

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

Animal welfare evaluation in laying hens Bovans White on floor housing

Villanueva-Sánchez Octavio<sup>\*1</sup> [ID](#), Carrillo-Domínguez Silvia<sup>1</sup> [ID](#), Chavira-Ramírez Roberto<sup>1</sup> [ID](#), Martínez-Marcial Mónica<sup>2</sup> [ID](#), Miranda-de-la-Lama Genaro<sup>3</sup> [ID](#), Ávila-González Ernesto<sup>4</sup> [ID](#)

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), México. <sup>2</sup>Instituto de Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). <sup>3</sup>Universidad Metropolitana de México (UAM), Lerma. <sup>4</sup>Facultad 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: octaviovillanuevasanchez@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 cm<sup>2</sup> 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 y sistema de alojamiento.

### ABSTRACT

Laying hen welfare has been studied increasingly, some works concluded that the cage housing system provides poor welfare for laying hens. These have a great interest in Mexico because it is the world's leading egg consumer (22.8 kg per capita by year) and the fourth leading producer. The aim of this work was to evaluate laying hen welfare. Fifty 22-weeks-old Bovans White laying hens were housed in the floor, assigning 1200 cm<sup>2</sup> per hen. Behavior, health, production parameters, and egg physical quality were evaluated at 22, 30 and 62 weeks. There was a difference (P<0.05) throughout the study in frequency and time of the following behaviors: dust bath, lie down, exploring and foraging. On the other hand, egg physical quality was according to the national regulations. At the end of the study, hens had good physical health and a wide behavior repertory.

**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 cm<sup>2</sup> 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, estado de salud y 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 sobre el 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 cm<sup>2</sup>, 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  $\alpha$  y  $\beta$  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, 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 con la prueba de Wilcoxon (IBM. SPSS Versión 21, 2012). El valor  $P < 0.05$  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 periodo 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 presenta es la 62 versus 22 y 30. Por otra parte, Baño de tierra, Echarse y Pararse es mayor en la semana 62, con menores frecuencias en las conductas Acicalar, Explorar y Forrajear. Asimismo, 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 presenta es 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 Johansson *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 Echase, 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.

## CONCLUSIONES

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. Agradecimiento especial por su colaboración en este trabajo al Dr. Antonio Villa Romero.

## 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](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. <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](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_White_cs_product_guide_North_America_L8110-2-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>

IBM.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 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 SG, Raginski C, Schwean-Lardner K, Classen HL. 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](http://ijas.iaurasht.ac.ir/article_667753.html). 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, Chousalkar K, Samiullah Y. 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).

Publica tus resultados de investigaciones en las revistas abanico.

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico>