

---

# ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN AVES DE POSTURA CON *TEPHROSIA PUPUREA* (L.) PERS EN EL CENTRO DE FORMACIÓN AGROINDUSTRIAL

Daniel Fernando Ardila Ferro  
Paula Alejandra Cubillos Villada  
Óscar Ricardo Cano Ramírez  
Laura Constanza Rojas Basto  
Diego Orlando Grisales

David Saavedra Mora  
*Grupo de Investigación Agroindustrial La Angostura*  
*Semillero de investigación agrícola*

*Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) - Regional Huila, Centro de Formación Agroindustrial*  
*Correspondencia autores: saavedra.deivi60@gmail.com*

**Resumen:** La industria avícola es un sector con crecimiento anual de 2% a 4%, por la facilidad económica de la obtención de la proteína animal, por ello es necesario ser más competitivos (reducir los costos o mejorar la calidad). El objetivo del presente estudio fue evaluar dietas con *Tephrosia purpurea* (L.) en gallinas ponedoras Isa Brown. Se realizó un tratamiento experimental con porcentaje progresivo de harina de *Tephrosia purpurea* (L.) en 10 gallinas y un control con alimentación normal (concentrado comercial) a otras 10 gallinas, durante ocho semanas; al finalizar se eligieron al azar 10 huevos de cada grupo de gallinas, para realizar un análisis físico. Para el análisis de la información, los resultados se sometieron a un análisis de la varianza con la prueba de Fisher  $<0,05$ , en donde se encontró diferencias significativas ( $<0,05$ ) entre ambos grupos, pues el peso en el Grupo 1 (G1) (66,16 g) aumentó 2,05% respecto al peso en el Grupo 2 (G2) (64,83 g); el grosor en la cáscara de huevo en G1 (0,69 mm) mejoró un 40,81% respecto a G2 (0,49 mm). Igualmente, la pigmentación en la yema del huevo evidenció una coloración más intensa en G1 respecto a G2, mejorando la aceptación del consumidor. En este sentido, los resultados sugieren que *Tephrosia purpurea* (L.) podría utilizarse como complemento alimenticio en la alimentación de gallinas ponedoras para mejorar los parámetros de calidad del huevo.

**Palabras claves:** gallinas Isa Brown, dieta, suplementación, calidad del huevo, pigmentación.

## ALTERNATIVE FEEDING IN LAYING BIRDS WITH *TEPHROSIA PURPUREA* (L.) PERS IN CENTRO DE FORMACIÓN AGROINDUSTRIAL

**Abstract:** The poultry industry is a sector with constant growth (2-4%) for the economic ease of obtaining animal protein, so it is necessary to be more competitive (reduce costs or improve quality). The objective of the study was to evaluate diets with *Tephrosia purpurea* (L.) in laying hens Isa Brown. An experimental treatment with progressive percentage of flour of *Tephrosia purpurea* (L.) in 10 hens and a control with normal feeding (commercial concentrate) to 10 hens was carried out, during eight weeks, at the end 10 eggs were chosen at random from each group of hens, to perform physical analysis. For the analysis of the information, the results were subjected to an analysis of the variance with the Fisher test  $<0,05$ , significant differences were found ( $<0,05$ ) between both groups, where the weight in Group 1 (G1) (66,16 g) increased 2,05% with respect to weight in Group 2 (G2) (64,83 g); thickness in the eggshell in G1 (0,69 mm) improved by 40,81% compared to G2 (0,49 mm). Also, the pigmentation in the yolk of the egg showed a more intense coloration in G1 with respect to G2, improving consumer acceptance. In this sense, the results suggest that *Tephrosia purpurea* (L.) could be used as a dietary supplement in laying hens to improve egg quality parameters.

**Keywords:** hens Isa Brown, diet, supplementation, egg quality, pigmentation.

### Introducción

La industria avícola colombiana ha tenido un crecimiento de 1,56 millones de toneladas; la del huevo se estimó en 13,828 millones de unidades, mientras que el consumo per cápita durante el mismo año fue de 32,7 kilos de carne de pollo, y el consumo registrado de huevo fue de 279 unidades; para el 2018 se estima un alza en el consumo de 15 unidades per cápita y una producción de 14,803 millones de huevos, posicionándolo como la proteína animal más consumida en el país (FENAVI, 2017).

