CENSA
CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA

ARTÍCULO ORIGINAL

Revista de Salud Animal
Vol. 47, enero-diciembre 2025
ISSN: 2224-4700, ISSN-L: 0253-570X
Cu-ID: https://cu-id.com/2248/v47e01

Uso de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam) en la producción de huevo de gallina Rhode Island Roja

Use of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*, Lam) in the production of Rhode Island Red hen eggs

Brenda Yanelis Diaz Martínez, Liliana Ortega González, Maricela Ayala Martínez*, Sergio Soto Simental

Area Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Mexico

RESUMEN: La yaca es una buena fuente de compuestos bioactivos, como los carotenoides. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto que tiene la inclusión de harina de pulpa de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam) en la dieta de gallinas Rhode Island Roja sobre la calidad del huevo. Se utilizaron 30 gallinas de 34 semanas de edad distribuidas en dos tratamientos (control y 6% de pulpa de yaca), las aves fueron alimentadas durante 6 semanas. Se determinó el consumo de alimento, ganancia de peso, porcentaje de postura y calidad del huevo. Los resultados indican que la inclusión de pulpa de yaca en la dieta para gallinas de postura mejora el porcentaje de postura, existe modificación del color en los valores de luminosidad (L*) e índice de amarillos (b*), sin causar problemas de fracturas en el cascarón. Debido a lo anterior, se concluye que la pulpa de yaca es una buena alternativa para la alimentación de gallinas de postura, ya que no afecta negativamente sus parámetros productivos y mejora la calidad de la yema del huevo.

Palabras clave: Calidad del huevo, dieta para postura, fracturabilidad del cascarón, gallinas de postura.

ABSTRACT: Jackfruit is a good source of bioactive compounds, such as carotenoids. The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of jackfruit pulp (*Artocarpus heterophyllus* Lam) powder in the diet of Rhode Island Red hens on egg quality. Thirty 34-week-old hens were used, distributed in two treatments (control and 6 % jackfruit pulp), which were fed for 6 weeks. Feed consumption, weight gain, laying percentage and egg quality were determined. The results indicate that the inclusion of jackfruit pulp in the diet for laying hens improved laying percentage and there was color modification in the L* and b* values, without causing eggshell fracture problems. Due to the above mentioned, it is concluded that jackfruit pulp is a good alternative for the feeding of laying hens, since it does not negatively affect their productive parameters and improves egg yolk quality.

Key words: egg quality, laying diet, eggshell fracturability, laying hens.

INTRODUCCIÓN

La producción de huevo es importante a nivel mundial, principalmente desde el punto de vista económico y nutricional, ya que en 2022 se produjeron más de 87 millones de toneladas, en Asia se produce el 63%, mientras que en América el 20% del total mundial (1). En México, por ejemplo, el consumo per cápita de huevo ascendió a 23.9 kg en el año 2022 (2). Lo anterior, indica que es uno de los alimentos de origen animal más consumidos en el mundo. Desde el punto de vista nutricional, el huevo es un alimento completo, ya que tiene un aporte importante de proteína y de energía para quien lo consume (3).

Desde el punto de vista fisiológico, la producción de huevo se inicia con el desarrollo folicular, lo cual determina la tasa de ovulación, ello implica una demanda continua de moléculas que constituyen al huevo. La deposición de los componentes en la yema de huevo está relacionada con la función del hígado, ya que aquí se sintetizan dichos componentes (4). Los carotenoides en general se metabolizan en el hígado (5), algunos de ellos como los β-carotenos y licopeno influyen sobre el color de la yema (6).

Como se mencionó anteriormente, el huevo es un alimento completo y muy versátil, además de que es consumido frecuentemente por la población humana, surge la necesidad de obtener una producción de huevo eficiente que cumpla con las características sensoriales, además de buscar nuevas alternativas en la alimentación de las gallinas, que puedan satisfacer a los consumidores, tanto en su salud como en la calidad de los productos (3).

*Correspondencia a: Maricela Ayala-Martínez. Ayala Martínez, Maricela. E-mail: ayalam@uaeh.edu.mx
Recibido: 16/01/2025
Aceptado: 25/02/2025
Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.
Contribución de los autores: Diaz Martínez, Brenda Yanelis: **Conceptualización, Redacción borrador original, Metodología.** Ortega González, Liliana: **Conceptualización, Curación de datos, Metodología, Supervisión, Análisis formal.** Ayala Martínez, Maricela: **Conceptualización, Análisis formal, Adquisición de fondos, Administración del proyecto, Visualización.** Soto Simental, Sergio: **Conceptualización, Validación, Supervisión, Redacción, revisión y edición.**

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

El color es un atributo sensorial importantes en la compra del huevo, que puede ser modificado por la adición de algunos aditivos o ingredientes al alimento que consumen las gallinas (7), algunos de ellos aún no se han explorado como la pulpa de yaca.

