

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE HUEVO BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y MANEJO EN GALLINAS DE POSTURA ^a

EVALUATION OF EGG QUALITY UNDER DIFFERENT FEEDING AND MANAGEMENT SYSTEMS IN LAYING HENS

Alemán-Jauregui, C.G.¹; Rodrigo Portillo-Salgado, R.²; Hernández-Marín, J.A.³; Cigarroa-Vázquez, F.A.^{1*}

¹*Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Universidad Autónoma de Chiapas, Carretera Chicoasén- Malpaso km 24.3, San Miguel El Cocal, Copainalá, Chiapas, México, C. P. 29622.,*

²*Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Av. Ah Canul S/N, Carretera Mérida-campeche, C.P.24900. Calkiní, Campeche, México*

³*Departamento de Veterinaria y Zootecnia, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Carretera Irapuato-Silao km 9, Col. Ex-Hacienda del Copal, Irapuato, Guanajuato, México, C. P. 36824.*

E-mail: Antonio.cigarroa@unach.mx

Fecha de envío: 19, mayo, 2025

Fecha de publicación: 20, septiembre, 2025

Resumen:

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos tipos de alimentación (comercial y convencional) y dos sistemas de manejo (pastoreo y corral) sobre parámetros de calidad interna y externa del huevo. El estudio se realizó en la Unidad Experimental y de Producción Avícola de la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, Copainalá, Chiapas, durante 12 semanas utilizando 28 gallinas Dominant CZ distribuidas en cuatro tratamientos con diseño completamente al azar. Se evaluaron 1,606 huevos para características externas y 192 para características internas mediante análisis estadístico ANOVA y prueba de Tukey. Los resultados mostraron que el tipo de alimentación ejerció mayor influencia que el sistema de manejo, donde el alimento comercial mejoró significativamente peso y tamaño del huevo (51.47-52.66 g vs 48.57-49.46 g), mientras que el alimento convencional favoreció yemas más grandes (15.68-15.95 g vs 14.32-14.69 g). La combinación pastoreo-alimento comercial optimizó la pigmentación de yema (10.22±1.61). Se concluye que los sistemas de traspatio pueden producir huevos de calidad diferenciada según el manejo nutricional y que el manejo en pastoreo puede mejorar la calidad interna del huevo.

Palabras clave: avicultura traspatio, calidad huevo, gallinas ponedoras

^a Proyecto de Investigación 06/AMZ/RPR/006/23 registrado ante la Dirección General de Investigación y posgrado de la Universidad Autónoma de Chiapas.

Abstract:

The objective was to evaluate the effect of two feeding types (commercial and conventional) and two management systems (pasture and pen) on egg quality parameters. The research was conducted at the Experimental and Poultry Production Unit in Copainalá, Chiapas, for 12 weeks, using 28 Dominant CZ hens randomly distributed in four treatments with a completely randomized experimental design. A total of 1,606 eggs were evaluated for external characteristics and 192 for internal characteristics through ANOVA statistical analysis and Tukey test. Results showed that commercial feed significantly improved egg weight and size, while conventional feed favored larger yolk development. The combination of pasture with commercial feed optimized yolk pigmentation. It is concluded that backyard systems can produce eggs of differentiated quality according to nutritional management and that pasture management can improve the internal quality of eggs.

Keywords: backyard poultry, egg quality, laying hens

INTRODUCCIÓN

La producción avícola ha experimentado un importante crecimiento a nivel mundial debido a la alta demanda de proteína animal de calidad. México presenta uno de los consumos per cápita de huevo más altos a nivel global, con 24.4 kg anuales (SIAP, 2024). Esta demanda ha impulsado la intensificación de los sistemas productivos, priorizando la eficiencia económica sobre aspectos como el bienestar animal y la calidad nutricional del producto final, por ello, los sistemas convencionales de producción de huevo, caracterizados por altas densidades de alojamiento con alimentación estandarizada, enfrentan cuestionamientos por consideraciones éticas y sus posibles efectos en la calidad del producto (Sinclair et al., 2022; Gautron et al., 2021).

