Picar Alojamiento y Picar Suave Pluma. Por otra parte, a las 40 semanas de edad, se observó que existieron diferencias ($P \leq 0.05$) en las conductas Acicalarse, Agresivo, Alimentarse, Beber, Baño de Tierra, Buscar, Caminar, Pararse, Picar Alojamiento y Picar Suave Pluma. Por último, al final del estudio se observó que existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las conductas Acicalarse, Alimentarse, Baño de Tierra, Beber, Buscar, Caminar, Echarse, Explorar, Pararse, Picar Alojamiento y Picar Suave Pluma.

b) Tiempo dedicado por las gallinas a expresar diferentes conductas (Cuadro 10)

Se observó que a las 22 semanas de edad existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en las conductas Agresión, Baño de Tierra, Beber, Caminar, Explorar, Pararse, y Picar Alojamiento. Con relación a a las 30 semanas de edad hubo diferencias ($p \geq 0.05$) en las conductas Alimentarse, Baño de Tierra, Caminar, Estirarse, Pararse, Picar Alojamiento, Picar Pluma. Por otra parte, a las a las 40 semanas de edad se observó que hubo diferencias ($P \leq 0.05$) en las conductas Acicalarse, Agresión, Alimentarse, Baño de Tierra, Buscar, Caminar, Explorar, Pararse, Picar Alojamiento y Picar Suave Pluma. Por último, al final del estudio se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las conductas Alimentarse, Baño de Tierra, Buscar, Caminar, Explorar, Pararse, Picar Alojamiento y Picar Suave Pluma.

Cuadro 9. Comparación de la frecuencia (promedios) con que las gallinas alojadas en jaula versus en piso expresaron diferentes conductas durante las semanas de edad consideradas en el estudio

Conducta	22 semanas	30 semanas	40 semanas	62 semanas	22	30	40	60
Acicalarse	6.16 / 3.16	4.13 / 1.96	5 / 0.88	5.47 / 2.28	◦	◦	◦	◦
Agresión	1 / 1	2.67 / 1.5	2 / 1	0 / 2	*	+	++	*
Alimentarse	2.04 / 1.86	4.22 / 2.13	3.33 / 1.27	3.22 / 1.69		◦	◦	◦
Baño de tierra**	5 / 0.15	5.4 / 1.33	1.33 / 7.33	1 / 8.07	◦	◦	◦	◦
Beber	8.71 / 2.07	6 / 1.55	5.19 / 1.85	8.44 / 1.71	◦	◦	◦	◦
Buscar alimento	5.43 / 2.9	6.12 / 1	5.78 / 2.5	4.79 / 1.33	◦	◦	◦	◦
Caminar	3.25 / 4.45	2.62 / 6.24	2.14 / 1.84	1.95 / 3.80		◦		◦
Echarse	1.74 / 1.9	2.33 / 1.43	1.53 / 4	1.2 / 2.4			◦	◦
Estirarse	1 / 1.33	0 / 1.5	1.33 / 1	1 / 1		*	*	*
Explorar	7.44 / 3.46	5.89 / 4.28	5.93 / 2.58	6.54 / 0.75	◦		◦	◦
Pararse	1.97 / 0.40	1.44 / 1.12	1.57 / 0.21	1.33 / 1.69	◦		◦	
Picar Aloj.	1.56 / 1	1 / 3	4 / 0	1.5 / 0			*	*
Picar Suave Pluma	1.67 / 1.5	1 / 2.33	1 / 0	1 / 0	+	+	*	*

Horario de observación: 10:00 a 11:00 AM. n=50. ** Sham en jaula.

◦. indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$). +. se utilizó la prueba de homogeneidad marginal.

++. se usó distribución binomial. *. No se observó el número suficiente de datos para realizar el análisis estadístico.

Cuadro 10. Comparación del tiempo (promedio en segundos) que las gallinas alojadas en jaula versus en piso, expresaron diferentes conductas en las semanas de edad consideradas en el estudio

Conducta	22 semanas	30 Semanas	40 Semanas	62 Semanas	22	30	40	60
Acicalarse	72.62 / 76.92	38.58 / 53.08	47.43 / 21.06	72.62 / 46.56				◦
Agresivo	5 / 0	6 / 0.16	15 / 1	0 / 5	++	+	*	*
Alimentarse	112.44 / 103.82	183.06 / 83.20	154.93 / 279.28	50.83 / 258.20		◦	◦	◦
Baño de tierra**	49 / 1.28	40.40 / 14.75	7.66 / 24.44	0 / 46.33	◦+	◦+	*	*
Beber	55.21 / 12.40	34.90 / 19.16	32.15 / 53.37	42.66 / 41.50	◦	◦		
Buscar Alim.	35.91 / 22.14	37.27 / 17.25	45.25 / 4	36.69 / 23.50	◦		*	
Caminar	13.40 / 26.26	12.80 / 42.21	8.13 / 39.36	7.31 / 26.85	◦	◦	◦	◦
Echarse	124.60 / 82.92	95.83 / 157.06	84.20 / 213.19	152.38 / 108.92			◦	
Estirarse	3.5 / 9.83	0 / 3.66	6 / 3.85	5 / 4.5	+	*	+	+
Explorar	84.15 / 35.14	47.33 / 36.10	51.97 / 18.50	75.88 / 6.44	◦			◦
Pararse	10.63 / 1.74	6.16 / 3.23	8.68 / 0.52	8.2 / 5.93	◦		◦	
Picar Aloj.	7.65 / 16.50	6.66 / 82	21.11 / 0	7 / 0	◦	*	*	*
Picar Suave Pluma	7 / 9.57	6 / 9.33	6 / 0	5 / 0	+	+	*	*

Horario de observación: 10:00 a 11:00 AM. 5 minutos por gallina. n=50. ** Sham en jaula.

◦. indica diferencia significativa ($p \leq 0.05$). +. se utilizó la prueba de homogeneidad marginal.

++. se usó distribución binomial. *. No se observó el número suficiente de datos para realizar el análisis estadístico.

7.2 Estado de salud de las gallinas durante el periodo de estudio

En el Cuadro 11, se observa que en el período intermedio (40 semanas de edad) se evidenciaron cambios en los indicadores de salud, observándose el deterioro de las patas (Calificación 2) y plumas (Calificaciones 2 y 3), lo que se acentuó todavía más al final del estudio. El indicador de salud cresta permaneció con calificación 1 durante todo el estudio.

Cuadro 11. Porcentaje acumulado de las calificaciones en el estado de salud de las gallinas Bovans White alojadas en jaula

Indicador	22 semanas	30 semanas	40 semanas	62 semanas
	Inicio	Pico	Intermedio	Final
Pluma (1)	100	100	4	0
Pluma (2)	0	0	86	89.13
Pluma (3)	0	0	10	10.87
Patas (1)	100	100	80	10.85
Patas (2)	0	0	20	89.15
Cresta (1)	100	100	100	100

Los resultados se expresan en porcentaje acumulado, n=50

* Pluma= 1. Cubierta completa de plumas. 2. Plumav deterioradas. 3. Pequeños espacios o calvas menores a 30 mm de diámetro. 4. Grandes espacios o calvas mayores a 30 mm de diámetro. 5. No hay plumas en la mayor parte de las áreas de la cabeza, cuello, espalda, alas, cola, abdomen y pecho.

** Patas= 1. Buena condición. 2. Lesiones visibles, pero no infectadas. 3. Lesiones severas pequeñas, pero no extendidas. 4. Pobre condición de las patas con lesiones extensas, pero sin signos de sangrado. 5. Muy pobre condición de las patas con lesiones severas y sangrantes

*** Cresta= 1. Buena condición. 2. Pálida 3. Pálida con pequeñas heridas. 4. Pálida con grandes heridas, pero sin sangrar. 5. Muy pobre condición con lesiones severas y sangrantes.

En las gallinas alojadas en piso, se observó que fue hasta el final del estudio que se presentaron cambios en la cresta. Prácticamente el 100% de los animales presentaron calificación 2 (Cuadro 11).

Cuadro 12. Porcentaje acumulado de las calificaciones en el estado de salud de las gallinas Bovans White alojadas en piso

Estado de Salud	Inicio	Pico	Intermedio	Final
	22 semanas	30 semanas	40 semanas	62 semanas
Pluma (1)	100	100	100	100
Patas (1)	100	100	100	100
Cresta (1)	100	100	100	0
Cresta (2)	0	0	0	100

Los datos se presentan como porcentaje acumulado. n=50

* Pluma= 1. Cubierta completa de plumas. 2. Plumav deterioradas. 3. Pequeños espacios o calvas menores a 30 mm de diámetro. 4. Grandes espacios o calvas mayores a 30 mm de diámetro. 5. No hay plumas en la mayor parte de las áreas de la cabeza, cuello, espalda, alas, cola, abdomen y pecho.

** Patas= 1. Buena condición. 2. Lesiones visibles, pero no infectadas. 3. Lesiones severas pequeñas, pero no extendidas. 4. Pobre condición de las patas con lesiones extensas, pero sin signos de sangrado. 5. Muy pobre condición de las patas con lesiones severas y sangrantes

*** Cresta= 1. Buena condición. 2. Pálida 3. Pálida con pequeñas heridas. 4. Pálida con grandes heridas, pero sin sangrar. 5. Muy pobre condición con lesiones severas y sangrantes.

A partir de la etapa intermedia hasta el final del estudio (Cuadro 13), los indicadores del estado de salud variaron entre las gallinas en ambos alojamientos, manteniéndose las gallinas en piso con calificación de 1 en los indicadores pluma y patas hasta el final del estudio, y solamente teniendo calificación de 2 en cresta. Por lo que respecta a las gallinas en jaula, se observaron incrementos en las calificaciones 2 y 3 en pluma a las 40 semanas de edad, esto se sumó a un nuevo incremento en ambas calificaciones hasta desaparecer al final del estudio la calificación 1. Con relación al indicador patas, se incrementó a las 40 semanas de edad la calificación 2, incrementándose notablemente al final del estudio, caso contrario de la calificación 1 que fue disminuyendo hasta el final del estudio. Por otra parte, el indicador cresta permaneció con calificación 1 durante todo el estudio.

Cuadro 13. Porcentaje acumulado de las calificaciones en el estado de salud de las gallinas Bovans White alojadas en jaula *versus* piso

Estado de Salud	Inicio 22 semanas	Pico 30 semanas	Intermedio 40 semanas	Final 62 semanas
Pluma (1)*	100/100	100/100	4/100	0/100
Pluma (2)	0/0	0/0	86/0	89.13/0
Pluma (3)	0/0	0/0	10/0	10.87/0
Patas (1)**	100/100	100/100	80/100	10.85/100
Patas (2)	0/0	0/0	20/0	89.15/0
Cresta (1)***	100/100	100/100	100/100	100/0
Cresta (2)	0/0	0/0	0/0	0/100

n=50 de cada grupo. Se presenta el porcentaje acumulado.

* Pluma= 1. Cubierta completa de plumas. 2. Plumaz deterioradas. 3. Pequeños espacios o calvas menores a 30 mm de diámetro. 4. Grandes espacios o calvas mayores a 30 mm de diámetro. 5. No hay plumas en la mayor parte de las áreas de la cabeza, cuello, espalda, alas, cola, abdomen y pecho.

** Patas= 1. Buena condición. 2. Lesiones visibles, pero no infectadas. 3. Lesiones severas pequeñas, pero no extendidas. 4. Pobre condición de las patas con lesiones extensas, pero sin signos de sangrado. 5. Muy pobre condición de las patas con lesiones severas y sangrantes

*** Cresta= 1. Buena condición. 2. Pálida 3. Pálida con pequeñas heridas. 4. Pálida con grandes heridas, pero sin sangrar. 5. Muy pobre condición con lesiones severas y sangrantes.

7.3 Calidad interna y externa del huevo

a) Gallinas en jaula

En el cuadro 14 se muestra que no se detectaron diferencias en las diferentes etapas del estudio de las Unidades Haugh. Con respecto al peso del huevo se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) de la etapa inicio con las restantes etapas. Por otra parte, en la Altura de la Albúmina hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre el inicio y pico *versus* intermedio y final. Con relación a la variable

Altura de la Yema se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los períodos inicio y pico *versus* intermedio y final. Solamente se observó una correlación positiva de interés en el Peso del Cascarón (0.60) en las etapas inicio *versus* final.

Cuadro 14. Calidad interna y externa del huevo de las gallinas alojadas en jaula

	22 semanas	30 semanas	40 semanas	62 semanas
Peso del huevo (g)	44.45 ± 3.57 ^a	56.48 ± 4.09 ^b	58.47 ± 3.98 ^c	59.22 ± 6.19 ^c
Altura de albumina (mm)	6.00 ± 0.86 ^a	6.38 ± 1.09 ^a	6.60 ± 1.23 ^b	6.83 ± 1.38 ^b
Unidades Haugh	81.9 ± 5.89 ^a	80.14 ± 8.64 ^a	80.68 ± 10.93 ^a	81.22 ± 13.22 ^a
Color de yema	9.58 ± 1.35 ^a	8.52 ± 1.16 ^b	8.23 ± 2.03 ^b	8.30 ± 1.10 ^b
Grosor del cascarón	0.37 ± 0.02 ^a	0.37 ± 0.02 ^a	0.41 ± 0.03 ^b	0.33 ± 0.02 ^c
Peso del cascarón (g)	4.94 ± 0.61 ^a	6.16 ± 0.38 ^b	6.41 ± 0.55 ^c	6.54 ± 0.67 ^c
Diámetro de la yema (cm)	3.40 ± 0.17 ^a	4.15 ± 0.18 ^b	4.13 ± 1.04 ^b	4.15 ± 0.67 ^b
Altura de la yema (cm)	1.49 ± 0.11 ^a	1.49 ± 0.05 ^a	1.60 ± 0.09 ^b	1.58 ± 0.19 ^b
Índice de yema	0.40 ± 0.08 ^a	0.35 ± 0.01 ^b	0.38 ± 0.02 ^a	0.38 ± 0.02 ^a
Largo del huevo (cm)	5.77 ± 0.23 ^a	6.08 ± 0.12 ^b	6.14 ± 0.13 ^c	6.25 ± 0.17 ^d
Ancho del huevo (cm)	4.34 ± 0.15 ^a	4.73 ± 0.14 ^b	4.83 ± 0.14 ^c	4.93 ± 0.24 ^d
Índice de forma	75.54 ± 3.41 ^a	77.89 ± 2.28 ^b	78.44 ± 3.05 ^b	78.99 ± 4.21 ^b

Se presenta media y desviación estándar de 50 piezas

^{abcd}. En cada fila, literales distintas indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

b) Gallinas en piso

Por lo que respecta a la gallinas alojadas en piso. Los resultados más relevantes (Cuadro 15) durante la evaluación de la calidad física del huevo fueron: en la variable Peso del Huevo se observó una diferencia ($P \leq 0.05$) entre el inicio *versus* pico, intermedio y final. El mismo caso fueron para las variables Altura de la Albúmina, además de pico *vs* final. En las unidades Haugh, hubo diferencias entre el inicio *versus* pico, intermedio y final. Por otro lado, no hubo diferencia significativa entre todas las etapas en el Peso del Cascarón; con respecto al Grosor de éste, se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en la etapa inicio *versus* pico y fin y pico *vs* intermedio. Con relación al Diámetro de la Yema se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre todas las etapas excepto intermedio *versus* final. Así mismo, en el Índice de Yema se observaron diferencias en la etapa inicio *versus* las restantes etapas. Mientras que en el Índice de Forma se observaron diferencias ($P \leq 0.05$) en el inicio *versus* las restantes etapas. Se

observaron correlaciones positivas de interés en el Peso de Huevo (pico vs intermedio, 0.99), Unidades Haugh (inicio vs intermedio, 0.98, y pico vs intermedio, 0.87), Peso del Cascarón (inicio vs intermedio, 0.80) y Grosor del Cascarón (pico vs intermedio, 0.92).