La yaca es un fruto originario del suroeste de la India (8) que se ha diseminado en diversas partes del mundo, incluyendo México. Este cultivo representa una opción para la fruticultura de regiones tropicales y subtropicales ya que, bajo ciertas circunstancias, se puede cosechar prácticamente todo el año (9). De esta producción no se desperdicia nada, ya que se aprovecha desde la madera del árbol hasta la semilla de la fruta, lo cual puede ser una buena alternativa para la alimentación humana o animal (10). Algunas de las aplicaciones de este fruto en la producción pecuaria, ha sido a nivel experimental, donde se incluyó en dietas para langostino (11), tilapia (12), cuyos (13), además las hojas se han incluido como forraje para el ganado (9).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto que tiene la inclusión de harina de pulpa de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam) en la dieta de gallinas Rhode Island Roja sobre la calidad del huevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el Módulo de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Avícola, del Instituto de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ubicado en Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. Se consideró un periodo experimental de seis semanas. Durante la realización del estudio se procuró el bienestar animal, siguiendo las sugerencias del Manual de buenas prácticas pecuaria en la producción de huevo para plato de SENASICA (14). La harina de yaca se obtuvo por medio de la separar los componentes principales de la fruta en cáscara, semilla y pulpa. Primeramente, una vez que se adquirió la fruta fresca en estado de maduración comercial, y se separó en sus componentes, la pulpa se deshidrató a 60 °C por 72 h en una deshidratadora Riossa modelo HCF-82 (TPM Equipos, Mexico City, Mexico), para posteriormente ser molida en un molino Swissmex modelo SW610350 (Swissmex-Rapid, Lagos de Moreno, Jalisco, México). Una vez molida la pulpa se conservó en un recipiente hermético y oscuro. Después se realizó el análisis químico proximal de la harina obtenida y se obtuvieron los siguientes resultados (%): materia seca 10,02 ± 0,07; cenizas 6,47 ± 0,5; proteína cruda 13,10 ± 1,72; fibra detergente neutra 39,15 ± 1,12; fibra detergente ácido, 31,41 ± 0,33.

Se utilizaron 30 gallinas Rhode Island Rojas de 34 semanas de edad, las cuales se dividieron en dos grupos de 15 gallinas cada uno con cinco repeticiones de tres aves, a cada grupo se le asignó un tratamiento, el tratamiento control (C) al cual se le dio una dieta sin la adición de pulpa de yaca, el otro tratamiento se le añadió el 6% de pulpa de yaca (PY) como se puede apreciar en la Tabla 1. A cada gallina se le proporcionaron 110 g/d de alimento, dividido en dos raciones al día, todos los días se pesó el alimento ofrecido y el rechazado. Las gallinas se pesaron semanalmente, el pesaje se realizó mediante una balanza digital Mettria MTNUV-40 (Mettria, CDMX, México), con los datos obtenidos se calcularon el consumo de alimento promedio por semana por ave y el peso promedio de ave cada semana. También se registró la cantidad de huevo producido al día para posteriormente calcular el porcentaje de postura.

Se recolectaron cinco huevos de cada tratamiento una vez por semana durante el periodo experimental. Los parámetros que se tomaron en cuenta para evaluar la calidad del huevo fueron el peso, obtenido por medio de una báscula digital marca A&D Weighing EK-2000 (A&D Company, Seúl, Corea), la altura y ancho del huevo entero con ayuda de un calibrador de vernier digital marca Truper Caldi-6MP (Truper S.A. de C.V., Edo. México, México), la altura de la albúmina densa con la barra de profundidad del calibrador de vernier anteriormente mencionado, para conocer la frescura del huevo se calcularon las unidades Haugh (UH) en función del peso total del huevo y de la altura de la albumina densa con la fórmula (100 + Log 10 (altura de la albumina (mm) - 1.7 * peso del huevo (g)$^{0.37}$ + 7,6) (15).