En contraste con estos sistemas intensivos, la avicultura de traspatio representa una práctica tradicional ampliamente difundida en las comunidades rurales mexicanas, presente en más del 85% de las unidades domésticas familiares del país (Zaragoza et al., 2011). En Chiapas, estado que ocupa el segundo lugar en diversidad biológica y cultural de México, esta actividad constituye una estrategia fundamental de subsistencia y seguridad alimentaria para las familias campesinas, particularmente en comunidades indígenas mayas y tzotziles (Rodríguez et al., 2011; Mendoza et al., 2014). Los sistemas de traspatio se caracterizan por el manejo extensivo o semi-intensivo de gallinas criollas o algunas líneas mejoradas consideradas doble propósito, mismas que son adaptadas a condiciones locales,

alimentación basada en pastoreo complementado con granos y desperdicios de cocina, instalaciones rústicas y mínimo uso de insumos externos (Gutiérrez-Triay et al., 2007; Hortua-López et al., 2021).

La calidad del huevo representa un factor determinante para su aceptación en el mercado, que se define por características externas como el peso, forma y dureza del cascarón, e internas como la altura de la albúmina, color de yema y perfil nutricional (Duman et al., 2016; Stadelman & Cotterill, 1995). Estas propiedades pueden modificarse mediante factores genéticos, nutricionales y ambientales, incluyendo el sistema de manejo de las aves, sin embargo, los sistemas alternativos de producción avícola, que incorporan acceso a pastoreo y alimentación menos procesada, han ganado interés por su potencial para mejorar tanto el bienestar animal como la calidad del huevo (Hammershøj & Steenfeldt, 2015; Rizzi & Marangon, 2012).

La información disponible sobre la interacción entre el tipo de alimentación y el sistema de manejo en la calidad del huevo sigue siendo limitada, particularmente en el contexto de la producción avícola de traspatio en México, estos sistemas tradicionales de las comunidades rurales, combinan elementos de pastoreo con alimentación mixta, representando modelos productivos que podrían ofrecer ventajas en términos de calidad de los productos avícolas y la sostenibilidad en la producción (Mata-Estrada et al., 2023).

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de dos tipos de alimentación (comercial y convencional) y dos sistemas de manejo (pastoreo y corral) sobre parámetros de calidad interna y externa del huevo. Los resultados proveerán información para su aplicación en la producción avícola de traspatio como un sistema alternativo que busquen mejorar la calidad de sus productos mientras responden a las preocupaciones actuales sobre bienestar animal y contribuyen al fortalecimiento de las familias en comunidades rurales.



MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Unidad Experimental y de Producción Avícola (UEPA) de la Escuela de Estudios Agropecuarios Mezcalapa, ubicada en Copainalá, Chiapas (17°05'37"N, 93°12'38"O), a 452 msnm, con clima cálido subhúmedo, temperatura media de 25.9°C y precipitación anual de 1,115 mm. El estudio tuvo una duración de 12 semanas durante el periodo de postura de las aves.

Animales experimentales y diseño experimental

Se utilizaron 28 gallinas de doble propósito de la raza Dominant CZ de tres genotipos híbridos (Dominant Azul D107, Rojo Atigrado D159 y Negro D109) de 16 semanas de edad. Se implementó un diseño completamente al azar y fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro tratamientos con 7 repeticiones (aves) por tratamiento: pastoreo con alimentación comercial (VP), pastoreo con alimentación convencional (CP), corral con alimentación comercial (CCOM) y corral con alimentación convencional (CCON).

Las gallinas fueron alojadas en un gallinero dividido en cuatro corrales con un espacio de 7 m² por ave. El sistema de pastoreo consistió en permitir el acceso a áreas exteriores durante 4 horas diarias (después de la 1:00 p.m.) a los grupos correspondientes, mientras que las aves en sistema de corral permanecieron en confinamiento. La alimentación comercial contenía 16% de proteína cruda y 2,580 kcal, mientras que la alimentación convencional se formuló con 59% de maíz, 20% de soya, 20% de salvado, 0.5% de sal común y 0.5% de molido de cascarón de huevo, proporcionando aproximadamente 17% de proteína y 3,000 kcal.

Recolección y evaluación de muestras

Los huevos fueron recolectados dos veces al día (8:00-11:30 y 11:30-16:00 horas), identificados según el tratamiento y almacenados en lugar fresco. Semanalmente se seleccionaron aleatoriamente el 20% de huevos por tratamiento para la evaluación de parámetros de calidad, realizando la medición en el mismo día de recolección para minimizar cambios en las características internas.