Cuadro 15. Calidad interna y externa del huevo de las gallinas alojadas en piso

Característica	22 semanas	30 semanas	40 semanas	62 semanas
Peso del huevo (g)	51.17±3.21 ^a	59.58±5.97 ^b	60.17±3.62 ^b	60.78±4.22 ^b
Altura de albumina (mm)	8.39±1.15 ^a	7.49±1.16 ^b	6.94±1.55 ^c	6.89±1.23 ^c
Unidades Haugh	93±6.69 ^a	86.27±7.38 ^b	81.80±14.48 ^c	81.66±9.33 ^c
Color de yema	8.36±0.88 ^a	10.64±0.90 ^b	8.26±0.90 ^a	10.11±1.65 ^b
Grosor del cascarón	0.39±0.02 ^a	0.37±0.02 ^b	0.40±0.03 ^a	0.36±0.04 ^b
Peso del cascarón (g)	5.83±0.51 ^a	5.90±0.58 ^a	6.49±0.59 ^a	6.87±1.29 ^a
Diámetro de la yema (cm)	3.39±0.18 ^a	3.93±0.15 ^b	4.04±0.12 ^c	4.01±0.11 ^c
Altura de la yema (cm)	1.65±0.14 ^a	1.61±0.06 ^a	1.60±0.06 ^a	1.63±0.02 ^a
Índice de yema	0.48±0.04 ^a	0.39±0.08 ^b	0.40±0.02 ^b	0.41±0.02 ^b
Largo del huevo (cm)	5.04±0.22 ^a	5.63±0.22 ^b	5.73±0.20 ^c	5.72±0.20 ^c
Ancho del huevo (cm)	4.20±3.82 ^a	4.34±0.13 ^b	4.42±0.12 ^c	4.42±0.13 ^c
Índice de forma	75.90±3.84 ^a	77.12±1.98 ^b	77.19±3.67 ^b	77.24±3.24 ^b

Se presenta media y desviación estándar de 50 piezas. ^{abc} En cada fila, literales distintas indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

c) Gallinas en jaula vs piso

Al comparar la calidad interna y externa del huevo de las gallinas alojadas en jaula *versus* piso (Cuadro 16), los resultados más relevantes fueron los siguientes: se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todas las variables a las 22 semanas de edad excepto en el Diámetro de la Yema, Grosor de Cascarón, e Índice de Forma. Con respecto a las 30 semanas de edad con excepción del Peso del Huevo, Grosor del Cascarón y Diámetro de Yema hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el restante de las variables entre los dos tipos de alojamiento. Por otra parte, se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) a las 40 semanas de edad en las siguientes variables: Índice de yema, Largo y Ancho del huevo. Por último, al final del estudio, se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en las siguientes variables: Color de Yema, Grosor y Peso del cascarón, Altura e Índice de la yema, Largo y Ancho del huevo.

Cuadro 16. Comparación de la calidad interna y externa del huevo de gallinas alojadas en jaula versus en piso

Característica	22 semanas	30 semanas	40 semanas	62 semanas
Peso del huevo (g)	44.45 ^a / 51.17 ^b	56.48 ^a / 59.58 ^a	58.47 ^a / 60.17 ^a	59.22 ^a / 60.78 ^a
Altura de albumina (mm)	6.00 ^a / 8.39 ^b	6.38 ^a / 7.49 ^b	6.60 ^a / 6.94 ^a	6.83 ^a / 6.89 ^a
Unidades Haugh	81.9 ^a / 93 ^b	80.14 ^a / 86.27 ^b	80.68 ^a / 81.80 ^a	81.22 ^a / 81.66 ^a
Color de yema	9.58 ^a / 8.36 ^b	8.52 ^a / 10.64 ^b	8.23 ^a / 8.26 ^a	8.30 ^a / 10.11 ^b
Grosor del cascarón	0.37 ^a / 0.39 ^a	0.37 ^a / 0.37 ^a	0.41 ^a / 0.40 ^a	0.33 ^a / 0.36 ^b
Peso del cascarón (g)	4.94 ^a / 5.83 ^b	6.16 ^a / 5.90 ^b	6.41 ^a / 6.49 ^a	6.54 ^a / 6.81 ^b
Diámetro de la yema (cm)	3.40 ^a / 3.39 ^a	4.15 ^a / 3.93 ^a	4.13 ^a / 4.04 ^a	4.15 ^a / 4.01 ^a
Altura de la yema (cm)	1.49 ^a / 1.65 ^b	1.49 ^a / 1.61 ^b	1.60 ^a / 1.60 ^a	1.58 ^a / 1.63 ^b
Índice de yema	0.40 ^a / 0.48 ^b	0.35 ^a / 0.39 ^b	0.38 ^a / 0.40 ^b	0.38 ^a / 0.41 ^b
Largo del huevo (cm)	5.77 ^a / 5.04 ^b	6.08 ^a / 5.63 ^b	6.14 ^a / 5.73 ^b	6.25 ^a / 5.73 ^b
Ancho del huevo (cm)	4.34 ^a / 4.20 ^b	4.73 ^a / 4.34 ^b	4.83 ^a / 4.42 ^b	4.93 ^a / 4.42 ^b
Índice de forma	75.54 ^a / 75.90 ^a	77.89 ^a / 72.12 ^b	78.44 ^a / 77.19 ^a	78.99 ^a / 77.24 ^a

^{ab} En cada línea, literales distintas indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los tipos de alojamiento.

7.4 Variables productivas observadas en las gallinas Bovans White alojadas en jaula y en piso

a) Gallinas en jaula

Se obtuvieron los promedios de los datos (Cuadro 17) de toda la parvada en jaula, de las siguientes variables productivas que se expresan como datos tabulados.

Cuadro 17. Datos tabulados de las variables productivas de las gallinas Bovans White alojadas en jaula

Variable	Inicio (22 semanas)	Pico (30 semanas)	Intermedio (40 semanas)	Final (62 semanas)
Mortalidad acumulada (%)	0	0	2	8
Producción de huevo (%)	82	100	93.87	93.47
Índice de Conversión	2	1.75	1.76	1.77
Alimento por ave/día (g)	89	99	103	105
Porcentaje de huevo sucio	2.24	4.46	2.74	2.97
Porcentaje de huevo roto	0.37	0.38	0.38	0.87

a) Gallinas en piso

Se obtuvieron los promedios de los datos (Cuadro 18) de toda la parvada en piso, de las siguientes variables productivas que se expresan como datos tabulados.

Cuadro 18. Datos tabulados de las variables productivas de gallinas Bovans White alojadas en piso

Variable	Inicio (22 semanas)	Pico (30 semanas)	Intermedio (40 semanas)	Final (62 semanas)
*Mortalidad acumulada %	0	0	0	4
Producción de huevo %	90	100	90	89
Índice de Conversión	1.92	1.86	1.90	2.03
Alimento por ave g/ día	98	110	114	122
Porcentaje de huevo sucio	5.55	6	11.81	8
Porcentaje de huevo roto	0	0	0	0

Cuadro 19. Datos tabulados de las variables productivas de gallinas Bovans White alojadas en jaula versus piso

Variable	Inicio (22 semanas)	Pico (30 semanas)	Intermedio (39 semanas)	Final (62 semanas)
*Mortalidad acumulada %	0/0	0.71/0	4.25/0	5.46/4
Producción de huevo %	82/90	100/100	93.87/90	93.47/89
Alimento por ave g/ día	89/98	99/110	103/114	105/122
Índice de Conversión	2/1.92	1.75/1.86	1.76/1.90	1.77/2.03
Porcentaje de huevo sucio	2.24/5.55	4.46/6	2.74/11.81	2.97/8
Porcentaje de huevo roto	0.37/0	0.38/0	0.38/0	0.87/0

Describiendo los resultados como datos tabulados, se observó una mayor mortalidad acumulada y un mayor porcentaje de huevo roto en las gallinas en jaula. Por otra parte, se observó un mayor consumo de alimento, un mayor índice de conversión y un mayor porcentaje de huevo sucio en las gallinas alojadas en piso.

VIII. Discusión

8.1 Expresión de conductas

a) Gallinas alojadas en jaula

El repertorio del comportamiento normal o natural de las gallinas domésticas modernas comprende patrones de comportamiento ancestrales que se presentan cuando a las gallinas se les proporciona espacio adecuado y acceso a diversos recursos. El grado en que estos patrones de comportamiento son expresados por las gallinas adultas depende no solo de su alojamiento, sino también de la genética, la experiencia previa en el entorno de crianza, las condiciones ambientales durante el desarrollo embrionario y los efectos epigenéticos. La preocupación por un adecuado bienestar surge para conocer si las gallinas están motivadas para expresar ciertas conductas pero que no pueden manifestarlos debido a restricciones en el alojamiento, lo que resulta en estrés emocional o bien la presentación de variantes agonísticas de esas conductas como picoteo de la pluma e histeria, o bien ambos (Lay *et al.*, 2011).

En el presente estudio se encontró que las gallinas en jaula que las conductas que con mayor frecuencia se presentaron fueron Explorar, Buscar Alimento y Acicalarse. Así mismo, las conductas que en tiempo se presentaron en mayor porcentaje fueron Alimentarse, Echarse y Explorar. La conducta Alimentarse y Echarse aumentaron cuando la gallina estuvo en el pico de postura, que es cuando se requiere más energía y descanso para alcanzar su máxima tasa de producción de acuerdo con Downing (2012). Por otra parte, en relación con las conductas Buscar alimento y Picar el alojamiento se sugiere que son conductas redirigidas de forrajear en ausencia de sustrato, manteniéndose la conducta Buscar alimento durante todo el desarrollo del estudio. A este respecto, en las jaulas se presenta una mayor frecuencia de picoteo en los barrotes de éstas, lo podría ser considerada como una conducta de alimentación redirigida (Singh, *et al.*, 2009). Sin embargo, otros autores (Broom y Fraser, 2015) mencionan que las gallinas pasan mucho tiempo investigando el medio ambiente picando objetos. Por lo que si no existen muchos objetos que picar se puede convertir en una estereotipia. Por otra parte, se observó una mayor frecuencia de Picoteo Suave de Plumas por la tarde en jaulas que podría estar

relacionada con la motivación de las gallinas para alimentarse en ese momento y a la ausencia de material de alimentación en las jaulas. A este respecto, Newberry *et al.*, (2006) reportan que la conducta Picoteo Suave de la Pluma puede representar una adaptación social a una conducta exploratoria en aves jóvenes, mientras que cuando se vuelve una estereotipia puede ser indicativo de problemas de bienestar. De tal manera que las aves jóvenes algunas veces se reúnen y forman grupos de tres o más gallinas, una de ellas deliberadamente tiene una estereotipia y pica a otra gallina enfrente de ella, mientras que otra gallina pica a la primera por otras. Esta conducta puede ser persistente y difícil de que desaparezca. Sin embargo, los mismos autores (Newberry *et al.*, 2006) mencionan que las gallinas que expresan la conducta Picoteo Suave de la Pluma o bien la estereotipa de ésta no fue predictiva de la conducta picoteo severo de la pluma cuando las gallinas son adultas. Por otro lado, se observó la expresión de la conducta Estiramiento excepto a las 30 semanas de edad, algunos autores mencionan que esta conducta se presenta en gallinas alojadas en jaulas cuando la densidad por gallina es de 720 cm² por gallina (Widowski *et al.*, 2016).

Así mismo, se observó que la conducta Beber no es una secuencia de la conducta Alimentarse y viceversa como lo describe Mishra *et al.*, 2005. Se conoce que las gallinas no todas las veces se alimentan cuando van a los comederos. Durante el estudio las gallinas muchas veces monopolizaron el alimento o bien observaron sus compañeras de jaula y de otras jaulas contiguas o bien expresaron otras conductas como Explorar. Asimismo, la motivación para expresar la conducta Beber no necesariamente realiza la conducta completa, las gallinas pueden jugar con el agua por aburrimiento, esta observación específica se ha descrito en cerdos mantenidos en ambientes de barrera (Singh *et al.*, 2009). Estas conductas se observaron entre 10:00 y 12:00 cuando las gallinas ya se alimentaron lo suficiente, ya que el mayor consumo de alimento se realiza por la mañana temprano, lo que explica también por qué no existió una secuencia de alimentación para beber descrita por Mishra *et al.*, 2005 en aves en piso.