Tabla 1. Conformación y composición nutricional de las dietas. / *Conformation and nutritional composition of the diets.*

Ingrediente	Tratamientos	
	Control (C)	Harina de yaca (HY)
Cebada molida (kg)	2,530	2,610
Maíz molido (kg)	7,825	7,900
Salvado de trigo (kg)	0,814	0
Residuo de galleta (kg)	1,621	1,585
Pasta de soya (kg)	5,249	5,420
Aceite de soya (kg)	0,827	0,821
Premezcla de vitaminas y minerales (kg)	0,392	0,400
Carbonato cálcico (kg)	1,271	1,844
Sorgo molido (kg)	0	1,844
Harina de pulpa de yaca (kg)	0	0,600
Composición nutricional calculada		
Proteína cruda (%)	16,6	16,8
Fibra cruda (%)	3,4	3,0
Energía metabolizable (Kcal/kg)	2863,5	2849,7

Finalmente, el color de la yema se determinó mediante un colorímetro portátil digital de la marca Linshang LS171 (Shenzhen Linshang Technology Co., Shenzhen, China), para ello la apertura del colorímetro se colocó en la superficie de la yema para realizar cinco mediciones por yema, obteniendo los valores de luminosidad (L*), índice de rojos (a*) e índice de amarillo (b*) y posteriormente, se calcularon los valores de H con la fórmula:H=arctangente (b*/a*) y C con la formula $(a^{*2}+b^{*2})^{0.5}$ (16). La fracturabilidad (N), número de fracturas y trabajo de fractura del cascarón se obtuvieron de las gráficas tiempo x fuerza, para lo cual se empleó el software TexturePro CT V1.4. Las gráficas se generaron utilizando un texturómetro de la marca Brookfield CT3-4500 (Brookfield Engineering Lab, Middleborough, MA, Estados Unidos de América), al cual se le acopló una sonda de acero inoxidable de 35 mm de diámetro, el equipo se configuró a 1 $mm.s^{-1}$ y comprimió 5 mm.

Se realizó un análisis de varianza y cuando fue necesario se realizó una comparación de medias de Tukey. Los datos fueron analizados utilizando el software Minitab 20.3 (Minitab LCC, PA, Estados Unidos de América). Se empleó un modelo anidado:

$$Y_{ijk} = \quad \mu \quad + \beta_i + \quad \beta_i(\tau_j) + \varepsilon_{ijk}$$

Donde, Y_{ij} = variable dependiente para la k-ésima repetición, en el j-ésimo día, dentro del i-ésimo tratamiento, μ = Media de la población, βi = Efecto fijo (tratamiento), es la desviación de la media del i-ésimo tratamiento con respecto a la media general. βi(τj) indica el tiempo anidado en el tratamiento, es la desviación de la media en el j-ésimo momento dentro del i-ésimo tratamiento con respecto a la media del i-ésimo tratamiento. and εijk = error experimental asociado a cada observación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La utilización de residuos agroindustriales como aditivos en la alimentación de aves es una estrategia que tiene un efecto en la sustentabilidad de la producción. Sin embargo, el uso de algunos de ellos puede tener efectos adversos en la producción, como la presencia de factores antinutricionales o la interacción con la digestibilidad de algunos nutrientes (17), la presencia de compuestos fenólicos ha resultado en la mejora de diversos aspectos en la producción de huevo (18). Por lo anterior, es importante determinar el efecto que tienen la fruta o sus desechos sobre la productividad de las aves de postura. Los datos del comportamiento productivo de gallinas alimentadas con yaca se pueden apreciar en la Tabla 2.

El peso de las gallinas se mantuvo sin cambio entre los tratamientos, sin embargo, en la semana 4 se presentaron diferencias entre los tratamientos ($p<0,05$), el tratamiento control tuvo un promedio de 2,38 kg mientras que el de pulpa de yaca tuvo un peso promedio de 2,67 kg. Aghili et al. (19) concluyeron que la suplementación de orujo de manzana disminuye la eficiencia productiva de pollos de engorda. Mosayyeb-Zadeh et al. (20) no encontraron diferencias en el consumo de alimento de gallinas ponedoras alimentadas con *Rhus coriaria*. Sin embargo, se sabe que la pulpa de yaca contiene diversos compuestos fenólicos,

Tabla 2. Comportamiento productivo de gallinas Rhode Island Roja que consumieron harina de pulpa de yaca. / *Productive behavior of Rhode Island red hens consuming jackfruit pulp powder*.