Las aves, en especial las gallinas, son una especie monogástrica con un sistema digestivo constituido por el buche, el proventrículo y la molleja (Stevens y Hume, 2004); la molleja cumple una importante función digestiva en su interior, lo que permite que la pepsina de origen proventricular actúe sobre los alimentos (Sturkie, 1955), que se descomponen de forma mecánica y química en el sistema digestivo; así, se hace posible la absorción

y distribución uniforme de los nutrientes en el cuerpo del ave (Gao *et al.*, 2013); Por esta razón, el sector se ha especializado en elaborar alimentos balanceados que cumplan las necesidades fisiológicas. Partiendo del funcionamiento digestivo y el manejo tradicional (Sgavioli *et al.*, 2013), nace la idea de suplementar aves con especies forrajeras que disminuyan los costos de producción, con el fin de generar bienestar y dar un valor agregado al huevo (Xia *et al.*, 2018).

La producción avícola ha tenido un crecimiento exponencial desde 1961 debido a la organización gremial, los avances tecnológicos y el consumo per cápita (Díaz, 2017), y para sostener la producción; es necesario diversificar las alternativas de alimentación (Betancourt *et al.*, 2017). El presente estudio buscó evaluar la calidad del huevo de acuerdo a parámetros físicos y porcentaje de producción en aves de postura, incluyendo una suplementación con *Tephrosia purpurea* (L.); que es una

planta arbustiva de la familia de las fabáceas introducida a Colombia por Cenicafé; es originaria de Asia y contiene alcaloides, flavonoides, entre otras sustancias que promueven la buena salud, por ende es utilizada en la medicina natural para el tratamiento de diversas enfermedades (Nile *et al.*, 2014); su aceite resulta esencial en la actividad larvicida (Arriaga *et al.*, 2014), se implementa como abono verde por su capacidad simbiótica con micorrizas que fijan nitrógeno al suelo (Thilakarathna *et al.*, 2016), y en diversos estudios en la prevención de enfermedades como la nefropatía diabética (Jain *et al.*, 2014).

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en la unidad avícola del Centro de Formación Agroindustrial “La Angostura” Regional Huila (Campoalegre), en el departamento del Huila, ubicado geográficamente en las coordenadas 2°41’06.30” lat. N, -75°19’35.91” Long. W, a una altitud 612 msnm, en una zona con las siguientes condiciones climáticas: temperatura promedio de 28°C, humedad relativa promedio de 62%, precipitación promedio anual de 1300 a 1800 mm (Saavedra *et al.*, 2017); de igual forma, la zona ecológica está clasificada como de bosque seco tropical Bs-T (Holdridge, 1987).

### Diseño experimental

Se distribuyeron dos grupos de gallinas: el Grupo 1 con 10 gallinas separadas en una estructura en hierro (jaula) de 2,30 m x 1,30 m, con el plan de alimentación complementado con la harina de *Tephrosia purpurea* (L.) (agregando gradualmente *Tephrosia purpurea* [L.] a la dieta basal durante 60 días); y el Grupo 2, considerado testigo, con el plan de alimentación común basado en suplementación comercial. Todas las gallinas fueron de la línea Isa Brown, que tiene un alto índice de productividad (Pareja y Restrepo, 2015).

**Tabla 1.** Dietas para el diseño experimental

Monitoreo	Dietas (T1)
Semana 1 y 2	20 g de <i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. +80 g de concentrado (ponedora)
Semana 3 y 4	40 g de <i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. + 80 g de concentrado (ponedora)
Semana 5 y 6	60 g de <i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. + 80 g de concentrado (ponedora)
Semana 7 y 8	80 g de <i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers. + 80 g de concentrado (ponedora)

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la preparación de la alimentación a base de *Tephrosia purpurea* (L.) en forma de harina, se recolectó follaje, se lo deshidrató a 60 °C durante 8 horas y se lo molió hasta obtener la textura deseada (figura 1).



**Figura 1a.** Recolección de *Tephrosia purpurea* (L.) en el Centro de Formación Agroindustrial. **Figura 1b.** Separación y alimentación de gallinas con *Tephrosia purpurea* (L.).