Variables evaluadas

Para la evaluación de la calidad del huevo se determinaron parámetros externos como peso mediante balanza digital (Truper®) con una precisión de 0.01 g, diámetro longitudinal y transversal con calibrador vernier (Mitutoyo®) con una precisión de 0.01 mm, índice de forma (calculado como $DT/DL \times 100$), color del cascarón (blanco, crema, marrón o rojo) y presencia de motas por observación directa. Los parámetros internos evaluados incluyeron color de yema, se determinó mediante dispositivo digital YolcFan™ (DSM-firmenich), altura de albúmina y yema con calibrador vernier, peso de yema por separación directa, peso de albúmina y cascarón por diferencia, pH de albúmina utilizando un potenciómetro portátil marca Hanna® (modelo HI 99163) y las unidades Haugh calculadas mediante la fórmula $UH = 100 \cdot \log(A - 1.7P^{0.37} + 7.6)$, donde A representa la altura de albúmina en mm y P el peso del huevo en g.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (Ver, One Academic, 2025). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Previamente se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las características externas de 1,606 huevos y las características internas de 192 huevos producidos por gallinas Dominant se presentan en el Cuadro 1. En el cual se observa que los huevos de gallinas alimentadas con dieta comercial fueron significativamente más pesados (51.47 ± 7.01 g en VP y 52.66 ± 7.46 g en VC) que los de dieta convencional (48.57 ± 7.60 g en CP y 49.46 ± 7.46 g en CC), independientemente del sistema de manejo. Este resultado sugiere que la formulación del alimento comercial puede compensar las ventajas nutricionales del pastoreo (Singh & Cowieson, 2020).

Cuadro 1. Media y desviación estándar de los tratamientos evaluados sobre las características externas e internas de huevos de gallinas Dominant.

Table 1. Mean and standard deviation of the evaluated treatments on external and internal characteristics of Dominant hen eggs.

Variables	Sistema Pastoreo		Sistema Corral		P<F
	Alimento Convencional (CP) n=280	Alimento Comercial (VP) n=385	Alimento Convencional (CC) n=378	Alimento Comercial (VC) n=563	
Características Externas					
Peso del huevo (g)	48.57 ± 7.60 ^c	51.47 ± 7.01 ^b	49.46 ± 7.46 ^c	52.66 ± 7.46 ^a	<0.001
Diámetro longitudinal (cm)	4.75 ± 0.77 ^b	5.10 ± 0.77 ^a	4.84 ± 0.74 ^b	5.09 ± 0.67 ^a	<0.001
Diámetro transversal (cm)	4.66 ± 0.59 ^a	4.52 ± 0.58 ^b	4.63 ± 0.61 ^a	4.51 ± 0.52 ^b	<0.01
Índice de forma	104.81 ± 26.24 ^b	115.97 ± 26.74 ^a	107.32 ± 25.45 ^b	115.10 ± 23.01 ^a	<0.001
Presencia de motas (%)	25.0 ^b	34.6 ^a	24.4 ^b	36.3 ^a	<0.01
Características Internas¹					
Color de yema (Fan Yolk)	9.61 ± 1.58 ^b (n=31)	10.22 ± 1.61 ^a (n=54)	9.31 ± 1.60 ^b (n=42)	9.65 ± 2.05 ^b (n=65)	<0.05
Peso de yema (g)	15.68 ± 2.56 ^a (n=31)	14.69 ± 2.09 ^b (n=54)	15.95 ± 2.72 ^a (n=42)	14.32 ± 2.20 ^b (n=65)	<0.01
Peso de clara (g)	27.06 ± 3.79 (n=31)	28.81 ± 4.87 (n=54)	27.38 ± 4.79 (n=42)	27.32 ± 5.69 (n=65)	NS
Altura de yema (mm)	2.19 ± 1.68 (n=31)	13.00 ± 1.64 ^a (n=54)	12.14 ± 1.54 (n=42)	13.02 ± 1.96 ^a (n=65)	<0.05
Altura de albúmina (mm)	5.27 ± 0.83 (n=31)	5.51 ± 1.06 (n=54)	5.02 ± 1.25 (n=42)	5.61 ± 1.12 ^a (n=65)	<0.05
Peso del cascarón (g)	5.84 ± 0.78 (n=31)	6.00 ± 0.99 (n=54)	5.90 ± 0.96 (n=42)	5.82 ± 1.03 (n=65)	NS
pH de albúmina	9.10 ± 0.41 (n=31)	9.15 ± 0.43 (n=54)	9.05 ± 0.68 (n=42)	9.05 ± 0.63 (n=65)	NS
Unidades Haugh	75.00 ± 7.37 (n=31)	75.50 ± 8.81 (n=54)	72.87 ± 12.01 (n=42)	76.47 ± 9.92 (n=65)	NS

¹Las características internas fueron evaluadas en una submuestra de 192 huevos, el tamaño de muestra (n) se indica entre paréntesis; ^{a,b,c} Medias con diferente literal en la misma fila indican diferencias significativas (p<0.05) según la prueba de Tukey; NS = No significativo (p>0.05).