Variables	Semanas	Tratamientos	
		Control	Pulpa de yaca
Alimento consumido (g)	1	700,00	728,57
	2	691,78	747,14
	3	627,50^{B}	813,57^{A}
	4	544,28^{B}	815,71^{A}
	5	572,85^{B}	817,14^{A}
	6	574,28^{B}	787,50^{A}
	EE	57,90	57,90
Peso (g)	Peso inicial	2,53	2,61
	1	2,48	2,63
	2	2,45	2,66
	3	2,43	2,64
	4	2,38^{B}	2,67^{A}
	Peso final	2,41	2,65
	EE	0,10	0,09
Conversión alimenticia	1	4,53	4,24
	2	5,36	3,48
	3	4,62	3,64
	4	2,93	3,70
	5	6,79^{A}	3,54^{B}
	6	3,88	3,08
	EE	0,90	0,90
% postura	1	50,51	51,14
	2	41,32	58,55
	3	37,41	43,36
	4	49,49	55,10
	5	29,93	53,06
	6	36,05^{B}	65,94^{A}
	EE	8,47	8,47

^{AB} Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. EE: Error Estándar.

principalmente ácido gálico, rutina y ácido shikimico (21). Abd El-Hack et al. (18) revisó el efecto que tiene la inclusión de polifenoles en la productividad de gallinas de postura en general indica que el empleo de polifenoles de diferentes fuentes mejora o mantiene la productividad. Con relación al número de huevos y porcentaje de postura se presentó diferencias significativas ($p<0,05$) en la sexta semana donde el tratamiento de yaca tuvo un promedio del 65,94% de postura. Lo anterior, contrasta con los resultados obtenidos por Sosnówka-Czaja y Skomorocha (22) quienes alimentaron gallinas productoras de huevo con orujo seco de varias especies de berries, no encontraron diferencias en producción de huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia. Resultados similares encontraron Dedousi et al. (23) al alimentar gallinas ponedoras con pulpa de aceituna deshidratada en porcentajes de inclusión hasta del 6%. La pulpa de yaca contiene hasta 540 $mg.100^{-1}$ g de fruta de vitamina A y otras vitaminas del complejo B (24), lo cual puede incrementar la producción de huevo, ya que se ha reportado que la combinación de compuestos polifenoles y vitaminas mejora la productividad de gallinas ponedoras (25).

Las características físicas del huevo se pueden apreciar en la Tabla 3, donde se puede observar que todas las variables tuvieron diferencias significativas (P<0,05) a través del tiempo de alimentación tanto del control como de la inclusión de la pulpa de yaca en la dieta. Sin embargo, cuando se comparó entre dietas a un mismo tiempo de medición, únicamente se encontraron diferencias (P<0,05) en cuanto al peso del huevo en la semana 3 y 4 de iniciado el experimento, lo cual se debió a que el largo del huevo fue superior (P<0,05) en esas mismas semanas. aumentó el alto y ancho del huevo, lo cual provocó un mayor peso del huevo entero de forma significativa en las semanas 4 y 5.

Tabla 3. Calidad de huevo de gallinas alimentados con harina de pulpa de yaca. / *Egg quality of hens fed with jackfruit pulp powder*.

Variables	Semanas	Tratamientos	
		Control	Pulpa de yaca
Peso (g)	0	58,30^{a}	58,30^{b}
	1	61,94^{a}	61,58^{a}
	2	58,38^{a}	63,22^{a}
	3	51,24^{bB}	61,40^{aA}
	4	51,07^{bB}	66,16^{aA}
	5	56,60^{a}	62,02^{a}
	EE	2,51	2,51
Altura de la albúmina (mm)	0	10,86^{a}	10,86^{a}
	1	9,60^{ab}	11,04^{a}
	2	9,72^{a}	9,81^{ab}
	3	7,82^{bc}	8,25^{bc}
	4	7,36^{bc}	8,01^{bc}
	5	7,10^{c}	7,68^{c}
	EE	0,74	0,74
Alto (mm)	0	54,23	54,23^{b}
	1	57,58	57,30^{ab}
	2	57,02	58,90^{a}
	3	54,29^{B}	57,87^{aA}
	4	55,48^{B}	59,46^{aA}
	5	57,39	58,84^{a}
	EE	1,20	1,18
Ancho (mm)	0	43,30^{a}	43,30
	1	43,71^{a}	43,93
	2	42,85^{ab}	43,87
	3	41,15^{bcB}	43,60^{A}
	4	40,59^{cB}	44,49^{A}
	5	42,01^{ab}	43,49
	EE	0,67	0,66
UH [1]	0	101,03^{a}	101,03^{a}
	1	100,97^{ab}	101,03^{a}
	2	100,98^{a}	100,97^{ab}
	3	100,87^{bc}	100,90^{ab}
	4	100,87^{bc}	100,87^{b}
	5	100,83^{c}	100,86^{b}
	EE	0,04	0,04
Alto:Ancho	0	1,28^{b}	1,17^{b}
	1	1,31^{a}	1,30^{a}
	2	1,33^{a}	1,34^{a}
	3	1,32^{a}	1,32^{a}
	4	1,36^{ab}	1,33^{a}
	5	1,36^{a}	1,35^{ab}
	EE	0,02	0,03