**Figuras 2a y 2b.** Alimentación de aves de postura en fase III con la dieta suministrada de *Tephrosia purpurea* (L.).

### Recolección de variables

Las variables se recolectaron basándose en la correlación de cálculos geométricos de los huevos. El análisis se realizó acorde a la metodología propuesta por Casas *et al.* (2016), donde se registraron el peso (g), el grosor de cáscara (mm), el diámetro mayor/DMa (mm), y el diámetro menor/DMe (mm). Para la recolección de las variables DMA, DMe y grosor de la cáscara se empleó un pie de rey digital y una balanza de precisión de 0,001 g, para el peso de los huevos se calculó el índice de forma mediante la ecuación implementada en Shafey *et al.* (2015):

$$\text{Índice de forma} = \text{DMe}/\text{DMA} * 100$$

Las variables recolectadas DMA y DMe se utilizaron para determinar el coeficiente de volumen teórico (kv) y el coeficiente de superficie (ks), de acuerdo con la metodología establecida por Narushin (2005).

$$kv = 0,6057 - 0,0018 * (\text{DMe})$$

$$ks = 3,155 - 0,0136 * (\text{DMA}) + 0,0155 * (\text{DMe})$$

Así mismo, se determinó con cálculos el volumen teórico (Vt) y la superficie (S) mediante las ecuaciones desarrolladas por Casas *et al.* (2016), que nos permite predecir las características del huevo importantes en la industria avícola, como el grosor de la cáscara y los parámetros internos que establecen la calidad del producto:

$$Vt = Kv * (\text{DMA}) * (\text{DMe})^2$$

$$S = Ks * (\text{DMA}) * (\text{DMe})$$

### Análisis de la información

Las variables físicas del huevo se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA), con pruebas de significancia LSD de Fisher ( $p < 0.05$ ); de igual forma, se realizó una descripción general de medias. En los análisis se empleó el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

### Resultados y discusión

Se usó *Tephrosia purpurea* (L.) la cual, según la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, C.I Nataima), información basada en análisis realizados por AGROSAVIA y la Universidad del Tolima, contiene 19,55% de proteína cruda (PC), 37,54% de fibra detergente neutra (FDN), 6,6% de ceniza (Ce), 0,78% de calcio (Ca), 0,24% de fósforo (P), 33,72% de zinc (Zn) y 6,89% de cobre (Cu), que son nutrientes indispensables en el desarrollo de las gallinas.

### Análisis físico de huevos

De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio de control y calidad de alimentos del Centro de

Formación Agroindustrial, para el Grupo 2 (alimentación sin *Tephrosia*) y el Grupo 1 (alimentación con *Tephrosia*) no se encontró diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en las variables físicas de huevo, aunque se evidenció un incremento leve en las variables de DMe con valores de ( $43 \pm 0,71$  mm) respecto a ( $42,6 \pm 0,51$ ) en T1 y To; también se evidenció un incremento considerable en el peso del huevo, así como en el grosor de la cáscara, en donde se registró ( $64,83 \pm 2,14$  g) a ( $66,16 \pm 2,32$  g), y ( $0,49 \pm 0,03$  mm) a ( $0,69 \pm 0,05$  mm), respectivamente.

**Tabla 2.** Análisis físico del huevo

Variables	To	T1	p-Valor
	Media	Media	
DMe (mm)	42,6±0,51 a	43±0,71 a	0,6586
DMa (mm)	58,27±1,08 a	58,09±0,32 a	0,876
Peso (g)	64,83±2,14 a	66,16±2,32 a	0,6836
GR (mm)	0,49±0,03 a	0,69±0,05 a	0,1416