El diámetro longitudinal mantuvo el mismo patrón consistente del peso, con valores significativamente mayores para VP de 5.10 ± 0.77 cm y VC de 5.09 ± 0.67 cm comparado con CP de 4.75 ± 0.77 cm y CC de 4.84 ± 0.74 cm. El diámetro transversal mostró un comportamiento inverso significativo, siendo mayor en tratamientos convencionales con valores de 4.66 ± 0.59 cm para CP y 4.63 ± 0.61 cm para CC comparado con 4.52 ± 0.58 cm para VP y 4.51 ± 0.52 cm para VC.

El índice de forma fue significativamente mayor en grupos con alimento comercial, mostrando valores de 115.97 ± 26.74 para VP y 115.10 ± 23.01 para VC comparado con alimento convencional que presentó 104.81 ± 26.24 para CP y 107.32 ± 25.45 para CC, indicando huevos más alargados, característica asociada con mejor aceptación comercial, estos resultados demuestran que las dietas comerciales optimizadas pueden mejorar las características morfológicas del huevo, con mejoras superiores a las alcanzadas mediante alimentación convencional (Kop-Bozbay et al., 2021).

La presencia de motas mostró diferencias significativas, siendo mayor en tratamientos con alimento comercial con 34.6% para VP y 36.3% para VC, comparado con 25.0% para CP y 24.4% para CC. El color de yema, fue significativamente mayor en VP con 10.22 ± 1.61 comparado con los demás tratamientos que mostraron valores de 9.61 ± 1.58 para CP, 9.31 ± 1.60 para CC y 9.65 ± 2.05 para VC, demostrando que la combinación de pastoreo con alimento comercial optimiza la absorción de carotenoides. Esto puede deberse a que el acceso a pastura aumenta el consumo de pigmentos naturales, pero el efecto se potencia cuando se combina con dietas balanceadas que mejoran la digestibilidad (Marume et al., 2020). Sin embargo, es importante considerar que actualmente muchos alimentos comerciales incluyen pigmentantes para estandarizar el color de yema, lo que podría explicar parcialmente nuestros resultados (Lokaewmanee et al., 2010; Kljak et al., 2021).

Contrariamente a lo esperado, el peso de yema fue significativamente mayor en tratamientos con alimento convencional, mostrando valores de 15.68 ± 2.56 g para CP y 15.95 ± 2.72 g para CC comparado con alimento comercial que presentó 14.69 ± 2.09 g para VP y 14.32 ± 2.20 g para VC, por lo que esta

diferencia entre características externas e internas sugiere mecanismos fisiológicos complejos en la partición de nutrientes. Mientras el alimento comercial favorece el peso total del huevo, el alimento convencional promueve mayor desarrollo proporcional de la yema, posiblemente debido a diferencias en el perfil de lípidos y la relación energía:proteína. Hallazgos similares fueron reportados por Gao et al. (2021), quienes encontraron que la composición lipídica de la dieta afecta diferencialmente el desarrollo de los componentes del huevo.

El peso de clara no mostró diferencias significativas entre tratamientos, con valores de 27.06 ± 3.79 g para CP, 28.81 ± 4.87 g para VP, 27.38 ± 4.79 g para CC y 27.32 ± 5.69 g para VC. La altura de yema mostró valores significativamente superiores en tratamientos con alimento comercial, presentando 13.00 ± 1.64 mm para VP y 13.02 ± 1.96 mm para VC comparado con 2.19 ± 1.68 mm para CP y 12.14 ± 1.54 mm para CC. La altura de albúmina también fue significativamente mayor en el tratamiento VC con 5.61 ± 1.12 mm comparado con los otros tratamientos que mostraron valores de 5.27 ± 0.83 mm para CP, 5.51 ± 1.06 mm para VP y 5.02 ± 1.25 mm para CC, siendo estos indicadores asociados con frescura y calidad interna.