^{abc} Literales diferentes entre filas indican diferencias significativas dentro de cada variable. ^{AB} Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. EE: Media del Error Estándar. [1]UH=Unidades Haugh

En la búsqueda que se ha realizado del uso de este fruto en la alimentación de aves no se encontraron registros. Sin embargo, se encontraron estudios con otros frutos o desechos agroindustriales, los resultados de este trabajo son similares a los reportados por Chand et al. (26) quienes utilizaron polvo de semilla de espino amarillo (*Hippophae rhamnoides*) donde encontraron que al incrementar la cantidad de polvo aumentó el peso del huevo en las semanas 4 y 5. Tamiru et al. (27) no encontraron diferencias estadísticas en cuanto al tamaño del huevo al emplear harina de cascara de papaya; con relación a las unidades Haugh estos autores reportan un incremento a medida que añaden más desecho de papaya. Dewi et al. (28) utilizaron pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) fermentada en la alimentación de gallinas, donde reportan un incremento del peso de huevo a medida que aumentan la cantidad de harina de pitahaya.

Las características de fractura del cascarón de huevo de gallinas alimentadas con yaca se presentan en la Tabla 4. No se observaron diferencias entre los tratamientos, ni a través de las semanas del experimento (P>0,05). La fracturabilidad fluctuó entre 35 y 41 N para el grupo alimentado con yaca, mientras que en el grupo control fue entre 33 y 38 N. Cabe señalar que la cantidad de fracturas fue entre 19 y 22 fracturas en los dos grupos. Estos resultados son similares a los reportados por Dedousi et al. (23) quienes no encontraron diferencias en la calidad externa del huevo en gallinas alimentadas con pulpa seca de aceituna. Asimismo, Sosnówka-Czajka y Skomorucha (22) alimentaron gallinas con orujo de frutos secos sin encontrar diferencias en la dureza del cascarón. También, Herranz et al. (29) no encontraron diferencias estadísticas en las características de fractura de huevo de gallinas alimentadas con 5% de orujo de uva, en su discusión indican que la formación del cascarón es afectada por la absorción de calcio a nivel intestinal, ya que los polifenoles tienen la capacidad de quelar calcio.

Los valores de color de la yema se pueden apreciar en la Tabla 5. En donde se puede observar que existen diferencias estadísticas en todos los parámetros de color tanto a través del tiempo de postura como entre los tratamientos (P<0,05). El valor de L* fue menor en los huevos obtenidos del grupo de gallinas que consumieron yaca, lo mismo ocurrió en la semana tres con el valor de a*, sin embargo, el valor de b* fue mayor en las semanas 2,3 y 4, lo anterior repercutió en tener valores de croma más altos en las últimas 4 semanas de alimentar al grupo de gallinas con yaca. La yaca contiene diferentes compuestos bioactivos, entre ellos carotenos como luteína, licopeno y β carotenos (Anisha et al., 2020), estos componentes repercuten en el color amarillo del huevo (valor b*), como lo reporta Kljak et al. (30) quienes determinaron carotenos en *Calendula officinalis* L., *Tagetes erecta* L. y *Ocimum basilicum* L. 'Genovese' para posteriormente añadirlas en el alimento de gallinas, donde encontraron una relación entre el contenido de carotenos y los valores de b* en la yema de huevo. Sin embargo, Saleh et al. (31) no encontraron diferencia en el color de la yema cuando compararon un colorante natural y otro artificial, la paprika y carmoisina, respectivamente. Lo anterior, podría ser debido a que los carotenoides presentes en estos colorantes dan colores rojos o naranjas (valor de a*). Shevshenko et al. (6) indican que la suplementación de carotenoides en el alimento de gallinas ponedoras incrementa la intensidad del color de la yema, en

especial el licopeno. Ello puede aclarar la razón por la cual la alimentación de yaca incremento los valores de b*, ya que la yaca contiene elevados contenidos de carotenoides, como licopeno y β carotenos (32).