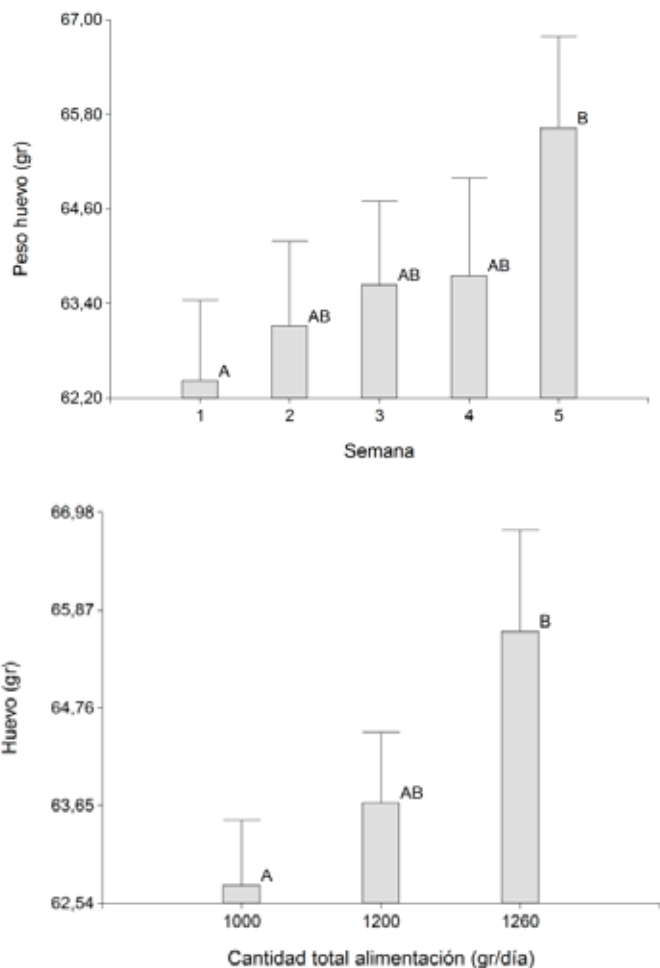
En donde DMe: Diámetro menor; DMa: Diámetro mayor; GR: Grosor de cáscara; To: Sin suplementación de *Tephrosia purpurea* (L.); T1: Alimentación con *Tephrosia purpurea* (L.).

Los resultados (tabla 2) muestran que la suplementación con *Tephrosia purpurea* (L.), a pesar de no tener diferencias, presentó un efecto positivo sobre el grosor de la cáscara del huevo con el 40,81% en T1 con 0,69 mm, respecto al testigo. Un estudio similar realizado por Selim *et al.* (2018), con suplementación con *Arthrospira (Spirulina) platensis*, registró un aumento de la cáscara con 34,71%, que posiblemente se debe a lo mencionado por Stefanello *et al.* (2013), donde las fuentes orgánicas de minerales como zinc (Zn) y cobre (Cu) aumentan el espesor de la cáscara del huevo, y por eso se evidencia un efecto directo en el desarrollo del cascarón. Sin

embargo, estudios con otras especies señalados por Cruz *et al.* (2006), con una suplementación con 70% de *Manihot esculenta Crantz*, disminuyó 11,31% del grosor de la cáscara del huevo. Lo anterior nos permite deducir que el grosor de la cáscara dependerá de la especie forrajera como dieta nutricional, la edad de las gallinas y la raza (Jacob *et al.*, 2000; Jones y Musgrove, 2005; Oliveira *et al.*, 2009; Moula *et al.*, 2009; Washburn y Marks, 1985; Monira *et al.*, 2003). Es así que la especie *Tephrosia purpurea* (L.) favorece la calidad del huevo, además de facilitar y asegurar el transporte y comercialización por la dureza de la cáscara (Ortiz y Mallo, 2009); de hecho, las exigencias de las empresas clasifican mejor aquellos huevos con mayor grosor y peso (Hunton, 2005).

Con relación al peso y la suplementación con dietas a base de forrajes, se incrementó un 2,05% en el peso del huevo del Grupo 1 respecto al Grupo 2 (tabla 2), y respecto a las semanas de monitoreo, donde pasó de 62,41 g (semana uno) a 65,63 g (semana seis), encontrando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) (figura 3a). Lo anterior puede verse afectado positivamente por la porción de alimento que se incluyó de *Tephrosia purpurea* (L.), debido a que a medida que se fue incrementando el suplemento con *Tephrosia*, fue proporcional al peso de los huevos (figura 3b), donde con una ración de 1000 g de *Tephrosia purpurea* (L.) se presentó un peso promedio de 62,4 g, y a partir de la cuarta semana, con una ración de 1260 g de *Tephrosia purpurea* (L.) se obtuvo una diferencia significativa en el peso promedio del huevo de 4,96% con 65,5 g, correspondiente a los resultados de Xia *et al.* (2018), que registró un aumento del 4,66% del peso de los huevos. De igual forma, estudios realizados por Fernández *et al.* (2008) registraron un peso del huevo de 67,23 g y un grosor de cáscara de 0,300 mm con suplementación de alimentos que contienen zinc, manganeso y selenio orgánicos, lo que nos permite deducir que hay una relación directa entre los cambios del grosor de la cáscara producidos por minerales orgánicos y el peso