Durante el desarrollo del estudio en las gallinas en jaula, se observó que menos del 3% de las gallinas expresaron la conducta Baño de tierra Sham. Esto en algunas líneas de ponedoras se expresa, cuando las gallinas realizan

movimientos repetitivos del ala contra el piso (lo que normalmente daría lugar a llevar polvo al plumaje), sin completar la secuencia de baño de polvo (Lay *et al.*, 2011). Se piensa que este comportamiento expresa un bienestar pobre o ausencia de una retroalimentación del objetivo de realizar la conducta. Ciertamente, el baño de tierra Sham o falso no parece cumplir la motivación del baño de tierra a sus niveles iniciales (Lay *et al.*, 2011). A las 30 semanas de edad, se observó el mayor porcentaje de frecuencia y tiempo durante la realización del baño de tierra relacionado con el mayor consumo de alimento y estrés; además más del 50% de las gallinas tendieron a seguir una secuencia de alimentación para realizar baños de tierra. Esto se explica cuando las gallinas eligen su alimento para tratar de sustituir a la tierra que está ausente en la jaula, para entonces poder satisfacer la motivación de realizar los baños de tierra. Esta hipótesis concuerda de cierto modo en relación con lo que concluye Shimmura *et al.*, 2011, que describieron como las gallinas ponedoras sin material para cama realizan el baño de tierra falso o Sham.

b) Conductas expresadas por las gallinas alojadas en piso

La definición, priorización y medición de las necesidades de la expresión del comportamiento son cruciales en un estudio con gallinas. Los animales tienen necesidades del comportamiento que son evidentes para el mantenimiento individual como son las conductas alimentarse y beber. Los animales también requieren necesidades que tienen relevancia biológica, si bien no implicadas directamente en su provecho individual como las anteriores. Sin embargo, si esas conductas no se expresan, el balance de stress y gratificación se afecta (Mishra *et al.*, 2005).

De acuerdo con lo observado en el alojamiento de gallinas en piso durante el presente estudio, tanto en la frecuencia y tiempo expresado, la conducta Acicalar se incrementó a las 30 semanas de edad. Esta conducta se expresa en general durante todo el día, pero especialmente muy temprano por la mañana (3:00 a 8:00 horas) y en la tarde (16:00 a 22:00 horas) de acuerdo con Mishra *et al.*, (2005).

Por otra parte, en relación con la conducta Alimentarse se observó su mayor incremento a las 40 semanas de edad, no así en a las 30 semanas, lo que fue ligado a un mayor incremento de la conducta Forrajear, que inclusive tuvo una correlación positiva de 0.77 en Pico de Postura con respecto en la semana 40; lo que explica un menor consumo de alimento en la semana 30. Se sabe que Forrajear es una conducta que llega a expresarse hasta en un 25% en un aviario de acuerdo con Shimmura *et al.*, (2011).

Por otro lado, al igual que en jaula, se observó que la conducta Beber no es una secuencia de la conducta Alimentarse y viceversa descrito por Mishra *et al.*, (2005). Esto desde luego es necesario desafiarlo durante todo el día para evaluar la frecuencia y tiempo de esta conducta.

Se observó que conductas aparentemente ligadas en su momento, como Caminar y Explorar, fueron declinando a partir de las 30 semanas de edad. A este respecto las gallinas probablemente caminan una distancia corta para alcanzar otro espacio dentro del alojamiento, cambian de un lado a otro, cambian de posición o bien tienen una caminata más larga por confort como lo describe Mishra *et al.*, 2005.

La conducta Echarse fue incrementándose notablemente a las 30 semanas de edad hasta el final de estudio, que de acuerdo con lo reportado por Downing, (2012), en dicha etapa la gallina requiere más alimento y descanso debido a la alta tasa de producción de huevo.

Por otra parte, existen conductas como el Baño de Tierra que ha sido de las más estudiadas de acuerdo con Shimmura *et al.*, (2011). En el presente estudio se fue incrementando en tiempo hasta llegar a representar en frecuencia el 21.53% al final de postura. Así mismo, esta conducta es observada más frecuentemente antes de mediodía en un aviario de acuerdo con lo descrito por Shimmura *et al.*, (2011). Lo que concuerda con la hora del día en que se observaron las gallinas en el presente estudio. A este respecto, las gallinas relativamente llevan a cabo más largos sus periodos de la conducta Baño de Tierra entre las 10:00 y 15:00 horas según lo reporta Mishra *et al.*, (2005).

En relación con la conducta Picar Alojamiento, ésta se incrementó a las 30 semanas de edad, donde hay una mayor necesidad de alimentar y competencia por hacerlo. Se menciona que en las jaulas se presenta una mayor frecuencia de picoteo en los barrotes de éstas, lo que podría ser considerada como una conducta de alimentación redirigida (Singh *et al.*, 2009), o bien una estereotipia, en el caso de las gallinas en piso sería importante hacer un análisis exhaustivo de su importancia y expresión durante el ciclo de postura.

Por otra parte, relacionado a la motivación de la conducta Buscar Alimento, sugerimos que es una conducta redirigida de Forrajear que se observó en jaula, la que fue disminuyendo notablemente en piso durante el presente estudio. Por otra parte, la conducta Rascar se mantuvo con una frecuencia constante en todos los períodos, a este respecto es importante tomar en cuenta que la cama no estuvo compactada o bien fue escasa durante el estudio, ya que durante la evaluación las gallinas removían muy fácilmente el material de cama utilizando su pico para forrajear, y por tanto no necesitaban rascar para remover la cama. Lo que implica que se modificó la expresión en frecuencia y tiempo de esta conducta. Mishra *et al.*, (2005) reportó que la conducta Rascar se expresa en un 85% en segmentos con material de cama compuesta de viruta de madera.

Por lo que respecta a la conducta Volar, esta conducta está asociada con escapar de acuerdo con lo reportado por Mishra *et al.*, (2005). En el presente estudio no hubo perchas en las instalaciones. Sin embargo, la motivación por volar de la gallina existió. Esto fue posible cuando las gallinas volaban en dirección a orillas altas, 1.30 m de altura del piso, o a los nidales localizados a 1 metro del suelo.

Por otra parte, existe una evidencia que la conducta picar la pluma (especialmente picar la pluma de manera severa) puede estar relacionada con la conducta forrajear y la función de intestino, mientras que la motivación por picar la pluma suavemente es incierta, o puede estar relacionada con el patrón de alguna otra conducta como se menciona en otros estudios, donde se menciona que puede tener la motivación acicalarse (Dixon 2008).

8.2 Estado de salud

a) Gallinas en jaula

De acuerdo con los resultados, a partir de las 40 semanas de edad comenzó un deterioro tanto en el plumaje y patas de las gallinas respectivamente debido al roce continuo con el tipo de alojamiento tanto al alimentarse, como al desplazarse, pararse y echarse. Así mismo, se observaron las garras deformadas, lo que se reporta en gallinas en jaula (Broom y Fraser, 2015). Esto va de acuerdo con lo reportado en el reporte final de la AVMA Issues, (2006). Solamente la cresta se mantuvo en similares condiciones desde el inicio hasta el final del estudio.

b) Gallinas en piso

Las gallinas se mantuvieron en excelente condición hasta el final del estudio, con ligero deterioro de la cresta, que va de acuerdo con lo reportado por Lay Jr. *et al.*, (2011) y AVMA Issues, 2006. Se observó que en alojamiento de piso hay menos evidencia de problemas en patas en comparación de gallinas alojadas en jaulas. Lo que se constata también con lo reportado por Weitzenburger *et al.*, (2006), en relación con los bajos niveles de hiperqueratosis en gallinas alojadas en piso que no tienen acceso a perchas.

8.3. Calidad física del huevo

a) Gallinas alojadas en jaula

En relación con la evaluación de la calidad física del huevo, algunos autores (Navarra y Pinson, 2010) describen que la exposición al estrés puede tener graves efectos en las aves de corral tanto desde el punto de vista del bienestar, así como de la producción, ya que las gallinas expuestas al estrés no solo exhiben conductas agonistas y discapacidades fisiológicas, sino que también afecta la productividad del huevo y puede tener efectos a largo plazo en la salud de la descendencia también. En general, las líneas blancas son más agresivas y nerviosas que las líneas cafés (Navarra y Pinson, 2010). También, como resultado de la selección genética, existen diferentes variedades de gallinas ponedoras que varían significativamente en la calidad de la cáscara del huevo, el tamaño del huevo y la producción. La selección de una característica,

como la producción o el peso del huevo, afecta otras características de la gallina, como la calidad de la cáscara del huevo (Navarra y Pinson, 2010).

Durante el estudio, las unidades Haugh que son indicadores de la frescura del huevo no se vieron afectadas durante todo el estudio, sin embargo, es importante hacer notar que por logística en el estudio la determinación de la calidad física del huevo se realizó un día después de su colecta, lo que llega a disminuir hasta 5 unidades Haugh de acuerdo con lo reportado por Farhad y Fariba, (2011). Es importante tomar en cuenta esto, ya sea cuando se requieran realizar comparaciones con otras etapas del ciclo de postura o bien comparar con otros tipos de alojamiento, ya que un día de diferencia puede ser estadísticamente significativo.

b) Gallinas alojadas en piso

Aygün (2019) describe que en términos de la calidad física del huevo los sistemas de gallinas en jaula parecen ser ligeramente mejores que los sistemas free range u orgánicos. A este respecto, en el presente trabajo las unidades Haugh, al igual que la altura de la albúmina se vieron disminuidas conforme avanzó la edad de las gallinas, sin embargo, no se vieron afectadas en general durante el estudio. Las unidades Haugh que son indicadores de la frescura del huevo, así como las demás variables no se vieron afectadas de manera general, lo que concuerda con lo descrito por Farhad y Fariba, (2011). Es importante hacer notar que al igual que las gallinas en jaula, la determinación de la calidad física del huevo se realizó un día después de su colecta, lo que llega a alterar hasta 5 unidades de acuerdo como se hizo notar por lo reportado por Farhad y Fariba, 2011. A este respecto, Bhadauria et al., 2019 observaron que gallinas White Leghorn mostraron un mejor estado de bienestar cuando fueron alojadas en piso, pero las variables productivas y la calidad física del huevo fueron superiores en dichas gallinas alojadas en jaulas.

Por otra parte, el color de la yema varió durante el estudio, lo que sin duda fue influenciado por los niveles de inclusión de pigmento, carotenoides o xantofilas, que variaron en la dieta. Cabe la pena mencionar, que las diferencias observadas en los dos tipos de alojamiento tanto en peso del huevo, peso y

grosor del cascarón, e índice de forma varían de acuerdo con la edad y etapa de postura de la gallina (Quintana, 2013).

De manera general en ambos alojamientos se cumplieron los parámetros establecidos para la calidad física del huevo establecidos por la NMX-FF-127-SCFI, 2016.

8.4 Variables productivas

Gallinas en jaula *versus* piso

Los resultados de manera general en los dos alojamientos cumplieron con lo establecido para la línea Bovans White por la casa matriz Isa Hendrix Genetics, (2019), si bien son datos tabulados y sin tener un análisis estadístico, se puede comentar que hubo un menor consumo de alimento, mejor índice de conversión alimenticia, y menor porcentaje de huevo sucio, lo que coincide con lo reportado por otros autores (Ahammed *et al.*, 2014; Golden *et al.*, 2012; Holt *et al.*, 2011). Es importante resaltar el concepto inocuidad alimentaria, especialmente en el huevo sucio, una característica que es castigada para la comercialización del huevo, además de la posible alteración en la inocuidad del alimento establecida por la FAO, 1976, y descrita en Manual para el Control de Calidad de los Alimentos, 1996. A este respecto, es importante mencionar que el bienestar animal se considera un atributo importante definido como un "concepto de calidad alimentaria" general, y existe una creciente conciencia de que existe un vínculo entre el bienestar animal y la seguridad alimentaria (Cruz Monterrosa *et al.*, 2017).

Para concluir que sistema de alojamiento tiene mayores ventajas, se deberá contar con los datos de cada gallina en su alojamiento, lo que permitirá conocer mediante un análisis estadístico de las variables productivas si hay alguna diferencia en los dos alojamientos.

Ahora bien, la densidad de población es una variable que sin duda influyó en el resultado final de las variables evaluadas. De tal manera fue que, sin haber establecido una densidad de población inicial para este trabajo de tesis, se tuvieron 2 gallinas por jaula, con una densidad de población de 860 cm² por

gallina. Las gallinas tuvieron la motivación para expresar más conductas como estirar y caminar.

A este respecto, algunos autores mencionan que probablemente el mayor impacto en el bienestar de las gallinas ponedoras alojadas en jaulas es la densidad de población, más que la provisión de accesorios para el alojamiento (Cook *et al.*, 2011). A medida que aumenta la densidad de la población, aumentará el impacto del orden social dentro del grupo, lo que conduce a una mayor incidencia de agresión. Por lo tanto, a medida que aumenta la densidad poblacional, existe una compensación entre el aumento del espacio libre por gallina y la probabilidad de experimentar agresión (Cook *et al.*, 2011).

Cuando existe una alta densidad de población en la producción comercial, las gallinas ponedoras pueden restringir su expresión a ciertas conductas, y por lo tanto esto influye en su bienestar. Uno de los factores más importantes en la producción de huevos son los cambios en la densidad de población, que pueden afectar los patrones de comportamiento de las gallinas (Chen y Bao, 2012).

Durante el presente trabajo se contó con una densidad de población de gallinas que ofreció un mayor espacio por gallina y que cumplió satisfactoriamente con las recomendaciones de 550 cm² por gallina (Bulmer y Gil, 2008) para este tipo de alojamiento. Además, las gallinas mostraron un buen estado de salud en buena parte del estudio.

En el caso de las gallinas en piso, la densidad de población reportada para este tipo de alojamiento está referida de 2.6 a 4 m² por gallina (Bulmer y Gil, 2008). Esta varía de acuerdo con las referencias consultadas en cuanto al mínimo en superficie establecido.