CONCLUSIONES

La inclusión de pulpa de yaca en la alimentación de las gallinas ponedoras es una buena alternativa ya que no genera cambios en su peso corporal. Sin embargo, promueve el consumo de alimento, sin un deterioro de la conversión alimenticia, lo cual se traduce en una mayor producción de huevo, aunado a ello se obtuvieron huevos de mayor tamaño y peso. En cuanto a la calidad del huevo, el color de la yema los valores de L* y b* fueron diferentes al control, mientras que la fracturabilidad y el número de fracturas del cascarón fue similar al control.

AGRADECIMIENTOS

Ortega-González, Liliana recibió beca para estudiar un doctorado por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del gobierno de México, identificándose con el número de beca 1002987.

Tabla 4. Análisis de fractura del cascarón de huevo producido por gallinas alimentadas con yaca. / *Eggshell fracture analysis of eggs produced by hens fed with jackfruit*.

Variables	Tratamientos		
	Semanas	Control	Pulpa de yaca
Fracturabilidad (N)	0	37,32	37,32
	1	33,31	41,35
	2	38,74	35,85
	3	38,18	38,83
	4	33,32	38,13
	5	34,78	35,54
	EE	4,27	4,27
Trabajo de fractura x100 (J)	0	6,17	6,17
	1	4,78	6,23
	2	6,01	5,48
	3	5,78	6,09
	4	4,90	6,07
	5	5,51	4,73
	EE	0,40	0,40
Cantidad de fracturas	0	21,20	21,20
	1	19,50	21,50
	2	19,50	20,70
	3	20,20	20,25
	4	20,67	22,20
	5	20,40	19,20
	EE	2,02	1,98

[ab] Literales diferentes entre filas indican diferencias significativas. EE: Media del Error Estándar. [AB] Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas.

Tabla 5. Análisis del color de la yema de huevo producido por gallinas alimentadas con yaca. / *Egg yolk color analysis of eggs produced by hens fed with jackfruit*.

Variables	Semanas	Tratamientos	
		Control	Pulpa de yaca
L*	0	49,98^{cd}	49,98^{ac}
	1	50,42^{dA}	47,68^{dB}
	2	48,94^{c}	49,10^{bc}
	3	53,50^{aA}	50,30^{abB}
	4	51,83^{bA}	49,49^{bcB}
	5	52,24^{bA}	51,02^{aB}
	EE	0,38	0,38
a*	0	1,76^{a}	1,76^{a}
	1	0,27^{b}	0,38^{c}
	2	0,33^{bA}	-0,18^{dB}
	3	-0,20^{cd}	-0,18^{d}
	4	0,10^{bc}	0,08^{cd}
	5	-0,45^{d}	0,50^{b}
	EE	0,10	0,10
b*	0	24,03^{a}	24,03^{a}
	1	21,00^{bA}	19,74^{cB}
	2	20,11^{bB}	21,39^{bA}
	3	21,10^{bB}	22,32^{bA}
	4	20,40^{bB}	22,15^{bA}
	5	20,87^{b}	21,24^{b}
	EE	0,42	0,42
Hue	0	1,49^{a}	1,49^{a}
	1	0,67^{b}	1,17^{a}
	2	0,67^{bA}	-0,43^{cB}
	3	-0,68^{c}	-0,25^{c}
	4	0,31^{b}	0,47^{b}
	5	-1,54^{d}	-1,29^{d}
	EE	0,23	0,23
Croma	0	24,10^{a}	24,10^{a}
	1	21,01^{bA}	19,74^{cB}
	2	20,13^{bB}	21,40^{bA}
	3	21,11^{bB}	22,33^{bA}
	4	20,43^{bB}	22,15^{bA}
	5	20,88^{bA}	21,25^{bA}
	EE	0,42	0,42

[abcd] Literales diferentes entre filas indican diferencias significativas. [AB] Literales diferentes entre columnas indican diferencias significativas. EE: Media del Error Estándar.