del huevo. Por otra parte, en estudios realizados por González *et al.* (2014), en una revisión sobre los beneficios en otras especies como el botón de oro, se reportó que las alternativas de alimentación influyen positivamente en la digestión de los animales monogástricos, que se reflejan en la evolución del peso corporal pero también en la producción.



**Figura 3a.** Incremento de peso del huevo en las gallinas con alimentación de *Tephrosia purpurea* (L.). **Figura 3b.** Porción de alimentación con *Tephrosia purpurea* (L.) con relación al peso del huevo.

### Principales características físicas

Con las variables obtenidas se determina el volumen (V) y la superficie (S), donde, así como en el estudio realizado por Casas *et al.* (2016), no se evidenció una dife-

rencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ) de coeficiente de volumen (kv), coeficiente de superficie (ks), volumen (V) y superficie (S) entre los tratamientos; sin embargo, se observa una disminución considerable (2,51%) en el índice de forma (IF) del Grupo 1 (alimentación con *Tephrosia*) respecto al Grupo 2 (alimentación sin *Tephrosia*).

**Tabla 3.** Características físicas

Variables	To		T1		p-Valor
	Media	CV	Media	CV	
IF	75,88 a	6,58	74,02 a	3,49	0,4804
kv	0,53 a	0,39	0,53 a	0,54	0,6586
ks	2,85 a	1,01	2,86 a	0,62	0,6528
V	56,01 a	7,76	56,80 a	7,28	0,7767
S	70,81 a	5,27	71,44 a	4,67	0,7858

Donde IF: índice de forma; Kv: coeficiente para el volumen promedio; Ks: coeficiente para la superficie; V: Volumen teórico; S: Superficie.

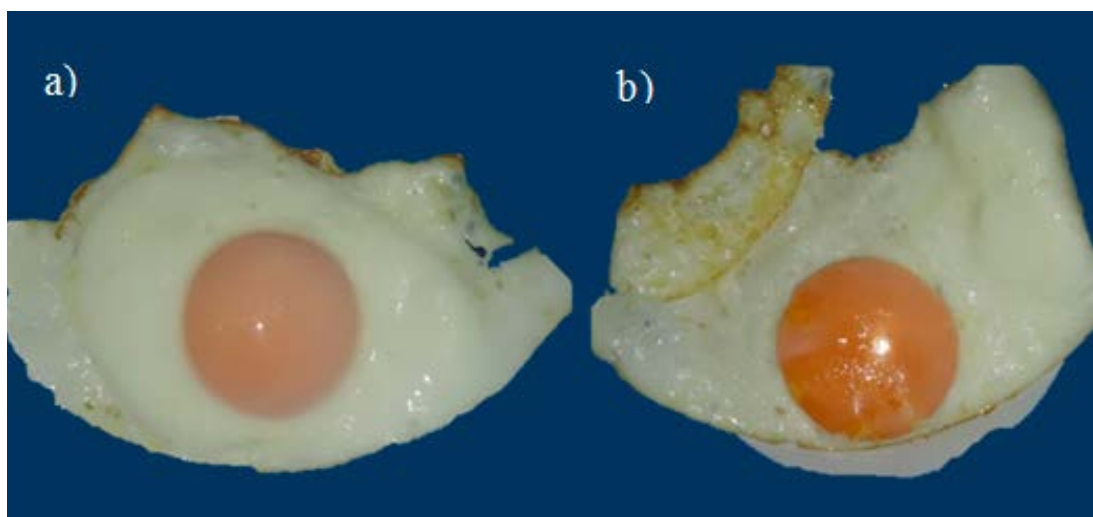
Los resultados (tabla 3) no muestran datos con diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,05$ ) con gallinas de la línea Isa Brown de 74,02 y 75,88, entre los tratamientos T1 y To respectivamente; son inferiores a estudios realizados por Gumus *et al.* (2018) con línea Lohmann Brown, índice de forma de 78,51 - 79,38 - 77,86 y 77,68 de testigo (alimentación basal), suplemento de 0,5% de zumaque (*Rhus coriaria* L.), 0,5% de cúrcuma y 0,25% de cúrcuma + 0,25% de zumaque, respectivamente. Igualmente, los resultados del estudio con dieta a base de mezcla de 0,5 mg de selenio orgánico / kg, 200 mg de luteína / kg y 200 mg vitamina E / kg, registraron datos superiores con índice de forma de 76,12 en gallinas ponedoras híbridas Tetra SL, de lo cual podemos deducir que existe una influencia en las características internas y externas del huevo por la línea genética en gallinas ponedoras. El volumen del huevo calculado en T1 (56,80) y To (56,01) es superior a datos calculados de 54,88 - 38,43 y 52,07 con gallinas Rhode Island Red,