En el presente estudio se contó con una densidad de población de 1.2 m² por gallina. A este respecto Cook *et al.*, (2011), mencionan que quizás la densidad de población tiene relación con el crecimiento en el impacto en el orden social dentro del grupo llevando a una alta incidencia de agresión. Como resultado de varios estudios sobre el tamaño de grupos, cuando éstos se incrementan en número de gallinas, éstas no son capaces de discriminar entre orden de picoteo para facilitar la tolerancia social (Widowsky *et al.*, 2016). De

acuerdo con las referencias consultadas, un tipo de alojamiento con cama, bebederos, comederos y áreas para perchas y echarse reportado por Humane Farm Animal Care Standards Egg Laying Hens, (2014), recomienda un mínimo de 1.2 pies cuadrados por gallina (0.11 m²). El alojamiento de piso de acuerdo con sus características, sin perchas y con cajas para nido, es similar al descrito por American Veterinary Medical Association, (2012), como sistema de alojamiento de barn o cobertizo. Por tanto, las gallinas en piso tuvieron la motivación y un mayor espacio para expresar más conductas que las gallinas en jaula. Así mismo, Widowsky *et al.*, (2016) mencionan que mientras los cambios en el comportamiento son una consecuencia de los diferentes sistemas de alojamiento, espacio y tamaño del grupo de animales, las conductas de confort tales como acicalamiento, sacudir el cuerpo, rascar, estirarse y limpiarse el pico fueron similares en cajas convencionales (720 cm²/gallina) y aviarios (2953 cm²/gallina).

En resumen, se puede decir que, el bienestar es multidimensional y comprende buena salud, confort, expresión del comportamiento, etc. Por lo tanto, para su evaluación general requiere de un multicriterio. Esto se refiere a utilizar un conjunto de criterios que deben ser exhaustivos, mínimos, y acordados por las partes interesadas y legibles (un número limitado de criterios). Además, la interpretación de un criterio no depende de otro. En general, todos los subcriterios se agrupan en cuatro criterios: alimentación, alojamiento, salud y estados emocionales optimizados (Botreau *et al.*, 2007).

IX. Conclusión

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio, se concluye que el alojamiento en piso ofrece un mejor bienestar a las gallinas ponedoras, manifestándose en un mejor estado de salud, una mayor expresión del repertorio de conductas, manteniendo la calidad física del huevo y con variables productivas similares a las gallinas alojadas en jaulas. Es necesario realizar más estudios donde sean integradas más variables tales como las enfermedades que afectan las gallinas, determinación del estrés con métodos no invasivos, e inocuidad alimentaria para complementar y dilucidar las ventajas y desventajas de cada sistema.

Es muy importante considerar que el manejo de cada sistema tiene un profundo efecto en el bienestar de las aves; por lo tanto, incluso un sistema de alojamiento que se considera superior en relación con el bienestar de una línea de gallinas ponedora puede tener un efecto negativo sobre el bienestar si no se maneja adecuadamente. La combinación correcta de diseño del alojamiento, línea de gallina, condiciones de crianza y manejo es esencial para optimizar el bienestar y productividad de la gallina ponedora.

X. Literatura citada

- AHAMMED M, Chae B. J., Lohakare J., Keohavong B., Lee M. H., Lee S. J., Kim D. M., Lee J. Y., and Ohh S. J. **2014**. Comparison of Aviary, Barn and Conventional Cage Raising of Chickens on Laying Performance and Egg Quality. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 8:1196-1203. ISSN: 1011-2367. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13394>.
- ALBENTOSA M.J., Cooper J.J., Luddem T., Redgate S.E., Elson H.A. and Walker A.W. **2007**. Evaluation of the effects of cage height and stocking density on the behavior of laying hens in furnished cages. *Brit. Poult. Sci.* 48:1-11.
- AMERICAN Veterinary Medical Association. **2012**. Literature review on the welfare implications of laying hen housing. <https://www.avma.org/KB/Resources/Literaturereviews/Pages/Welfare-Implications-of-Laying>.
- AMERICAN Veterinary Medical Association (AVMA) Issues. 2006. A Comparison of Cage and Non-Cage Systems for Housing Laying Hens. <https://www.laywel.eu/web/pdf/final20activity%20report.pdf>.
- AYGÜN Ali. 2019. What is the Difference Between Conventional Cages, Free-Range and Organic Eggs? *Turkish Journal of Scientific Reviews.* **12**(1): 05-07. E-ISSN:2146-0132. <http://www.derleme.gen.tr/index.php/derleme/article/view/326/323>.
- BHADAURIA Pragya, Bhanja S.K., Kolluri G., Saran S., Divya, Majumdar S. 2019. Productivity, reproduction, and welfare status of White Leghorn hens under cage and floor housing systems. *Indian Journal of Poultry Science.* **54**(1): 89-95. ISSN: 0019-5529. Online ISSN: 0974-8180. <http://dx.doi.org/10.5958/0974-8180.2019.00017.5>.
- BOTREAU Raphaëlle, Veissier Isabelle, Bracke MBM, Butterworth Andrew and Keeling Linda J. 2007. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal welfare.*16(2):225-2228. ISSN 0962-728. <http://dx.doi.org/10.107/S11751731107000547>.
- BROOM DM. **1991**. Animal welfare: concepts and measurement. *J Anim. Sci.* 69:4167-4175. <https://www.neuroscience.cam.ac.uk/publications/download.php?id=40003>.
- BROOM DM. and Fraser A.F. 2015. Domestic animal behaviour and welfare. 5th Edition (D.M. Broom and A.F. Fraser). ISBN-13: 9781780645391.

- BROUSSET Hernández Járegui Dulce Ma. Brousset, Galindo Maldonado Francisco, Valdez Pérez Ricardo A., Romano Pardo Marta, Schuneman de Aluja. Aline. **2005**. Cortisol en saliva, orina y heces: evaluación no invasiva en mamíferos silvestres. *Vet. Mex.* 36:325-336. <https://www.redalyc.org/service/r2020/downloadPdf/423/42336308/1>.
- BULMER Elena and Gil Diego. **2008**. Chronic Stress in Battery Hens: Measuring Corticosterone in Laying Hen Eggs. *Inter. J. of Poult. Sci.* 9: 880-883. ISSN: 1682-8356. <http://dx.doi.org/3923/ijps.2008.880.883>.
- CAMPHELL DLM, Ali AB, Karcher DM, Siegford JM. **2017**. Laying hens in aviaries with different litter substrates: Behavior across the flock cycle and feather lipid content. *Poultry Science*. 96:3824–3835. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex204>.
- CHELINI M, Souza N, Cortopassi, S, Felipe E and Oliveira C. **2006**. Assessment of the physiologic stress by quantification of faecal corticosteroids. *JALAS*. 8-11. <https://www.ingentaconnect.com/content/aalas/jaalas/2006/00000045/00000003/art00001>.
- COOK N.J., Shaefer A.L., Korver D.R., Haley D.B., Fredes and Church J.S. **2011**. Minimalley-Invasive Assessments of the behavioral and physiological effects of enriched colony cages on laying hens. *The Open Agriculture Journal*. 5:10-18. <http://dx.doi.org/10.2174/1874331501105010010>.
- CHEN D.H. and Bao J. **2012**. General Behaviors and Perching Behaviors of Laying Hens in Cages with Different Colored Perches. *Asian-Australas J Anim Sci*. 25(5):717–724. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.11366>.
- CRUZ-MONTERROSA Rosy G., Reséndiz Cruz Verónica Reséndiz, Armando a. Reyes-Amor, Marcos López and Genaro C. Miranda de la Lama. **2017**. Bruises in beef cattle at slaughter in Mexico: implications on quality, safety and shelf life of the meat. *Tropic Health Prod*. 49:145-152. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-016-1173-8>.
- DELL Ralph B., Holleran Steve and Ramakrishan Rajasekhar. **2002**. Sample size determination. *ILAR J*. 43(4):207-213. <http://dx.doi.org/10.1093/ilar.43.4.207>.
- DIXON Laura M. **2008**. Feather pecking behavior and associated welfare issues in laying hens. *Avian Biology Research*. 1 (2):73-87. <http://doi/103184/175815508X363251>.
- DOWNING Jeff. **2012**. Non-invasive assessment of stress in commercial housing systems. A report for the Australian Egg Corporation Limited. AECL Publication No US108A. <http://dx.doi.org/10.1093/ilar.43.4.207>.
- FACULTAD de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ). 2019. Localización del CEIEPAV. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepav/localizacion.html>.
- FARHAD A, Fariba R. **2011**. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens. A review. *World Applied Sciences Journal*. 12(3): 372-384. ISSN 1818-4952. <https://pdfs.semanticscholar.org/acdd/b04e5e130dd7e454443cdf4e45054de91108.pdf>.
- FOOD and Agriculture Organization (FAO). **2007**. Código de prácticas de higiene para los huevos y productos de huevo (CAC/RCP 15-1976). Adoptado en 1976, enmendado en 1978 y 1985. <http://www.fao.org/3/i1111s/i1111s01.pdf>.
- FLORES A. **1994**. Programa de alimentación en Avicultura. Ponedoras Comerciales. Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España 10 a 11 de noviembre de 1994. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentaci%C3%B3Ng.

- GARCÍA-GARCÍA José Antonio, Reding-Bernal Arturo, López Alvarenga Juan Carlos. **2013**. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación. *Inv Ed Med.* 2(8):217-224. ISSN:2007-5057. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000400007&script=sci_abstra.
- GARNHAM Laura and Løvlie Hanne. **2018**. Review. Sophisticated Fowl: The Complex Behaviour and Cognitive Skills of Chickens and Red Junglefowl. *Behav. Sci.* 8-13. <http://dx.doi.org/10.3390/bs8010013>
- GOLDEN J.B, Arbona D. V., and Anderson K. E. **2012**. A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. *J. Appl. Poult. Res.* 21:95–102. ISSN:1056-6171. <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2011-00370>.
- HANNINEN Laura and Pastell Matti. **2009**. Cow Log: Open-source software for coding behaviors from digital video. *Behaviour Research Methodology.* 41:472-476. . ISSN: 1554-3528. <http://dx.doi.org/10.3758/BRM.412.472>.
- HENDRIX ISA. Bovans White Product Guide. **2019** <http://Users/64300/Downloads/BovansWhitesproductguideNorthAmericaL8110-2-NA.pdf>.
- HINRICHSSEN L.K., Riber A.B. and Labouriau R. **2016**. Associations between and development of welfare indicators in organic. *Animal.* 10(6):953–960. <https://doi.org/10.1017/S1751731115003018>.
- HOLT P. S., Davies R. H., Dewulf J., Gast R. K., Huwe J. K., Jones D. R. Jones, Waltam D., and Willian K. R. **2011**. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium. The impact of different housing systems on egg safety and quality1. *Poultry Science.* 90:251-262. ISSN:0032-5791. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2010-01266>.
- HUMANE Farm Animal Care Standards Egg Laying Hens.**2014**. BM. **2012**. IBM SPSS Statistics 21.0. IBM © Copyright IBM Corporation 1989, 2012. ISBN 9788448137502. <ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/21.0/es/client/M>.
- ITZA Ortiz Mateo Fabián, Janacua Vidales Héctor, Olguín Arredondo Héctor Armando, Jaramillo López Esaú, Rodríguez Alarcón Carlos Arturo, Beristaín Ruiz Diana Marcela, Carrasco Morteo Víctor Hugo. **2013**. Densidad de gallinas alojadas por jaula sobre la producción de huevo en granjas de postura. *Ciencias Agropecuarias*. Colección de Reportes Técnicos de Investigación. <http://www.uacj.mx/DGDCDC/SP/Documents/RTI/ICB/Densidad%20de%20gallinas.pdf>
- ITZA-ORTIZ MFI, Peraza-Mercado GI, Castillo-Castillo YI, Rodríguez-Alarcón CAI, Vital-García CI, Jaramillo-López EI, Carrera-Chávez JMI. **2016**. Productive Performance of White Leghorn Hens Based on the Type of Housing During Rearing: Floor Versus Cage. *Brazilian Journal of Poultry Science.* 18(3):543-548. ISSN 1516-635X. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0139>.
- KERSCHNITZKI Michael, Zander Thomas, Zaslansky Paul, Fratzi Peter, Shahar Ron, Wagermaier Wolfgang. **2014**. Rapid alterations of avian medullary bone material during the daily egg-laying cycle. *Bone.* 69:109–117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2014.08.019>.
- KHUMPUT S, Muangchum S, Yodprom S, Panyasak A, Thiengtham J. **2019**. Feather pecking of laying hens in different stocking density and type of cage. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 9(2):549-556. http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_667753.html.

- LAY Jr D.C., Fulton R.M., Fester P.Y., Karcher D.M., Kiaer J.B., Mench J.A., Mullens B.A., Newberry R.C., Nicol C.J., O'Sullivan N.P. and Porter R.E. **2011**. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium. Hen Welfare in different housing systems. *Poult. Sci.* 2010-00962. <http://dx.doi.org.10.3382/ps.2010-00962>.
- LOKHORST C. **1996**. Mathematical Curves for the Description of Input and Output Variables of the Daily Production Process in Aviary Housing Systems for Laying Hens. *Poult. Sci.* 75:838-848. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8805199>.
- MANUAL para el Control de Calidad de los Alimentos. La Garantía de la Calidad en el Laboratorio Químico de Control de los Alimentos. **1996**. Estudio de la FAO: Alimentación Nutrición. ISBN 92-5-303403-3. <http://www.fao.org/3/T0845S/T0845S.pdf>
- MARINO Lori. **2017**. Thinking chickens: a review of cognition, emotion, and behavior in the domestic chicken. *Anim. Cogn.* 20:127-147. <http://doi.10.1007/s10071-016-1064-4>
- MARTIN Paul and Bateson Patrick. **1993**. Measuring behavior: an introducing guide. Cambridge University Press. ISBN: 323681. <https://pdfs.semanticscholar.org/a58a/997ae3b0513c763b316f8046ab89f0a2b830.pdf>.
- MIRANDA, LGC. 2008. Comportamiento y bienestar en la producción animal: Hacia una interpretación integral. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504, 2008. Vol. IX N° 10B. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008B/BA041.pdf>. Consultada el 15 de febrero del 2016.
- MISHRA, A., Koene P., Schouten W., Spruijt B., van Beek P., and Metz J. H. **2005**. Environment, well-being, and behavior temporal as sequential structure of behavior and facility usage of laying hens in an enriched environment. *Poultry Science*.84:979–991. ISSN: 0032-5791. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/84.7979>.
- MORTON D. 2005. Guía para el punto final humanitario en la experimentación animal para la investigación biomédica: aspectos éticos, legales y prácticos. *Laboratory Animal*. 8:5-12. <https://secal.es/wp-content/uploads/2014/11/Punto-final.pdf.pdf>
- NATIONAL Research Council. **1994**. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth revised edition. ISBN: 9780309048927. <http://dx.doi.org/10.17226/2114>.
- NAVARRA JR, Pinson SE. **2010**. Yolk and albumen corticosterone concentrations in eggs laid by white versus brown caged laying hens. *Poultry Science*. 89:1509-1513. ISSN: 0032-5791. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2009-00416>.
- NEWBERRY Ruth C., Keeling Linda J., Estevez Inma and Bilcık. **2007**. Behaviour when young as a predictor of severe feather pecking in adult laying hens: The redirected foraging hypothesis revisited. *Applied Animal Behaviour Science*. 107:262-274. <http://doi:10.1016/j.applanim.2006.10.010>.
- NMX-FF-127-SCFI-2016. **2016**. Productos avícolas. Huevo fresco de gallina. Especificaciones y Métodos de Prueba. Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre del 2016. <http://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-FF-127-SCFI-2016 Huevo fresco.pdf>
- NOM062-ZOO-1999. **2001**. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación, 22 de agosto del 2001. https://www.anmm.org.mx/bqmm/1864_2007/2002-138-3-295-298.pdf.