REFERENCIAS

1. FAO (Food and Agriculture Organization). Agricultural production statistics 2000--2022. FAOSTAT Analytical Briefs, No. 79. Rome. 2023.https://doi.org/10.4060/cc9205en.
2. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Panorama Agroalimentario 2023. CDMX. México. 2023.
3. Xia B, Liu Y, Sun D, Liu J, Zhu Y, Lu L. Effects of green tea powder supplementation on egg production and egg quality in laying hens. Journal of Applied Animal Research. 2018; 46(1):927--931. https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1431240.
4. Rahardja DP, Hakim MR, Lestari VS. Egg production performance of old laying hen fed dietary turmeric powder. International Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2015;9(7):748-752. https://doi.org/10.5281/zenodo.1107277.
5. Neilson AP, Goodrich KM, Ferruzzi MG. Bioavailability and metabolism of bioactive compounds from foods. In Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. Academic Press. 2017.
6. Shevchenko LV, Iakubchak OM, Davydovych VA, Honchar VV, Ciorga M, Hartungn J, Kołacz R. Influence of lycopene and astaxanthin in feed on metabolic parameters of laying hens, yolk color of eggs and their content of carotenoids and vitamin A when stored under refrigerated conditions. Polish Journal of Veterinary Sciences. 2021; 24(4):525-535. https://doi.org/10.24425/pjvs.2021.139977.
7. Spada FP, Selani MM, Coelho AAD, Savino VJM, Rodella AA, Souza MC, Salgado Fischer F, Aokui Lemes DE, Canniatti-Brazaca SG. Influence of natural and synthetic carotenoids on the color of egg yolk. Scientia Agricola. 2016; 73(3):234-242. https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0337.
8. Ranasinghe RASN, Maduwanthi SDT, Marapana RAUJ. Nutritional and Health Benefits of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A Review. International Journal of Food Science. 2019. 4327183, https://doi.org/10.1155/2019/4327183.
9. Luna-Esquivel G. La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) un fruto de exportación. Agro Productividad. 2018;6(5). https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/486.
10. Herrera-Canto EE. La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), una fruta muy singular y sus usos tradicionales. Desde El Herbario CICY. 2015; 7:169--171. http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/2015.
11. Parra-Flores A. Estudio del crecimiento, preferencia alimentaria y digestibilidad de Ingredientes vegetales y animales del langostino *Macrobrachium americanum* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) [[Tesis de doctorado internet]]. (2020). Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit. México. http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/2283.
12. González FV, Zavala-Leal OI, de Jesús Ruiz-Velazco JM, Vega JMP, Hermoso JPG, Cuevas-Rodríguez BL, Díaz-Vázquez I, Polanco-Torres A. Efecto del descascarillado de semillas de jaca (*Artocarpus heterophyllus*) sobre antinutrientes, parámetros hematológicos y desempeño productivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Acta Pesquera. 2018;4, 56-67. https://revistas.cimateuan.education/openjs/index.php/aprevista/article/view/89.
13. Alvarado-Zuta, R. (2017). Efecto de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) y alfalfa (*Medicago sativa*) en El comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en fase de crecimiento y engorde. [[Tesis de Licenciatura Internet]]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12893/1269.
14. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Manual de buenas prácticas en producción de huevo para plato. 2019. https://www.gob.mx/senasica/documentos/produccion-de-huevo-para-plato?state=published.
15. Juárez-Caratachea A, Gutiérrez-Vázquez E, Segura-Correa J, Santos-Ricalde R. Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacán, México. Tropical and subtropical agroecosystems. 2010;12(1), 109-115. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93913074011.
16. King DA, Hunt MC, Barbut S, Claus JR, Cornforth DP, Joseph P, Kim YH, Lindahl G, Mancini RA, Nair MN, Merok KJ, Milkowski A, Mohan A, Pohlman F, Ramanathan R, Raines CR, Seyfert M, Sørheim O, Suman SP, Weber M. American Meat Science Association guidelines for meat color measurement. Meat and Muscle Biology; 2023. 6(4):12473, 1-81. doi:https://doi.org/10.22175/mmb.12473.
17. Mnisi CM, Mhlongo G, Manyeula F. Fruit pomaces as functional ingredients in poultry nutrition: A review. Frontiers in Animal Science. 2022; 3:883988. https://doi.org/10.3389/fanim.2022.883988.
18. Abd El-Hack ME, Salem HM, Khafaga AF, Soliman SM, El-Saadony MT. Impacts of polyphenols on laying hens' productivity and egg quality: A review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2023; 107(3):928-947. https://doi.org/10.1111/jpn.13758.
19. Aghili AH, Toghyani M, Tabeidian SA. Effect of incremental levels of apple pomace and multi enzyme on performance, immune response, gut development and blood biochemical parameters of broiler chickens. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2019; 8, 321-334. https://doi.org/10.1007/s40093-019-00305-8.
20. Mosayyeb Zadeh A, Mirghelenj SA, Shakouri Alishah H, Hasanlou P. Effects of sumac fruit powder (*Rhus coriaria* L.) supplementation on productive performance, egg quality traits and serum biochemical parameters in old laying hens. Italian Journal of Animal Science, (2021); 20(1), 1348-1356. https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1965922.
21. Morelos-Flores DA, Anzaldo-Mendiola RL, Montalvo-González E, Zamora-Gasga VM, Chacón-López MA, Santacruz-Varela A, García-Magaña ML. Characterization and antioxidant capacity of phenolic compounds of jackfruit genotypes from Nayarit, Mexico. Food Chemistry Advances. 2023; 3:100470. https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100470.
22. Sosnówka-Czajka E, Skomorucha I. Effect of supplementation with dried fruit pomace on the performance, egg quality, white blood