locales y mestizas, respectivamente, hallados por Malago y Baitilwake (2009).

## Diferencias de color en los huevos

Con respecto a los resultados al freír los huevos de los dos tratamientos con alimentación de *Tephrosia purpurea* (L.) (a) y huevos sin suministro de *Tephrosia purpurea* (L.) (b), en el Complejo Agroindustria del Centro de Formación Agroindustrial, y teniendo en cuenta lo mencionado por Estrada *et al.* (2010), donde la calidad del huevo una vez sale de la gallina es alterada por los factores climáticos y meteorológicos, se observó un mayor deterioro en la consistencia del huevo del Grupo 2, causando velocidad de pérdida de firmeza con res-

pecto al Grupo 1, el cual presentó condiciones del huevo estables, evidenciando que la membrana vitelina en la muestra G1, tuvo mayor resistencia a la cocción, manteniendo color y forma volumétrica en la yema respecto a la muestra G2, que mostró rompimiento, provocando un leve derrame en la yema y pérdida de uniformidad de la clara; estas características esenciales son determinantes para la demanda en restaurantes con una alta exigencia en sus productos. Lo anterior permite deducir que los huevos de gallinas alimentadas con *Tephrosia purpurea* (L.) tienen una ventaja competitiva en el mercado *gourmet*, según los parámetros internacionales de calidad del huevo en Europa (Hernández y Hamelin, 2007).



**Figura 4a.** Huevo con alimentación de *Tephrosia purpurea* (L.). **Figura 4b.** Huevo sin suministro de *Tephrosia purpurea* (L.).

Otros estudios realizados por Mohammed *et al.* (2012), demuestran que la suplementación de especies forrajeras puede mejorar la calidad del huevo, tanto en el color y contenido de proteínas como en la cantidad de grasas.

Estudios de Hammershoj *et al.* (2010) concluyeron que la suplementación a corto plazo en gallinas con zanahorias de colores mejora el color de la yema, debido

al aumento de carotenoides (>100 veces) respecto al testigo; de igual forma, resultados de implementación con harina de *Procambarus clarkii* arrojaron 9, 12, 10, 11 grados de pigmentación con sustitución del 0%, 30%, 22,5% y 26,25%, respectivamente (Mamián, 2015), de lo cual inferimos que el mejoramiento en la pigmentación de la yema del huevo es causado por el reemplazo en la proteína de la dieta basal por la proteína del suplemento.

## Conclusión

La implementación de *Tephrosia purpurea* (L.) en la dieta de gallinas ponedoras es una alternativa viable en su alimentación debido a que proporciona una mejora en parámetros de calidad del huevo, tales como el grosor de la cáscara, el peso del huevo y la pigmentación de la yema, dado su contenido nutricional en proteína cruda (19,55%) y minerales orgánicos como calcio (0,78%), fósforo (0,24%), zinc (33,72%) y cobre (6,89%) presentes en la planta; sin embargo, es necesario realizar más estudios para determinar el porcentaje óptimo en la suplementación.

## Referencias bibliográficas

- AGROSAVIA (2018). "Análisis bromatológico de *Tephrosia purpurea*". Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/?w=corpo>
- Arriaga, A. M.; Maria da Conceicao, F.; Da Silva, M. G. R.; De Lemos, T. L.; Da Silva, F. R. L.; Tavares, L. C.; y Braz-Filho, R. (2014). "*Tephrosia purpurea*: A Source of Larvicidal Compounds Against *Aedes Aegypti*". *Chemistry of Natural Compounds*, 50(6): 1125-1127.
- Betancourt, J. A; Nuñez, L. A.; y Castaño, G. A. (2017). "Supply of *Tithonia diversifolia* silage alone or mixed with cassava bran in broilers diet". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(2).
- Casas Rodríguez, S.; Guerra Casas, L.; Ceró Rizo, Á.; y Uña Izquierdo, F. (2016). "Empleo de los diámetros del huevo para el cálculo del volumen y superficie y su correlación con otros caracteres externos e internos en tres propósitos de gallinas reproductoras". *Revista de Producción Animal*, 28(2-3): 33-38.
- Cruz, F. G. G.; Pereira Filho, M.; y Chaves, F. D. L. (2006). "Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais". *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(6): 2303-2308.
- Díaz, M. M. A. (2017). "Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: instituciones, organizaciones y tecnología". *Revista del Banco de la República*, 87(1046): 21-56.
- Estrada Pareja, M. M.; Galeano Vasco, L. F.; Herrera Torres, M. D. R.; y Restrepo Betancur, L. F. (2010). "Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(2): 183-190.
- FENAVI (2017). "Consumo per-cápita avícola" [en línea]. Disponible en: <http://fenavi.org/-estadisticas/consumo-per-capita-pollo/>
- Fernández, J. I. M.; Murakami, A. E.; Sakamoto, M. I.; Souza, L. M. G.; Malaguido, A.; y Martins, E. N. (2008). "Effects of organic mineral dietary supplementation on production performance and egg quality of white layers". *Brazilian Journal of Poultry Science*, 10(1): 59-65.
- Gao, H.; Liu, Z.; Qu, X.; y Zhao, Y. (2013). "Effects of Yerba Mate tea (*Ilex paraguariensis*) on vascular endothelial function and liver lipoprotein receptor gene expression in hyperlipidemic rats". *Fitoterapia*, 84: 264-272.
- Gumus, H.; Oguz, M. N.; Bugdayci, K. E.; y Oguz, F. K. (2018). "Effects of sumac and turmeric as feed additives on performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens". *Revista Brasileira de Zootecnia*, 47.
- Hammershoj, M.; Kidmose, U.; y Steinfeldt, S. (2010). "Deposition of carotenoids in egg yolk by short-term supplement of coloured carrot (*Daucus carota*) varieties as forage material for egg-laying



- hens". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(7): 1163-1171.
- Hernández, J. M. y Hamelin, C. (2007). "La página web del huevo amarillo: todo lo que quieres saber sobre huevos y carotenoides". *Selecciones Avícolas*, 10(9): 291-292.
- Holdridge, L. R. (1987). "Ecología basada en zonas de vida" (No. 83). *Rev. Agroamérica*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2006). *Métodos analíticos del laboratorio de suelos*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Jacob, J. P.; Miles, R. D.; y Mather, F. B. (2000). "Egg quality". Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), *University of Florida PS*, 24.
- Jain, A.; Nahata, A.; Lodhi, S.; Singhai, A. K. (2014). "Effects of *Tephrosia purpurea* and *Momordica dioica* on streptozotocin-induced diabetic nephropathy in rats". *Biomedicine y Preventive Nutrition*, 4(3): 383-389.
- Jones, D. R. y Musgrove, M. T. (2005). "Effects of extended storage on egg quality factors". *Poultry science*, 84(11): 1774-1777.
- Malago, J. J. y Baitilwake, M. A. (2009). "Egg traits, fertility, hatchability and chick survivability of Rhode Island Red, local and crossbred chickens". *Tanzania Vet. J.*, 26(1): 24-36.
- Mamián, P. e Isabel, D. (2015). "Efecto en pigmentación, calidad de huevo y rendimiento productivo, del reemplazo de la proteína de torta de soya por proteína de harina de cangrejo de río (*Procambarus clarkii*) en la dieta de gallinas semipesadas (51 a 63 semanas de edad)". Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira, 149.
- Mohammed, K. A. E. F.; Sarmiento-Franco, L.; Santos-Ricalde, R.; y Solorio-Sánchez, J. F. (2012). "The nutritional effect of Moringa oleifera fresh leaves as feed supplement on Rhode Island Red hen egg production and quality". *Tropical animal health and production*, 44(5): 1035-1040.
- Moula, N.; Antoine-Moussiaux, N.; Farnir, F.; y Leroy, P. (2009). "Comparison of egg composition and conservation ability in two Belgian local breeds and one commercial strain". *International Journal of poultry science*, 8(8): 768-774.
- Monira, K. N.; Salahuddin, M.; y Miah, G. (2003). "Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken". *International Journal of Poultry Science*, 2(4): 261-263.
- Narushin, V. G. (2005). "Egg geometry calculation using the measurements of length and breadth". *Poultry science*, 84(3): 482-484.
- Nile, S. H. y Park, S. W. (2014). "α-Glucosidase Inhibitory Activity of Pyranochromenes and Root Extracts of *Tephrosia purpurea*". *Chemistry of Natural Compounds*, 50(6): 1113-1115.
- Oliveira, G. E.; Figueiredo, T. C.; Souza, M. R.; Oliveira, A. L.; Cancado, S. V.; y Gloria, M. B. A. (2009). "Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions". *Poultry science*, 88(11): 2428-2434.
- Ortiz, Á. y Mallo, J. J. (2009). "Factores que afectan a la calidad externa del huevo".
- Pareja, M. M. E. y Betancur, L. F. R. (2015). "Caracterización de parámetros productivos para líneas genéticas de ponedoras, ubicadas en zona de trópico alto". *Revista Lasallista de Investigación*, 12(1): 46-57.
- Saavedra, D.; Machado, L.; Murcia, V.; Rodríguez, D. (2017). "Incidencia de las condiciones climáticas sobre el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en el Municipio de Campoalegre-Huila". *Rev. Agropecuaria*