- NRC. **2011**. Guide of Care and Use of Laboratory Animals. National Research Council. Eight Edition. The National Academies Press. Washington D.C.
<https://grants.nih.gov/grants/olaw/guide-for-the-care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>
- PETRIK MT, Guerin MT and Widowski TM. **2013**. Keel fracture assessment of laying hens by palpation: inter-observer reliability and accuracy. *Vet Rec.* 173(20):500.
<http://dx.doi.org/10.1136/vr.101934>.
- QUINTANA José Antonio. **2013**. Avitecnia, Editorial Trillas. Cuarta edición. ISBN: 978-607-17-0811-3.
<https://www.amazon.com.mx/Avitecnia-Manejo-Aves-Domesticas-Comunes/dp/607170>.
- REGMI P, Robinson CI, Jones DR, Gast RK, Templeman RJ, Karcher DM. **2018**. Effects of different litter substrates and induced molt on production performance and welfare quality parameters of white Leghorn hens housed in multi-tiered aviary system. *Poultry Science.* 97:3397–3404. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey211>.
- RIZZI L. Simioli M., Martelli G., Paganelli R., and Sardi L. **2006**. Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. *EPC 2006 - 12th European Poultry Conference, Verona, Italy, 10-14 September, 2006*.
<https://www.researchgate.net/publication/228657799>
[Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens.](https://www.researchgate.net/publication/228657799/Effects_of_organic_farming_on_egg_quality_and_welfare_of_laying_hens)
- SÁNCHEZ Gutiérrez María del Rosario. **2012**. Caracterización local de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) encontradas en los traspacios de las familias de Tomás Garrido, Tacotalpa, Tabasco. Informe de trabajo. 31p. <https://es.scribd.com/document/.../010124a-Informe-Gallinas-Rosario-Sanchez-1.pdf>.
- SÁNCHEZ-Sánchez Manuel y Torres-Rivera José Manuel. **2014**. Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspacio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México). *Avances en Investigación Agropecuaria.* Aia. 18(2): 63-75. <http://www.ucol.mx/revajaia/portal/pdf/2014/mayo/4.pdf>.
- SHIMMURA Tsuyoshi, Bracke Marc B M, M. de Mol Rudi, Hirahara Satoshi, Uetake Katsuji and Tanaka Toshio. **2011**. Overall welfare assessment of laying hens: Comparing science-based, environment-based, and animal-based assessments. *Animal Science Journal.* 82:150-160.
<https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2010.00834.x>.
- SINGH Renu. **2008**. Production and behavior of four strains of laying hens kept in conventional cages and free run housing system. Thesis of Master's in science, University of British, Columbia (Vancouver), Canada. PARA ELIMINAR OJO
- SINGH R, Cheng KM, Silversides FG. **2009**. Production and behavior of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science.* 88(2):256-64. ISSN: 0032-5791. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2008-00237>.
- TAYLOR PRECIADO A. 2018. Conceptos básicos del bienestar animal en aves. Centro Universitario de los Altos (CUALTOS), Universidad de Guadalajara, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 141 p. ISBN: 978-607-547-258-4
- UNIÓN Nacional de Avicultores (UNA). **2019**. Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2019. Dirección de estudios económicos. 25 edición.
<https://www.una.org.mx/compendio-de-indicadores-economicos-2018/>

- VITS A, Weitzenbúrger D, Hamann H, and Distl O. **2005**. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry Science*. 84:1511-1519. <https://doi/10.1093/ps/84.10.1511>
- VILLAMIL Valente. 2016. <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/cero-jaulas-es-la-tendencia-Global-en-la-produccion-de-huevo.html> . 27 mar. 2016
- WEITZENBUGER D, Vita A, Hamann H, Hewicker-Trautwein M and Distl O. **2006**. Macroscopic and histopathological alterations of foot pads of laying hens kept in small group housing systems and furnished cages. *Br.Poultry Sci*. 47(5):533-543. ISSN: 0007-1668. <http://dx.doi.org/10.1080/00071660600963099>.
- WELFARE Quality. **2009**. Assessment Protocol for Poultry. The Netherlands. ISBN: 9789078240068. <https://www.researchgate.net/publication/26344443WelfareQualityAssessmentProtocol15>.
- WHITEHEAD C.C. **2004**. Overview of Bone Biology in the Egg-Laying Hen. *Poultry Science*.83:193-199. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/83.2.193>.
- WIDOSWKI Tina M, Hemsworth Paul H, Barnett J.L and Raul Jean-Loup. 2016. Laying hen welfare I. Social environment and space. *World's Poultry Science Journal* .1:1-10. <http://dx.doi.org/10.1017/S0043933916000027>.

Anexo 1

ARTICULO PUBLICADO No. 1

Octavio Villanueva Sánchez, Silvia Carrillo Domínguez and Ernesto Ávila González. **2017. A Review: Hens Laying Welfare Indicators, A World View**. IJSRST Vol 3 Issue 1, January February. <http://dx.doi.org/10.32628/IJSRST17312>

Anexo 2

ARTICULO PUBLICADO No. 2

Villanueva-Sánchez Octavio, Carrillo-Domínguez Silvia, Chavira-Ramírez Roberto, Martínez-Marcial Mónica, Miranda-de-la-Lama Genaro, Ávila-González Ernesto. 2020. **Evaluación del bienestar animal de gallinas ponedoras Bovans White alojadas en piso**. *Abanico Veterinario*. Enero-Diciembre 2020; 10(1):1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.2> Artículo Original. Recibido: 13/11/2019. Aceptado: 13/04/2020. Publicado: 30/04/2020.

A Review: Hens Laying Welfare Indicators, A World View

Octavio Villanueva-Sánchez¹, Silvia Carrillo-Domínguez¹, Ernesto Ávila-González²

¹Department of Animal Nutrition, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición SZ. Mexico

²Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Autonomous University of Mexico

ABSTRACT

Animal Welfare is one of the most important goals for improvement the animal production. So many factors are believed to be involved for improving the animal welfare. Today, there are alternatives for hen housing in the world in order to have a better animal condition. For the other hand, hen welfare assessment has been used a number of parameters of well-being in order to use evaluation techniques to reduce the confounding influence of handling on stress responses. For this reason new insights with non-invasive methods are performed for it. The subject matter of this study is a review of the results obtained by different authors in relation of welfare assessment of corticosterone in albumen and yolk egg, droppings, feather, relation of plasma corticosterone and H/L ratio, image analysis and infrared thermography in hens. This article reviews the best and most relevant publications during the past 10 years to promote hen laying healthcare using non-invasive methods as welfare indicators.

Keywords: Animal Welfare, Hen Housing, Non-Invasive Method, Welfare Indicators.

I. INTRODUCTION

Hen Laying, World Importance

Projections from FAO suggest that global egg consumption will rise from 6.5 kg per person per year in 1997/99 to 8.9 kg per person per year in 2030 in developing countries. In industrial countries, egg consumption is projected to rise from 13.5 kg per person per year in 1997/99 to 13.8 kg per person per year in 2030. Additional data from FAO suggest that the world's production of eggs will reach 70.4 million metric tons in 2015 and 89.9 million metric tons in 2030, at a growth rate of 1.6 percent per year from 2015 through 2030. Of this global total, developing countries will produce 50.7 million metric tons of eggs in 2015 and 69 million metric tons of eggs in 2030 (FAO 2015). *For the other hand*, there are few cultures that do not consume eggs in large quantities. Egg production in a variety of systems has

grown to meet the increased demand. Over the years, exchanges of scientific and technical information, increasingly on an international level, have greatly influenced the development of poultry systems. The World's Poultry Science Association (WPSA) has been influential in encouraging research and development and in promoting its results worldwide (Elson A *et al* 2011). Also the economic and market implications of different production practices affect the egg industry's contribution to employment, nutrition, and consumer satisfaction. Besides affecting costs and relationships in egg markets, hen housing and other conditions affecting the flock may be of direct interest to members of society whether they consume eggs or not. Some members of society would likely be willing to pay for humane hen treatment or environmental sustainability if a market for these services could be established. Eggs from non-cage systems are generally more costly to produce than conventional eggs and must command significant market premiums to be competitive when buyers have a choice.

It is important to know that the likely economic and market implications of shifting egg production from the current system, which relies primarily on caged housing for hens, to alternative non-cage systems (**Holt P.S. et al 2011**).

II. METHODS AND MATERIAL

A. Evolution of Animal Welfare

The welfare of animals used for food production is a major concern for society which stems from the recognition that animals are not only reactive to their environments but also sentient. Consideration of the mental well-being of animals implies that animals have emotional capacities, such that they attempt to minimize negative emotions (e.g., fear and frustration) and to seek positive emotions (**Boisy Alan 2013**). Although stress-triggering stimuli are not necessarily painful but can also initiate psychological states, altogether known as emotions, such as fear or anxiety that activate physiological responses. In most cases, stress describes a condition that is detrimental to the welfare of the animal and should be avoided. Indeed, much effort has been invested in the adjustment of breeding practices to the animal needs and to avoid unnecessary challenges. However, stress responses are related not only to the nature and the intensity of the triggering stimulus, but also to individual response tendencies or temperament shaped by genetic factors, early environment and previous experiences. The influence of genetic factors on stress responses is well documented. Although most evidence for genetic variation in behavioural stress responses comes from laboratory animal studies, some information is also available in farm. Most papers describe differences between genotypes (breeds) and a few studies have evaluated genetic parameters from family studies (**Per Jensen A. 2008**). Also improvements

regarding the welfare of laying hens can be achieved by development and enhancement of environmental factors such as production systems, management practices, procedures for transportation and slaughter, diet formulation and allocation of enrichment. Laying hen welfare may also be greatly affected by breeding goals and legislation. In order to evaluate how these factors affect laying hens, assessments of stress and welfare are needed. If stress and welfare can be monitored, this makes it possible to avoid specific stressful situations and reduce inevitable causes of poor welfare. There is a growing concern regarding the welfare of laying hens worldwide and there are both ethical and economic reasons for improving their welfare. Although several different welfare indicators are used today, their ability to accurately reflect welfare status is sometimes questioned (**Alm Malim 2015**). On-farm scoring of behavioural indicators of animal welfare is challenging but the increasing availability of low cost technology now makes automated monitoring of animal behaviour feasible (**Rushen J et al 2012**). Therefore diagnostics of stresses in poultry farming is an important issue, intended to solve some adjacent tasks. The main point of scientific application of the diagnostics of stress state is study of stresses in hens under the conditions of industrial technologies and laboratorial physiological experiences and evaluating of the extent of the external factors' influence on the physiological state of the poultry. Monitoring physiological state of poultry while working out new methods of the stress prevention, working out and choosing of the optimal systems of poultry keeping and feeding. Productivity of hens is always an objective indicator, because compensating mechanisms of the organism allow keeping productivity and health on the certain level for some time. It has proved that as the resources of adaptation systems are depleting, increase of reactivity and resistance is observed and it is resulting in sharp drop of productivity, development of diseases and large-scale death of hens.

High mortality can be an important indicator of acute and chronic stresses in poultry farming working out and choosing of the optimal systems of poultry keeping and feeding (Tikhonov S and Miftakhutdinov A 2014). Although the research was originally intended to resolve problems in confinement production systems, many of the scientific methods and findings have proven applicable to animals in a wider range of circumstances (Fraser David et al 2013). It is important to keep in mind that the assessment of hen welfare used a number of parameters of well-being. An objective is to use minimally invasive assessment techniques on live birds to reduce the confounding influence of handling on stress responses (Cook N.J. 2011). For this reason the interest has turned to non-invasive methods of measuring corticosterone concentrations in the animal. Currently the most recognized method to measure corticosterone is plasma corticosterone concentration, which involves blood sampling the animals. Blood sampling in itself is invasive because it involves handling an animal and drawing blood from the animal which can cause a stress response. If corticosterone can be measured non-invasively, the risk of a confounded result is decreased because handling and blood sampling the animal is not required. In the laying hen it is possible to measure corticosterone non-invasively through the egg or the excreta (Engel Joana 2010).

The present reviews the best and most relevant publications in relation of non-invasive techniques to evaluate animal welfare in hens from 2005 to 2015. We resumed all significative data about it and were embodied in tables.

B. Corticosterone in Droppings, Egg And Feather

In terms of correlations between the non-invasive measures, Total egg (albumin + yolk) and faecal

corticosterone concentrations show a significant positive correlation for each of the three sampling days, but these are not correlated with plasma corticosterone concentration. It needs to be recognised that because of the small scale there are a number of factors limiting its ability to detect real relationships. It is therefore recommended that more extensive non-invasive sampling and more birds are required to comprehensively study the relationships between plasma and non-invasive measures of corticosterone. Another limitation is that plasma is taken as a single sample while egg and faecal corticosterone concentrations are likely to reflect plasma corticosterone concentrations over a period of time. Because of the pulsatile secretion of plasma corticosterone, multiple plasma samples throughout a day are required to estimate basal plasma corticosterone concentrations (Engel Joana 2009). Furthermore, investigators that have reported significant relationships studied more substantial variations in plasma corticosterone concentrations induced by imposing an acute stressor or an ACTH). It is possible non-invasive measures may be less predictive in measuring small differences between birds in basal corticosterone concentrations. It was reported no differences in faecal corticosterone concentration between treatments manipulating stocking density and flock size. Similarly, other authors were unable to measure differences in faecal corticosterone between free-range and conventional cage farms. Those that have investigated the relationship between plasma and egg corticosterone have also had difficulty measuring any significant relationships. For the other hand, other authors reported no significant difference between two housing systems. While a significant increase in egg albumen corticosterone concentration has been observed in response to a sharp drop in temperature in free-ranged laying hens. Also other studies found that on all other days of sampling, there was no difference in egg albumen between hens housed in free-range versus cage

systems (**Engel Joana 2009**). Further information about yolk and albumen levels of corticosterone reflect measurements of corticosterone over the periods of time that yolk and albumen are deposited in the egg, i.e. approximately 10 days and 6 hours, respectively. Consequently, egg corticosterone measurements are an attempt to assess the relative degree of chronic, or long-term, stress among birds housed in the different cage environments. Albumen corticosterone concentrations are lower in eggs collected at 60 weeks compared to 35 weeks of age. This observation is consistent with the results of comparative studies between caged and free-range birds. Albumen corticosterone levels of caged birds, but not free-range birds, are observed to decrease between 22 weeks and 45 weeks of age. Also albumen corticosterone levels are lower in the eggs of caged compared to free-range birds. Other authors suggested that the lower albumen levels observed over time in caged birds might be a reflection of habituation to the cage environment. Also it suggested that chronic stress may manifest itself as a reduction in egg corticosterone levels. In either case, the reported reduction in egg albumen corticosterone levels is probably not a function of age since the effect would have been noted in all housing conditions. The discrepancy in the observed responses of albumen and yolk levels may be a function of the relative sensitivity of the two measures to changes to the daily output of corticosterone. As a consequence, albumen may be the more sensitive measure to changes in daily adrenocortical output (**Cook N.J. 2011**). For the other hand, in eggs from floor pens, albumen corticosterone concentrations are also higher at the start of the laying period, indicating stress over the 6-h period of albumen deposition. The birds in floor pens are already acclimated to their environment when they began to lay (**Singh R. 2009**). Also the persistently low albumen corticosterone concentrations, low mortality, high egg production and large egg size, where hens were housed individually, serves to illustrate the importance

of group dynamics and social adaptation in laying hens. In any flock there are likely to be some hens that perceive the challenges as more severe than others and have high corticosterone concentrations. The mean albumen corticosterone concentrations over the entire production cycle tended to be lower in flocks with lower mortality. However, further data is needed to establish a definitive relationship. These data suggest that the elevated albumen corticosterone concentrations in the early stages of the production cycle are likely correlated with reductions in performance. At this stage, the measurement of albumen corticosterone concentrations has highlighted the importance of early adaptation to housing system, which is likely to be improved with further knowledge and attention to management (**Downing Jeff 2012**). For this reason egg steroid concentrations have been shown to reflect a laying hen's stress levels. The findings are consistent with behavioural observations that agree that battery hens are subjected to unusually high levels of physical stress and are unable to fully express their natural behaviours. Although, suggestive of chronic stress in battery hens, it would need to be combined with a number of parameters (health, production, behaviour) to get an encompassing measure of laying hen welfare and to confirm the chronic stress condition of battery hens (**Bulmer Elena and Gil Diego 2008**).

Analysis of feather corticosterone is the only method available to obtain a long-term and retrospective measure of stress. It appears that feather corticosterone is measurable and gives meaningful results even after years of storage as we showed with the analysis of flank feathers kept for nearly a decade. Another advantage of the technique is that experiments can be initiated at any time, as plucked feathers are soon replaced and the new

growth can be related to any manipulated or natural source of variation in the bird's external environment or endogenous physiology. Collectively, these methodological advantages confirm that evaluation of feather corticosterone adds a powerful tool with novel insights in the study of stress – one of the most profound and pervasive factors influencing the well-being (Bortolotti Gary R *et al* 2009). For the other hand, if corticosterone is to be compared among feathers it must be shown that it does not degrade appreciably over time or after exposure to the environment. Also it is a considerably longer time line is possible by comparing among feathers grown at different times on an individual bird (Bortolotti Gary R *et al* 2008).

C. Relation of Plasma Corticosterone And H/L Ratio

The birds in floor pens are already acclimated to their environment when they began to lay. This short-term stress could be associated with the initiation of egg laying because it decreased as the hens grew older. The data on the H/L (heterophils and lymphocytes) ratio suggest that none of the laying hens are unduly stressed and that on corticosterone in yolk and albumen support the suggestion that hens adapted to their environments with age. Although we could not directly associate the H/L ratio of a hen with specific eggs, it can make a general comparison. Both the H/L ratio and yolk corticosterone concentration are measurements of stress over a relatively long time period, suggesting that egg yolk corticosterone level can be used to measure stress in a fashion similar to the H/L ratio. In contrast, the measurements of the H/L ratio and the albumen corticosterone concentration in the cage environment disagree, possibly because the albumen is secreted over a short time. The albumen corticosterone level may

indicate short-term stress in contrast to the yolk corticosterone level and the H/L ratio, which infer long-term stress. The results indicate that although the measurement of yolk corticosterone and the H/L ratio may be comparable, the corticosterone level in the albumen may differ because it is secreted over a short time period (Singh R. *et al*, 2009).

III. RESULTS AND DISCUSSION

Infrared Thermography and Image Analysis

Infrared thermography (IRT) provided a quantifiably accurate measure of heat losses that is capable of differentiating between loss of feather quantity and degradation to feather quality. As such, IRT has potential as an animal-based, outcome measure of the wellbeing of laying hens. Also feather quantity and quality can be accurately measured by IRT, which provides a quantifiable, animal-outcome based measure of bird well-being (Cook N.J. *et al*, 2009).

By analysing bird behaviours, could be observed the expression of natural comfort behaviours in breeding system with litters that certainly allowed better conditions of bird welfare when it was compared to conventional breeding system in cages, where comfort behaviours were not observed. Quality parameters of eggs were affected when birds were submitted to heat stress conditions, mainly in breeding system in cages, showing the importance of hen welfare aspects and the type of breeding system (Barbosa Filho A.D. *et al*, 2008).

Most of the advantages and disadvantages of animal welfare indicators above mentioned are showed in tables 1 and 2.

Table 1. Welfare Indicators (Corticosterone in droppings, egg and feather)

Reference	Indicator	Advantage	Disadvantage
G. R. Bortolotti <i>et al</i> 2008	Feather corticosterone concentration	Quantifiably accurate measure of heat losses was capable of differentiating between loss of feather quantity and degradation to feather quality.	It doesn't used for acute stress evaluation.
G.R. Bortolotti <i>et al</i> 2009		A considerably longer time line is possible by comparing among feathers grown at different times on for individual bird.	
Jeff Downing 2012	Albumen corticosterone concentration	The different patterns in albumen corticosterone concentrations could reflect the rate that the hens are able to adapt to the challenges in their environment. Albumen may be the more sensitive measure to changes in daily adrenocortical output, Measurement of albumen corticosterone concentrations could be correlated with a lice infestation and an outbreak of cannibalism.	The discrepancy in the observed responses of albumen and yolk levels may be a function of the relative sensitivity of the two measures to changes to the daily output of corticosterone.
N. J. Cook <i>et al</i> 2011	Albumen corticosterone concentration	Corticosterone is easily measured in albumen and sample processing is relatively inexpensive.	Albumen is deposited over periods of 5 to 6 hours, whereas yolk is deposited over 11 to 12 days.
Joanna Engel 2009	Droppings corticosterone concentration	The relationship between plasma corticosterone concentrations and non-invasive measures of	Egg and faecal corticosterone concentrations are likely to reflect plasma corticosterone

		corticosterone requires further examination under a huge range of situations, both when birds are at rest and under stress.	concentration over a period of time.
Joanna Engel 2009	Relation between plasma and droppings corticosterone	It is important to clear the relationships between plasma corticosterone concentrations and non-invasive measures of corticosterone, studies used non-invasive measures of corticosterone.	Scientists using data on plasma corticosterone need to interpret the data cautiously particularly when based on single or infrequent samples, because of the pulsatile nature of corticosterone secretion.

Table 2. Other Welfare Indicators

Reference	Indicator	Advantage	Disadvantage
<u>R. Singh et al</u> 2009	Ratio H/L	Both the H/L ratio and yolk corticosterone concentration are measurements of stress over a relatively long time period.	H/L ratio and the albumen corticosterone concentration in the cage environment disagree, possibly because the albumen is secreted over a short time. The albumen corticosterone level may indicate short-term stress in contrast to the yolk corticosterone level and the H/L ratio, which infer long-term stress.
J. A. D. Barbosa et al 2008	Image Analysis	Quality parameters of eggs were affected when birds were submitted to heat stress conditions, mainly inbreeding system in cages, showing the importance of hen welfare aspects and the type of breeding system.	One problem was the impossibility of executing a complete individual evaluation of birds due to the distance of video cameras and to bird crowding in cages, beside the lack of effectiveness for distinguished birds by dorsal painting.
Cook et al 2012	Infrared Thermography	Infrared thermography provided a quantifiably accurate measure of heat losses that was capable of differentiating between loss of feather quantity and degradation to feather quality.	Most birds retaining good feather cover over the study period the differences measured between 35 and 60 weeks of age amounted to radiated temperature losses of approximately 4°C.

IV. CONCLUSION

Continued assessment of egg albumen corticosterone concentrations with particular interest to its correlation with production, body weight and mortality but also extend this to other measures of welfare such as plumage condition, health, feather pecking and cannibalism. **The comparison between production systems is not that useful because the variation between farms within a system can be large.** In a commercial context, the focus of welfare assessment should start at the flock level but eventually get to evaluating how individual hens cope within their environment. More thorough practical benchmarking of body weights, plumage condition, body injury, other measures of stress (H/L) and mortality is required at the farm level. The rearing management of pullets in assisting them to

adapt to new housing; group dynamics and social interactions requires more attention. The use of egg albumen corticosterone concentrations be promoted within the Poultry Science community as a technique that can further our understanding of bird welfare assessment **(Dowing Jeff 2012)**. It is important to keep in mind that responses to stressors are complex and context dependent and therefore a combination of different measurements (eg. physiological and behavioural) for evaluating stress should be considered. Applied properly, non-invasive techniques for monitoring glucocorticoid metabolites in faecal samples are a useful tool for welfare assessment in various species, especially as they are easily applied at farm or group level. Inter-disciplinary approaches using such methods can advance our understanding of the biology of stress and related animal well-being **(Palme R. 2012)**.

For the other hand, factors related to poultry welfare: disease, skeletal and foot health, nutrition, pest and parasite load, behaviour, stress, affective states, and genetics, all areas that provide specific challenges when managing flocks in the various housing systems. Hens can experience stress in all housing types and non-single housing system ranks high on all welfare parameters. Likewise, no single breed of laying hen is perfectly adapted to all type of housing systems **(Lay Jr. D.C. et al 2011)**.

Until we better understand the relationships between plasma corticosterone concentrations and non-invasive measures of corticosterone, studies used non-invasive measures of corticosterone need to be interpreted cautiously. Similarly, scientists using data on plasma corticosterone need to interpret the data cautiously particularly when based on single or infrequent samples, because of the pulsatile nature of corticosterone secretion **(Engel Joana 2009)**.

There are so many attempts to find better animal welfare indicators, but it goes far with one answer to explain what is going on with animal welfare in hens in different housing systems and using welfare indicators. It is a global answer and it depends of so many factors that include: genetic factors, breed hen, age, food, health, behaviour, geographical location, ammonia levels, specific characteristics of each housing system, etc. Also it is important to evaluate acute and chronic stress to keep in mind all the factors that could be participate to affect animal welfare in each hen housing system.

V. REFERENCES




- [1]. Alm Malim **2015**. Welfare Indicators in Laying Hens. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences (Uppsala 2015 Acta Universitatis Agriculturae.
- [2]. Barbosa Filho A.D., Silva I. J. O. and Silva A. N. **2008**. Welfare Evaluation by Image Analysis of Laying Hens in Different Breeding Systems and Environmental Conditions. *Livestock Environment VIII*, 31. Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- [3]. Boisy Alan. **2013**. Genetics and the Behavior of Domestic Animals: Chapter 3. How Studying Interactions Between Animal Emotions, Cognition, and Personality Can Contribute to Improve Farm Animal Welfare. 2nd Ed. Academic Press.
- [4]. Bortolotti G.R. Marchant T.A., Blas J. and Cabezas S. **2009**. Tracking stress: localization, deposition and stability of corticosterone in feathers. *Exp. Biol.* 212:1477-82.
- [5]. Bortolotti G.R. Marchant T.A., Blas J. and German T. **2008**. Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. *Funct. Ecol.* 22: 494–500
- [6]. Bulmer Elena and Gil Diego. **2008**. Chronic Stress in Battery Hens: Measuring Corticosterone in Laying Hen Eggs. *Inter. J. Poult. Sci* 7 (9): 880-883,
- [7]. Cook N. J., Schaefer L., Kover D. R., Haley D. B., Feddes J. J. R. and Church J. S. Church. **2011**. Minimally-Invasive Assessments of the Behavioral and Physiological Effects of Enriched Colony Cages on Laying Hens. *The Open Agricul. J.* 5: 10-18
- [8]. Dowing Jeff. **2012**. Non-invasive assessment of stress in commercial housing systems A report for the Australian Egg Corporation. Australian Egg Corporation Limited.
- [9]. Elson A, Gleadthorpe ADAS and Mansfield Vale Meden. **2011**. Housing and Husbandry of Laying Hens: past, present and future. *Longmann Info.* 46(2): 16-24
- [10]. Engel Joana. **2009**. Further Development of Non-Invasive Stress Measures. Australian Poultry CRC.
- [11]. Engel Joana. **2010**. Welfare and Environment. Australian Poultry CRC.
- [12]. FAO **2015**. World Agriculture: Towards 2015/2030 - An FAO perspective. www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e07.htm.
- [13]. Fraser a David, Duncan b J.H., Edwards c Sandra A., Grandin d Temple, Gregory e Neville G, Guyonnet f Vincent, Hemsworth g Paul H., Huertas h Stella M., Huzzey a Juliana M., Mellor I David J., Menchi j Joy A., Spinka k Marek, Rebecca H. **2013**. *The Review*

General Principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application. *Vet. J.* 198: 19–27

- [14]. Holt P. S., Davies R. H., Dewulf J., Gast , R. K., Huwe J. K., Jones D. R., Walfman D. and Willian K. R. **2011**. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium. *Poult. Sci.* doi:10.3382/ps.2010-00794
- [15]. Lay Jr D.C., Fulton R.M., Hester Y., Karcher D.M., Kjaer J.B., Mench J.A., Mullens A, Newberry R.C., Nicol C.J. O’Sullivan N.P. and Poster R.E. **2011**. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium: welfare in different housing systems. *Poult. Sci.* 1-14
- [16]. Palme R. **2012**. Monitoring stress hormone metabolites as a useful, non-invasive tool for welfare assessment in farm animals. *Anim. Welf.* 21: 331-337
- [17]. Per Jensen A., Buitenhuis b Bart, Kjaer C Joergen, Zanella d Adroaldo Morme’de e Pierre and Tommaso Pizzari. **2008**. Genetics and genomics of animal behavior and welfare—Challenges and possibilities. *App.l Anim. Behav. Sci.* 113: 383–403.
- [18]. Rushen J, Chapinal N and de Passillé AM. **2012**. Automated monitoring of behavioural-based animal welfare indicators. *Anim. Welf.* 21: 339-350
- [19]. Singh R., Cook N., Cheng K. M. and Silversides F. G. **2009**. Invasive and noninvasive measurement of stress in laying hens kept in conventional cages and in floor pens. *Poult. Sci.* 88:1346-1351.
- [20]. Tikhonov S. and and Miftakhutdinov A. **2014**. Diagnostics of Hens Stresses in Poultry. *Ind. Glob. Ve.t* 12: 750-755.

Evaluación del bienestar animal de gallinas ponedoras Bovans White alojadas en piso

Overall evaluation of animal welfare in Bovans White layer housing in floor
Clave 2019-43

Villanueva-Sánchez Octavio¹ , **Carrillo-Domínguez Silvia**¹ , **Chavira-Ramírez Roberto**¹ , **Martínez-Marcial Mónica**² , **Miranda-de-la-Lama Genaro**³ , **Ávila-González Ernesto**⁴ 

¹Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), México. ²Instituto de Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). ³Universidad Metropolitana de México (UAM), Lerma. ⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. *Autor para la correspondencia: Octavio Villanueva Sánchez. Calzada de Tlalpan 4888 Departamento 402, Colonia Barrio del Niño Jesús. Alcaldía de Tlalpan. C.P 14080. Ciudad de México, México. Correo electrónico: octaviiovillanuevasanchez@gmail.com, silvicarrillo@hotmail.com, robertochavira2002@yahoo.com.mx, pantheraleonmx@yahoo.com.mx, g.miranda@correo.ler.uam.mx, avilaernesto@yahoo.com

RESUMEN

El interés por el bienestar de las gallinas ponedoras ha ido en aumento y algunos estudios consideran que el sistema de alojamiento en jaulas proporciona un bienestar deficiente en las gallinas. Este tipo de estudios son de gran interés en México debido a que es el principal consumidor mundial de huevos (22.8 Kg *per cápita* anual) y cuarto productor a nivel internacional. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue realizar un estudio sobre el bienestar de gallinas ponedoras en piso. Para este propósito, 50 gallinas Bovans White fueron alojadas en piso, con espacio de 1,200 cm² por ave. Fueron evaluadas a las 22, 30 y 62 semanas de edad su comportamiento, estado de salud, las variables de producción y la calidad física del huevo. Durante el estudio se observaron de manera general diferencias ($P < 0.05$) en tiempo y frecuencia de las siguientes conductas: baño de tierra, echarse, explorar y forrajear. Por otra parte, la calidad física del huevo cumplió las normativas al respecto. Al final del estudio las gallinas mostraron un buen estado de salud y un amplio repertorio de conductas.

Palabras clave: bienestar, conducta, salud, huevo, sistema de alojamiento.

ABSTRACT

Laying hen welfare has been steadily increasing. Some studies concluded that cage housing system is considered to provide poor welfare for laying hens. This kind of studies are of great interest in Mexico, the world's leading consumer (22.8 kg *per capita* by year) and the fourth leading producers. Therefore, the objective of this work was held a study in laying hen welfare. For this purpose, fifty 22-week-old Bovans White were housed in floor, assigned 1200 cm² *per* hen. All hens were sampling at 22, 30 and 62 weeks of age to evaluate behavior, physical health, production parameters and egg physical quality. There was difference ($P < 0.05$) throughout the study in frequency and time of the follow behaviors: dust bath, lie down, exploring and foraging. For the other hand, egg physical quality was according with the national regulations. At the final of this study hens had a good physical health and behaviors repertoire.

Keywords: welfare, behavior, health, egg, housing system.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el interés por el bienestar de las gallinas ha ido en aumento. Gran parte de la legislación europea actual sobre el bienestar de las gallinas ponedoras ha sido influenciada más por el público y grupos activistas, que por la evidencia científica. Dichos grupos propusieron que la Unión Europea aboliera el sistema de alojamiento en jaulas por el de jaulas enriquecidas (750 cm² de

superficie por ave), donde además las gallinas cuentan con perchas y material para anidación (Bulmer y Gil, 2008). A este respecto, en los Estados Unidos de Norteamérica se espera que para el año 2025 más del 90% de la producción de huevo para plato se lleve a cabo en sistemas libres de jaulas (Regmi *et al.*, 2018). Sin embargo, las jaulas convencionales siguen siendo el principal sistema de alojamiento para las gallinas ponedoras en el mundo, si bien este sistema ha sido criticado por limitar la capacidad de las gallinas para expresar ciertas conductas (Khumput *et al.*, 2018). Por otra parte, los avicultores creen que la productividad de gallinas alojadas en piso tiene mayor rendimiento productivo (Itza-Otíz *et al.*, 2016). A este respecto Campbell *et al.* (2017), reportaron que gallinas alojadas en piso presentan una mayor expresión de conductas. En México, primer consumidor per cápita y cuarto productor mundial de huevo para plato (UNA, 2019), el principal sistema de producción de alojamiento es de jaulas convencionales, pero por situaciones sociales y culturales también coexisten otros sistemas, por lo que es de particular interés llevar a cabo estudios al respecto. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar las variables de producción, comportamiento, el estado de salud y la calidad física del huevo, como indicadores para determinar el bienestar animal en gallinas ponedoras Bovans White alojadas en piso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Investigación y Extensión Avícolas (CEIEPAV), de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en la Ciudad de México a una altura de 2,250 metros del nivel del mar, y con temperatura media anual de 18 °C (FMVZ, 2019). Un lote de 50 gallinas ponedoras Bovans White de 22 semanas de edad fueron alojadas en piso; una gallina por cada 1,200 cm², y como un accesorio adicional en su alojamiento se colocaron cajas para nido, no tuvieron perchas. Se les proporcionó una dieta que cubriera las recomendaciones para gallinas ponedoras del National Research Council, 1994. Durante las 40 semanas del estudio, se les proporcionó alimento y agua *ad libitum*, y tuvieron un programa de fotoperiodo de 16:8 horas (luz: oscuridad). La temperatura y la humedad de la caseta permanecieron en 20 ± 3 °C y 65 a 70% de humedad relativa, respectivamente. Las gallinas fueron evaluadas a las 22, 30 y 62 semanas de edad. Este protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de Ética (número DC-2017/1-5) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Tamaño de muestra

Se utilizó la ecuación descrita por Dell *et al.* (2002), para comparar grupos de variables continuas, $n = 1 + 2C (s/d)^2$, donde C es una constante que depende del valor de α y β seleccionados, donde $\alpha = 0.05$ y $1 - \beta = 0.9$; donde s es la desviación estándar de la variable para estudiar, y d es la magnitud de la diferencia, que dependen de la variable respuesta, en nuestra investigación

fueron las conductas a evaluar. Para determinar el tamaño de muestra con resultados significativos se debe considerar el número de sujetos al finalizar el estudio. Para este fin se realizó el siguiente cálculo: $n(1/1 - R)$, donde: n representa el número de sujetos sin pérdidas y R es la proporción de pérdidas esperadas (García *et al.*, 2013).

Variables productivas

Se obtuvieron los promedios de los datos productivos de la parvada de las siguientes variables: alimento por ave/día, índice de conversión, porcentaje de postura o producción de huevo, mortalidad, porcentaje de huevo sucio y porcentaje de huevo quebrado.

Comportamiento

Se colocaron cámaras de video (Samsung HMX-F800 y Cannon VIXIA HF R70) frente a las gallinas para acostumbrarlas a su presencia y grabar sus conductas (Martin y Bateson, 1993). Se seleccionó un rango final de observación focal de 400 segundos por gallina entre las 10:00 a 11:00 horas como intervalo de tiempo designado (Mishra *et al.*, 2005). Se elaboró un etograma para asignar el porcentaje, frecuencia y tiempo total de conductas observadas usando el programa de computación CowLog (Haninnen y Pastell, 2009) con sistema operativo Ubuntu Linux 8.04 para crear bases de datos para las conductas a observar.

Estado de salud

Para conocer el estado de salud de las gallinas se evaluaron sus plumas, patas y crestas con un sistema de calificación modificado (Welfare Quality, 2009).

Calidad física del huevo

Se realizó el pesaje de todos los huevos obtenidos de un solo día a las 22, 30 y 62 semanas de edad de las gallinas (Balanza digital Ohaus Navigator Modelo N1D110, (capacidad 4,100 g y precisión de 0.1 g), se midió el largo y ancho del huevo (Vernier digital), el grosor del cascarón, el diámetro y altura de la yema. Se midió la altura de la albúmina (unidades Haugh) y el color de la yema (Eggware VI.06, Technical Services and Supplies Inc).

Análisis estadístico

La calidad física del huevo fue analizada con la prueba T de Student y los datos de comportamiento fueron analizados con la prueba de Wilcoxon (IBM. SPSS Versión 21, 2012) comparaciones pareadas. El valor $P \leq 0.05$ indicó la significancia estadística. Por otra parte, el porcentaje acumulado se utilizó para evaluar el estado de salud y se obtuvieron los promedios (datos tabulados) de las variables productivas de la parvada.

RESULTADOS

Variables de producción

Se evaluaron las siguientes variables productivas (cuadro 1) en la parvada para detectar cualquier deficiencia o problema sanitario durante el período de estudio. Se observó un mayor incremento en el índice de conversión, consumo de alimento, y porcentaje de huevo sucio en la semana 62.

Cuadro 1. Variables de producción de gallinas ponedoras Bovans White alojada en piso.

Variable productiva	22 semanas	30 semanas	62 semanas
Mortalidad acumulada %	0	0	4
Producción de huevo %	90	100	90
Índice de Conversión	1.92	1.86	2.03
Consumo de alimento g/ave/día	98	110	122
Huevo sucio (%)	5.55	6	8
Huevo roto (%)	0	0	0

Comportamiento en gallinas

Las diferencias más relevantes entre las conductas (cuadro 2) fueron en primera instancia en **Frecuencia**. Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en las conductas Echarse, Explorar, Forrajear y Baño de tierra; la semana que más diferencias presentó fue la 62 versus 22 y 30. Por otra parte, Baño de tierra, Echarse y Pararse presentaron mayores frecuencias en semana 62, con menores frecuencias en las conductas Acicalar, Explorar y Forrajear. Así mismo, en **Tiempo**, en la conducta Acicalar se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre la semana 30 versus 62. Además en las conductas Alimentarse, Baño de tierra, Echarse, Explorar, Forrajear, Pararse y Picar el alojamiento, la semana que más diferencias presentó fue la 62 versus 22 y 30. Alimentarse y Picar el alojamiento fue mayor en la semana 30. Baño de tierra, Echarse y Pararse ocuparon un mayor tiempo en la semana 62, con menor tiempo en las conductas Acicalar, Explorar y Forrajear

Con respecto a las correlaciones evaluadas, solamente en la conducta Alimentarse se observó una correlación positiva (0.91) de interés entre la semana 30 y 62.

Cuadro 2. Frecuencia (%) y Tiempo (%) de las conductas expresadas en gallinas ponedoras Bovans White alojada en piso.

Conducta	22 semanas	30 semanas	62 semanas	22-30	22-62	30-62
Frecuencia						
Acicalarse	3.17	3.42	2.38			
Aletear	1.29	1.00	1.25			
Alimentarse	2.00	1.53	1.69			
Baño de tierra	1.00	1.33	7.43		*	
Beber	2.00	1.55	1.71			
Buscar alimento	2.96	1.00	1.33			
Caminar	4.78	5.16	3.80			
Conducta agresiva	1.00	0.12	1.00			
Echarse	1.91	1.42	4.45		*	*
Estirarse	1.22	1.50	1.00			
Explorar	4.03	4.35	2.17		*	*
Forrajear	2.26	4.74	1.50	*		*
Pararse	1.31	1.13	1.69			
Picar el alojamiento	1.00	3.00				
Picoteo suave de la pluma	1.67	2.33				
Rascar	1.83	2.00	1.00			
Volar	2.38	3.60	1.25			
Tiempo						
Acicalarse	106.56	137.93	69.44			*
Aletear	7.75	6.75	4.75			
Alimentarse	234.97	408.07	364.62	*	*	
Baño de tierra	13.13	20.25	70.80		*	
Beber	35.17	28.67	63.17			
Buscar alimento	29.79	26.00	18.14			
Caminar	51.54	58.13	36.76			
Conducta agresiva		2.50	6.50			
Echarse	119.96	215.93	241.69	*	*	
Estirarse	10.33	3.33	6.00			
Explorar	69.25	44.57	25.50	*	*	
Forrajear	29.93	60.68	20.83	*		*
Pararse	7.07	3.47	9.21			*
Picar el alojamiento	21.75	108.00		*		
Picoteo suave de la pluma	12.43	13.00				
Rascar	5.67	4.00	3.50			
Volar	18.83	14.80	6.00			

Hora de observación: 10:00 a 11:00 a.m. 400 segundos de observación por gallina.
*comparaciones pareadas, difieren significativamente entre sí (P < 0.05).

Estado de salud. En el sistema de alojamiento se mantuvo la calificación de 1 para ambos indicadores en patas y plumas. Por otra parte, en la semana 62 se observó el indicador cresta con la calificación de 2 en el 100% de las gallinas (cuadro 3).

Cuadro 3. Estado de salud (porcentaje acumulado) en gallinas ponedoras Bovans White alojada en piso.