El peso del cascarón no presentó diferencias significativas entre tratamientos, con valores de 5.84 ± 0.78 g para CP, 6.00 ± 0.99 g para VP, 5.90 ± 0.96 g para CC y 5.82 ± 1.03 g para VC. El pH de la albúmina tampoco mostró diferencias significativas, presentando valores de 9.10 ± 0.41 para CP, 9.15 ± 0.43 para VP, 9.05 ± 0.68 para CC y 9.05 ± 0.63 para VC, sugiriendo que estos parámetros son menos sensibles a las variaciones dietéticas evaluadas. Sin embargo, investigaciones recientes sobre alimentación AM/PM han demostrado que el momento de suministro de calcio puede afectar significativamente la calidad del cascarón, especialmente cuando se proporciona calcio adicional en las horas de la tarde (3:00-4:00 pm) para coincidir con el período de formación de la cáscara (Jahan et al., 2024).

Las Unidades Haugh no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, con valores de 75.00 ± 7.37 para CP, 75.50 ± 8.81 para VP, 72.87 ± 12.01 para CC y 76.47 ± 9.92 para VC, manteniéndose todos los grupos dentro del rango de calidad AA según estándares internacionales. Este hallazgo es relevante para

productores que buscan sistemas alternativos sin comprometer la calidad, coincidiendo con revisiones sistemáticas que indican que tanto sistemas convencionales como alternativos pueden mantener estándares de calidad adecuados cuando se manejan apropiadamente (Sokołowicz et al., 2018; Arulnathan et al., 2024).

CONCLUSIÓN

El tipo de alimentación ejerció mayor influencia que el sistema de manejo sobre la calidad del huevo, con el alimento comercial mejorando significativamente el peso y tamaño, mientras que el alimento convencional favoreció el desarrollo de yemas más grandes. La combinación de pastoreo con alimento comercial optimizó la pigmentación de la yema. Demostrando que los sistemas de traspatio, característicos de la avicultura familiar en México, pueden producir huevos de calidad diferenciada según el manejo nutricional, sugiriendo que la incorporación estratégica de alimento comercial en sistemas tradicionales representa una alternativa viable para mejorar la productividad sin abandonar las prácticas culturales locales, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y economía familiar en zonas rurales.

LITERATURA CITADA

- Arulnathan, V., Turner, I., Bamber, N., Ferdous, J., Grassauer, F., Doyon, M., & Pelletier, N. (2024). A systematic review of potential productivity, egg quality, and animal welfare implications of extended lay cycles in commercial laying hens in Canada. *Poultry Science*, 103(4), 103475. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103475>
- Jahan, A. A, Dao, H. T., Morgan, N. K., Crowley, T. M., & Moss, A. F. (2024). Effects of AM/PM diets on laying performance, egg quality, Egg Quality, and Nutrient Utilisation in Free-Range Laying Hens. *Applied Sciences*, 14(5), 2163. <https://doi.org/10.3390/app14052163>
- Duman, M., Şekeroğlu, A., Yıldırım, A., Eleroğlu, H., & Camcı, Ö. (2016). Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science*, 80, 1-9. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.117>
- Gao, Z., Zhang, J., Li, F., Zheng, J., & Xu, G. (2021). Effect of oils in feed on the production performance and egg quality of laying hens. *Animals*, 11(12), 3482. <https://doi.org/10.3390/ani11123482>