cells, and lymphatic organs in laying hens. Poultry Science. 2021; 100(9):101278. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101278
23. Dedousi A, Kotzamanidis C, Malousi A, Giantzi V, Sossidou E. The Influence of Dietary Supplementation with Dried Olive Pulp on Gut Microbiota, Production Performance, Egg Quality Traits, and Health of Laying Hens. Microorganisms. 2024; 12(9), 1916. https://doi.org/10.3390/microorganisms12091916.
24. Saha S, Sarker M, Haque AR, Nayeem TA, Maukeeb AR. A review on tropical fruit: jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). Asian Journal of Advances in Research. 2022;5(1):298-307. https://jasianresearch.com/index.php/AJOAIR/article/view/423.
25. Al-Harthi MA. The effect of natural and synthetic antioxidants on performance, egg quality and blood constituents of laying hens grown under high ambient temperature. Italian Journal of Animal Science. 2014;13(2):3239. https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3239.
26. Chand N, Naz S, Irfan M, Khan RU, ur Rehman Z. Effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed supplementation on egg quality and cholesterol of Rhode Island Red× Fayoumi laying hens. Korean Journal for Food Science of Animal Resources. 2018;38(3):468. https://doi.org/10.5851%2Fkosfa.2018.38.3.468.
27. Tamiru B, Alkhtib A, Tamiru M, Demeke S, Burton E, Tolemariam T, Debela L, Janssens G.P.J. Evaluation of dried papaya pomace meal in laying hen diets. Veterinary Medicine and Science. 2021; 7(5):1914-1920. https://doi.org/10.1002/vms3.516.
28. Dewi GAMK, Wirapartha M, Wiyana IK, Suartiningsih NPM. Quality of eggs from fermented dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) flour fed Isa Brown. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020; 823(1):012013). https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012013.
29. Herranz B, Romero C, Sánchez-Román I, López-Torres M, Viveros A, Arija I, Alvarez MD, de Pascual-Teresa S, Chamorro S. Enriching eggs with bioactive compounds through the inclusion of grape pomace in laying hens diet: effect on internal and external egg quality parameters. Foods. 2024:13(10):1553. https://doi.org/10.3390/foods13101553.
30. Kljak K, Carović-Stanko K, Kos I, Janječić Z, Kiš G, Duvnjak M, Safner T, Bedeković D. Plant carotenoids as pigment sources in laying hen diets: Effect on yolk color, carotenoid content, oxidative stability and sensory properties of eggs. Foods. 2021; 10(4):721. https://doi.org/10.3390/foods10040721.
31. Saleh AA, Gawish E, Mahmoud SF, Amber K, Awad W, Alzawqari MH, Shukry M, Abdel-Moneim AME. Effect of natural and chemical colorant supplementation on performance, egg-quality characteristics, yolk fatty-acid profile, and blood constituents in laying hens. Sustainability. 2021; 13(8):4503. https://doi.org/10.3390/su13084503.
32. Shyamalamma S, Vanitha PA, Priyanka S, Ramanjinigowda PH. Comparative study of carotenoids and mineral composition in five different pulp colours of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). International Journal of Science and Research. 2016;5(9):1380-1383. https://www.ijsr.net/getabstract.php?paperid=ART2016170.