Estado de Salud	22 semanas	30 semanas	62 semanas
Pluma (1)	100	100	100
Pluma (2)	0	0	0
Pluma (3)	0	0	0
Patas (1)	100	100	100
Patas (2)	0	0	0
Cresta (1)	100	100	0
Cresta (2)	0	0	100

Calidad física del huevo. Las diferencias entre comparaciones de las semanas (cuadro 4), muestran que solo en Peso del cascarón y Altura de la yema no hay diferencias entre semanas. La semana 22 es en la que más se encontraron diferencias con las otras semanas, teniendo menores valores promedios en Peso del huevo, Color de la yema y Diámetro de la yema; esta misma semana tiene los mayores valores en las restantes variables.

Cuadro 4. Calidad física de huevo en gallinas ponedoras Bovans White alojada en piso.

Variables	22 semanas		30 semanas		62 semanas		22-30	22-62	30-62
Peso del huevo g	51.25	± 3.08	59.43	± 6.00	60.19	± 3.72	*	*	
Altura de albúmina cm	8.63	± 0.91	7.49	± 1.16	6.88	± 1.23	*	*	*
Unidades Haugh	94.90	± 5.20	86.27	± 7.38	81.72	± 9.39	*	*	*
Color de la Yema DMS	8.34	± 0.94	10.64	± 0.90	10.08	± 0.92	*	*	*
Peso del cascarón g	5.85	± 0.53	5.90	± 0.58	8.03	± 8.69			
Grosor del cascarón mm	0.39	± 0.02	0.37	± 0.03	0.36	± 0.04	*	*	
Diámetro de la yema cm	3.39	± 0.15	3.93	± 0.16	4.01	± 0.11	*	*	*
Altura de la yema cm	1.64	± 0.15	1.60	± 0.06	1.64	± 0.08			
Índice de Yema	0.48	± 0.04	0.40	± 0.06	0.41	± 0.03	*	*	
Largo del huevo cm	6.05	± 0.18	5.63	± 0.22	5.72	± 0.20	*	*	*
Ancho del huevo cm	4.78	± 0.14	4.34	± 0.13	4.41	± 0.12	*	*	*
Índice de Forma %	79.10	± 2.76	77.12	± 1.98	77.17	± 3.22	*	*	

*comparaciones pareadas, difieren significativamente entre sí (P < 0.05). n=50.

Todos los datos son presentados por media ± DE.

DISCUSIÓN

Variables productivas. Los resultados cumplieron de manera general con lo establecido en la guía de producto de la línea Bovans White por la casa matriz [Hendrix Isa, 2019](#). Sin embargo, en la semana 62 se incrementó el consumo de alimento, índice de conversión, y porcentaje de huevo sucio, lo que coincide con lo reportado por otros autores ([Ahammed et al., 2014](#); [Golden y Anderson, 2012](#); [Holt et al., 2011](#)). Es importante resaltar el concepto de inocuidad alimentaria, ya que el porcentaje de huevo sucio es una característica muy castigada para la comercialización del huevo, sumado a la posible alteración en la inocuidad del alimento ([FAO, 2007](#)).

Comportamiento de las gallinas. La definición, priorización y medición de las necesidades de la expresión del comportamiento son cruciales en un estudio con gallinas. Los animales tienen necesidades de comportamiento que son evidentes para el mantenimiento individual como son las conductas alimentarse y beber ([Downing, 2012](#)). Durante el presente trabajo se observó un gran repertorio de conductas, donde resaltaron Buscar Alimento, que se sugiere es una conducta redirigida de Forrajear, como lo es Picar pluma descrito por [Johannson et al., 2015](#). Ambas conductas y forrajear fueron disminuyendo en tiempo hacia el final del estudio. Por otra parte, en las gallinas se incrementó notablemente al final del estudio la frecuencia y tiempo de la conducta Baño de tierra. Dicha conducta es muy importante para mantener en buenas condiciones el plumaje de la gallina ([Campbell et al., 2017](#)). En relación a la conducta Echarse, ésta se incrementó

notablemente hasta la semana 30, lo que va de acuerdo con lo reportado ([Singh et al., 2009](#)), ya que en esta semana las gallinas requirieron más alimento y descanso debido a su alta tasa de producción de huevo. Además, se observó que las conductas aparentemente ligadas en su momento como Caminar y Explorar, declinaron durante el estudio a partir de la semana 30. A este respecto las gallinas probablemente caminan una distancia corta para alcanzar otro espacio dentro del alojamiento, cambian de un lado a otro para escapar de otras gallinas, o bien tienen una caminata más larga por confort como lo describe [Mishra et al., 2005](#). En el presente estudio las gallinas no tuvieron perchas en las instalaciones, sin embargo la motivación de volar existió.

Estado de salud. Las gallinas se mantuvieron con muy buena condición física hasta el final del estudio con un relativo deterioro en la cresta, y que va de acuerdo con lo reportado por otros autores ([Weitzenbuger et al., 2006](#)). Por otra parte, la buena condición de salud de las patas en las gallinas fue evidente, lo que se constata con lo descrito por algunos autores en relación con los bajos niveles de hiperqueratosis en gallinas que no tiene acceso a perchas ([Navarra y Pinson, 2010](#)).

Calidad física del huevo. Las unidades Haugh que son indicadores de la frescura del huevo variaron durante el estudio, sin embargo se encontraron dentro de los parámetros establecidos ([NMX-FF-127-SCFI-2016](#)), lo que concuerda también con lo descrito por Farhad y Fariba, 2011 para gallinas en piso. Por otra parte, el color de la yema fue diferente entre las semanas, lo que sin duda fue influenciado por la variación de los niveles de inclusión de pigmento, carotenoides o xantofilas en la dieta. En general, las diferencias observadas en las restantes variables van de acuerdo a lo reportado por [Roberts et al., 2013](#), que lo atribuye a la edad de la gallina. Aunado a la discusión, sin duda uno de los factores más importantes en la producción del huevo para plato son los cambios de densidad poblacional que pueden afectar los patrones de las diversas conductas en la gallina ([Botreau et al., 2007](#)). La densidad de población descrita en este trabajo fue similar a lo reportado para el sistema barn o cobertizo ([AVMA, 2012](#)) con cajas para nido y sin perchas.

CONCLUSIÓN

La evaluación del bienestar animal de gallinas en piso demostró una buena calidad física del huevo, expresión de un amplio repertorio de conductas y un buen estado de salud. Sin embargo, hay que considerar que al final del estudio se incrementó el consumo de alimento, índice de conversión y porcentaje de huevo sucio. Los resultados encontrados proporcionan un referente de bienestar animal en la gallina Bovans White alojada en piso.

Reconocimiento

Agradecemos su valiosa ayuda al personal de CEIEPAv de la UNAM, y también queremos agradecer su invaluable apoyo al personal de los Departamentos de Nutrición Animal y Biología de la Reproducción del INCMNSZ.

LITERATURA CITADA

AHAMMED M, Chae BJ, Lohakare J, Keohavong B, Lee MH, Lee SJ, Kim DM, Lee JY, Ohh SJ. 2014. Comparison of Aviary, Barn and Conventional Cage Raising of Chickens on Laying Performance and Egg Quality. *Asian-Australasian Journal Animal Science*. 27 (8):1196-1203. ISSN: 1011-2367. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13394>.

AMERICAN Veterinary Medical Association (AVMA). 2012. Literature review: welfare implications of laying hen housing. <https://www.avma.org/KB/Resources/Literature/Reviews/Pages/Welfare-Implications-of-Laying>.

BOTREAU R, Veissier I, Butterworth A, Bracke MBM, Keeling LJ. 2007. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare*. 16: 225-228. ISSN 0962-7286. <http://dx.doi.org/10.107/S11751731107000547>.

BULMER E, Gil Diego. 2008. Chronic Stress in Battery Hens: Measuring Corticosterone in Laying Hen Eggs. *International Journal of Poultry Science*. 9:880-883. ISSN: 1682-8356. <http://dx.doi.org/3923/ijps.2008.880.883>.

CAMPBELL DLM, Ali AB, Karcher DM, Siegford JM. 2017. Laying hens in aviaries with different litter substrates: Behavior across the flock cycle and feather lipid content. *Poultry Science*. 96:3824–3835. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex204>.

DELL Ralph B, Holleran Steve, Ramakrishan Rajasekhar. 2002. Sample size determination. *ILAR J*. 43(4):207-213. <http://dx.doi.org/10.1093/ilar.43.4.207>.

DOWNING Jeff. 2012. Non-invasive assessment of stress in commercial housing systems. A report for the Australian Egg Corporation Limited. AECL Publication No US108A. ISBN 1920835539. <https://www.australianeggs.org.au/dmsdocument/529-non-nvasive-assessment-of-stress-in...>

FACULTAD de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ). 2019. Localización del CEIEPAV. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepav/localizacion.html>.

FARHAD A, Fariba R. 2011. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens. A review. *World Applied Sciences Journal*. 12(3): 372-384. ISSN 1818-4952.^{oo} <https://pdfs.semanticscholar.org/acdd/b04e5e130dd7e454443cdf4e45054de91108.pdf>.

FOOD and Agriculture Organization (FAO). 2007. Código de prácticas de higiene para los huevos y productos de huevo (CAC/RCP 15-1976). Adoptado en 1976, enmendado en 1978 y 1985. <http://www.fao.org/3/i1111s/i1111s01.pdf>.

- GARCÍA-García José Antonio, Reding-Bernal Arturo, López Alvarenga Juan Carlos. 2013. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación. *Inv Ed Med.* 2(8):217-224. ISSN:2007-5057. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000400007&script=sci_abstra.
- GOLDEN JB, Arbona DV, Anderson KE. 2012. A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. *Journal Applied Poultry Research.* 21:95–102. ISSN:1056-6171. <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2011-00370>.
- HANNINEN Laura and Pastell Matti. 2009. Cow Log: Open-source software for coding behaviors from digital video. *Behavior Research Methodology.* 41:472-476. ISSN: 1554-3528. <http://dx.doi.org/10.3758/BRM.412.472>.
- HENDRIX ISA. Bovans White Product Guide. 2019. [http://Users/64300/Downloads/Bovans White cs product guide North America L8110-2-NA.pdf](http://Users/64300/Downloads/Bovans%20White%20cs%20product%20guide%20North%20America%20L8110-2-NA.pdf).
- HOLT PS, Davies RH, Dewulf J, Gast RK, Huwe JK, Jones DR, Waltam D, Willian KR. 2011. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium. The impact of different housing systems on egg safety and quality1. *Poultry Science.* 90:251-262. ISSN:0032-5791. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2010-01266>.
- ITZA-ORTIZ MFI, Peraza-Mercado GI, Castillo-Castillo YI, Rodríguez-Alarcón CAI, Vital-García CI, Jaramillo-López EI, Carrera-Chávez JMI. 2016. Productive Performance of White Leghorn Hens Based on the Type of Housing During Rearing: Floor Versus Cage. *Brazilian Journal of Poultry Science.* 18(3):543-548. ISSN 1516-635X. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0139>.
- JOHANNSON, S.G., Raginski C, Schwean-Lardner K and Classen H.L. Class. 2015. Providing laying hens in group-housed enriched cages with access to barley silage reduces aggressive and feather-pecking behavior. *Canadian Journal of Animal Science.* 96(2): 161-171. <https://doi.org/10.1139/cjas-2015-0133>
- KHUMPUT S, Muangchum S, Yodprom S, Panyasak A, Thiengtham J. 2019. Feather pecking of laying hens in different stocking density and type of cage. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 9(2):549-556. http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_667753.html. [667753.html](http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_667753.html).
- MARTIN P, Bateson P. 1993. Measuring behavior: an introducing guide. Cambridge University Press. Great Britain. Pp.35-47. ISBN: 323681. <https://pdfs.semanticscholar.org/a58a/997ae3b0513c763b316f8046ab89f0a2b830.pdf>.

- MISHRA PP, Koene W, Schouten B, Spruijt P, van Beek P, Metz JHM. 2005. Environment, well-being, and behavior temporal as sequential structure of behavior and facility usage of laying hens in an enriched environment. *Poultry Science*. 84:979–991. ISSN: 0032-5791. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/84.7979>.
- NATIONAL Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth revised edition. ISBN: 9780309048927. <http://dx.doi.org/10.17226/2114>.
- NAVARRA JR, Pinson SE. 2010. Yolk and albumen corticosterone concentrations in eggs laid by white versus brown caged laying hens. *Poultry Science*. 89:1509-1513. ISSN: 0032-5791. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2009-00416>.
- NMX-FF-127-SCFI-2016. 2016. Productos avícolas. Huevo fresco de gallina. Especificaciones y Métodos de Prueba. Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre del 2016. <http://sitios1.dif.gob.mx/alimentacion/docs/NMX-FF-127-SCFI-2016Huevo fresco.pdf>.
- REGMI P, Robinson CI, Jones DR, Gast RK, Templeman RJ, Karcher DM. 2018. Effects of different litter substrates and induced molt on production performance and welfare quality parameters of white Leghorn hens housed in multi-tiered aviary system. *Poultry Science*. 97:3397–3404. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey211>.
- ROBERTS JR, Kapil Chousalkar and Samiullah. 2013. Egg quality and age of laying hens: implications for product safety. *Animal Production Science*. 53:1291–1297. <http://dx.doi.org/10.1071/AN12345>.
- SINGH R, Cheng KM, Silversides FG. 2009. Production and behavior of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science*. 88(2):256-64. ISSN: 0032-5791. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2008-00237>.
- UNION Nacional de Avicultores (UNA). 2019. Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2019. Dirección de estudios económicos. 25 edición. <https://www.una.org.mx/compendio-de-indicadores-economicos-2018/>
- WEITZENBUGER D, Vita A, Hamann H, Hewicker-Trautwein M, Distl O. 2006. Macroscopic and histopathological alterations of foot pads of laying hens kept in small group housing systems and furnished cages. *British Poultry Science*. 47(5):533-543. ISSN: 0007-1668. <http://dx.doi.org/10.1080/00071660600963099>.
- WELFARE Quality. 2009. Assessment Protocol for Poultry. The Netherlands. ISBN: 9789078240068. [https://www.researchgate.net/publication/263444443 Welfare QualityR Assessment Protocol 15](https://www.researchgate.net/publication/263444443_Welfare_QualityR_Assessment_Protocol_15).