- Gautron, J., Réhault-Godbert, S., Van de Braak, T., & Dunn, I. (2021). Review: What are the challenges facing the table egg industry in the next decades and what can be done to address them? *Animal*, 15, 100282. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100282>
- Gutiérrez-Triay, M. A., Segura-Correa, J. C., López-Burgos, L., Santos-Flores, J., Santos-Ricalde, R. H., Sarmiento-Franco, L., Carvajal-Hernández, M., & Molina-Canul, G. (2007). Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7(3), 217-224.
- Hammershøj, M., & Steinfeldt, S. (2015). Organic egg production. II: The quality of organic eggs is influenced by hen genotype, diet and forage material analyzed by physical parameters, functional properties and sensory evaluation. *Animal Feed Science and Technology*, 208, 182-197. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.07.012>
- Hortua-López, L. C., Cerón-Muñoz, M. F., Zaragoza-Martínez, M. L., & Angulo-Arizala, J. (2021). Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades para la familia campesina. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 1019-1033. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.42903>
- Kljak, K., Carović-Stanko, K., Kos, I., Janječić, Z., Kiš, G., Duvnjak, M., Safner, T., & Bedeković, D. (2021). Plant carotenoids as pigment sources in laying hen diets: Effect on yolk color, carotenoid content, oxidative stability and sensory properties of eggs. *Foods*, 10(4), 721. <https://doi.org/10.3390/foods10040721>
- Kop-Bozbay, C., Akdag, A., Bozkurt-Kiraz, A., Gore, M., Kurt, O., & Ocak, N. (2021). Laying performance, egg quality characteristics, and egg yolk fatty acids profile in layer hens housed with free access to chicory- and/or white clover-vegetated or non-vegetated areas. *Animals*, 11(6), 1708. <https://doi.org/10.3390/ani11061708>
- Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., & Okuda, N. (2013). Effects of dietary red pepper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 97(5), 986–995. <https://doi.org/10.1111/jpn.12011>
- Marume, U., Mokagane, J. M., Shole, C. O., & Hugo, A. (2020). *Citrullus lanatus* essential oils inclusion in diets elicit nutraceutical effects on egg production, egg quality, and physiological characteristics in layer hens. *Poultry Science*, 99(6), 3038-3046. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.01.029>
- Mata-Estrada, A., González-Cerón, F., Pro-Martínez, A., Torres-Hernández, G., Bautista-Ortega, J., Vargas-Galicia, A. J., Becerril-Pérez, C. M., & Sosa-Montes, E. (2023). Caracterización del sistema de producción avícola de traspatio en el Estado de Campeche, México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 20(2), 125–138. <https://doi.org/10.22231/asyd.v20i2.893>
- Mendoza, M., Zaragoza, L., & Rodríguez, G. (2014). Estrategias de avicultura de traspatio en tres localidades del municipio de San Lucas, Chiapas, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 216-218.

- Rakonjac, S., Bogosavljević-Bošković, S., Škrbić, Z., Perić, L., Dasković, V., Petrović, M. D., & Petričević, V. (2017). The effect of the rearing system, genotype and laying hen age on the egg weight and share of main parts of eggs. *Acta Agriculturae Serbica*, 22(44), 185-192. <https://doi.org/10.5937/AASer1744185R>
- Rizzi, C., & Marangon, A. (2012). Quality of organic eggs of hybrid and Italian breed hens. *Poultry Science*, 91(9), 2330-2340. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01966>
- Rodríguez, G., Perezgrovas, R., & Zaragoza, L. (2011). El traspatio como espacio de empoderamiento para la mujer Tzotzil en Chiapas (México). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 280-283.
- SAS Institute Inc. (2025). SAS/STAT Software OnDemand for Academics. SAS Institute Inc. <https://welcome.oda.sas.com/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2024). Panorama Agroalimentario 2024. Informe. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, https://drive.google.com/file/d/1NXcDhaB63Z94wjRUVF6f_FK0Urv6cgvJ/view
- Sinclair, M., Lee, N. Y. P., Hötzel, M. J., de Luna, M. C. T., Sharma, A., Idris, M., Islam, M. A., Iyasere, O. S., Navarro, G., Ahmed, A. A., Curry, M., Burns, G. L., & Marchant, J. N. (2022). Consumer attitudes towards egg production systems and hen welfare across the world. *Frontiers in Animal Science*, 3, 995430. <https://doi.org/10.3389/fanim.2022.995430>
- Singh, M., & Cowieson, A. J. (2013). Range use and pasture consumption in free-range poultry production. *Animal Production Science*, 53(11), 1202. <https://doi.org/10.1071/an13199>
- Sokołowicz, Z., Krawczyk, J., & Dykiel, M. (2018). Effect of alternative housing system and hen genotype on egg quality characteristics. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(8), 695-703. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i8.1753>
- Stadelman, W. J., & Cotterill, O. J. (1995). *Egg science and technology* (4th ed.). Food Products Press.
- Zaragoza, L., Martínez, B., Méndez, A., Rodríguez, V., Hernández, J. S., Rodríguez, G., & Perezgrovas, R. (2011). Avicultura familiar en comunidades indígenas de Chiapas, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 411-415.