y *Agroindustrial La Angostura*. 10-25.

- Selim, S.; Hussein, E.; y Abou-Elkhair, R. (2018). "Effect of *Spirulina platensis* as a feed additive on laying performance, egg quality and hepatoprotective activity of laying hens". *European Poultry Science*, 82.
- Sgavioli, S.; Filardi, R. da S.; Praes, M. F. F. M.; Domingues, C. H. de F.; Andrade, P. de C.; Pileggi, J.; Boleli, I. C.; y Junqueira, O. M. (2013). "Effect of forced-molting methods and rearing temperatures on the performance and organ biometrics of laying hens". *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15(3): 239-245.
- Shafey, T. M.; Hussein, E. S.; Mahmoud, A. H.; Abouheif, M. A.; y Al-Batshan, H. A. (2015). "Managing Collinearity in Modeling the Effect of Age in the Prediction of Egg Components of Laying Hens Using Stepwise and Ridge Regression Analysis". *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(4): 473-482.
- Stevens, C. E. y Hume, I. D. (2004). "Comparative physiology of the vertebrate digestive system". Cambridge University Press.
- Stefanello, C.; Santos, T. C.; Murakami, A. E.; Martins, E. N.; y Carneiro, T. C. (2013). "Productive performance, eggshell quality, and eggshell ultrastructure of laying hens fed diets supplemented with organic trace minerals". *Poultry science*, 93(1): 104-113.
- Sturkie (1955). "Effect of sex and age on blood pressure in the duck and pigeon". *American Journal of Physiology*, 183, 141.
- Thilakarathna, M. S.; McElroy, M. S.; Chapagain, T.; Papadopoulos, Y. A.; y Raizada, M. N. (2016). "Belowground nitrogen transfer from legumes to non-legumes under managed herbaceous cropping systems. A review". *Agronomy for sustainable development*, 36(4): 58.
- USDA (2017). "Economics, Statistics and Market Information System". [En línea]. Accesible en internet: <http://usda.mannlib.cornell.edu-/MannUsda/view-DocumentInfo.do?-docum-entID=1488>
- Washburn, K. W. y Marks, H. L. (1985). "Changes in egg composition of lines selected for divergence in yolk cholesterol concentration". *Poultry Science*, 64(2): 205-211.
- Xia, B.; Liu, Y.; Sun, D.; Liu, J.; Zhu, Y.; Lu, L. (2018). "Effects of green tea powder supplementation on egg production and egg quality in laying hens". *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 927-931.