

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Efecto de diferentes pigmentos en la productividad y calidad del huevo de  
gallinas ponedoras**

Estudiantes

Roddy Leonel Franco Loor

Doménica Valeska Gómez Calle

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, junio 2022

## **Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA ODILA TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Resumen .....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	9
Ubicación Experimental .....	9
Animales, Diseño Experimental y Tratamientos .....	9
Condiciones Experimentales.....	10
Comportamiento Productivo .....	10
Calidad Externa e Interna del Huevo .....	11
Análisis Estadísticos .....	11
Resultados y Discusión.....	12
Conclusiones .....	17
Recomendaciones.....	18
Referencias.....	19

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales con diferentes pigmentos en gallinas ponedoras Dekalb White® (21-35 semanas) .....	9
Cuadro 2 Efecto de la inclusión dietética de pigmentos (naturales y sintéticos) en la productividad de gallinas ponedoras .....	12
Cuadro 3 Efecto de la inclusión dietética de pigmentos (naturales y sintéticos) en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras.....	14

## Resumen

En la actualidad, la industria avícola presta gran importancia a productos naturales pigmentantes para lograr un color de yema aceptable para mercado. Se evaluó el efecto de pigmentos en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras. Un total de 200 gallinas ponedoras Dekalb White® de 35 semanas de edad se distribuyeron al azar durante 15 semanas con cuatro tratamientos y cinco aves por repetición. Los tratamientos dietéticos consistieron en una dieta control y la inclusión de 1% de Bixa orellana y *Murraya koenigii*, respectivamente y 0.003% de cantaxantina. Los aditivos pigmentantes incrementaron el peso del huevo ( $P < 0.05$ ) comparado a la dieta control, con mayor énfasis para el grupo con cantaxantina. Asimismo, este grupo (pigmento sintético) redujo ( $P < 0.05$ ) el consumo de alimento y todas las propuestas nutricionales disminuyeron ( $P < 0.05$ ) la conversión masal. También, el grupo con *Murraya koenigii* provocó una reducción de los huevos sucios con diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) con la dieta con cantaxantina. La intensidad de puesta no indicó diferencias notables debido al efecto de los tratamientos experimentales ( $P > 0.05$ ). Asimismo, los pigmentos incrementaron el grosor de la cáscara y la inclusión del achiote y cantaxantina pigmentó la yema del huevo, con mayor énfasis en el último grupo experimental. La inclusión de aditivos pigmentantes (principalmente cantaxantina) mejoró la eficiencia productiva y el grosor de la cáscara y la intensidad del color de yema del huevo de gallinas ponedoras.

*Palabras clave:* calidad, colorantes artificiales, gallinas ponedoras, huevo, pigmento.

## Abstract

Currently, the poultry industry attaches great importance to natural pigmenting products to achieve an acceptable yolk color for the market. The effect of pigments on the productivity and quality of the egg of laying hens was evaluated. A total of 200 35-week-old Dekalb White® laying hens were randomized for 15 weeks with four treatments and five birds per replicate. Dietary treatments consisted of a control diet and the inclusion of 1% *Bixa orellana* and *Murraya koenigii*, respectively, and 0.003% cantaxanthin. Pigment additives increased egg weight ( $P<0.05$ ) compared to the control diet, with greater emphasis for the canthaxanthin group. Likewise, this group (synthetic pigment) reduced ( $P<0.05$ ) feed intake and all nutritional proposals decreased ( $P<0.05$ ) mass conversion. Also, the *Murraya koenigii* group caused a reduction in dirty eggs with statistical differences ( $P<0.05$ ) with the canthaxanthin diet. The laying intensity did not indicate notable differences due to the effect of the experimental treatments ( $P>0.05$ ). Likewise, the pigments increased the thickness of the shell and the inclusion of annatto and canthaxanthin pigmented the egg yolk, with greater emphasis on the last experimental group. The inclusion of pigmenting additives (mainly canthaxanthin) improved the productive efficiency and the thickness of the shell and the intensity of the yolk color of the egg of laying hens.

*Key words:* artificial colorant, egg, hen, pigment, quality.

## Introducción

Durante los últimos años, el huevo de gallina ha sido considerado una de las fuentes de proteína de mayor consumo en el mundo por su alto valor nutricional. Según el MAGP (2021), la producción mundial de carne de pollo aumento de 99,25 millones de tn producidas en el 2020, alcanzando el volumen de 100,5 millones de tn en el 2021. El huevo de gallina es uno de los alimentos más completos de la pirámide alimenticia, puesto que, aporta proteínas y casi todas las vitaminas y minerales, sin embargo, carece de vitamina C. Además, es una fuente económica de proteína y de fácil adquisición. Antiguamente se creía que consumir huevo entero incrementaba el colesterol debido a la yema, no obstante, el consumo de huevo ha comprobado que no afecta los factores de riesgo cardiovasculares de individuos que estén completamente sanos y de la misma manera en aquellos que ya poseen esta cardiopatía (Dussailant et al. 2017).

Los colorantes han jugado un papel muy importante en la venta de alimentos, según estudios realizados existe una marcada preferencia por productos con mayor pigmentación en la yema para lo cual los carotenoides deben ser adicionados en la dieta de las aves y lograr tonos más intensos en los productos provenientes de ellas, en la actualidad se tiene más conocimiento de pigmentación y la cantidad que cada ave debe consumir, este negocio se ha vuelto más específico, más técnico y con mejores resultados (Rojo 2014). Además de esto, la presentación juega un papel importante en la aceptación del alimento. Los colorantes o aditivos ayudan a la conservación, aspecto atractivo, aroma y sabor de los alimentos (Sánchez Juan 2013).

Es fundamental conocer cómo mejorar la producción de una unidad avícola y mantener una baja mortalidad de los animales para así tener más ingresos, de igual manera, mejorar su producción; como se realizó en la presente investigación, incrementando la productividad y mejoramiento de la calidad del huevo para generar más ingresos. Anteriormente, el color intenso en la yema del huevo sólo se le atribuía a una alimentación a base de maíz y otros productos que tenían este pigmento, con el paso de los años esto se cambió y se empezaron a agregar carotenoides en las dietas ya que el color

depende del mercado en el que se comercializa el huevo y se mide con la escala de Roche (Rey de las Moras 2008).

Existen un sinnúmero de fuentes de caroteno, pero las más usadas en el mundo avícola son: la Cantaxantina, el Achiote y el Curry. La Cantaxantina es un colorante utilizado para la coloración de la yema de huevo como también sus propiedades de beneficio para las aves. En el caso de la Cantaxantina, no solo tiene la función de proveer color a la yema (pigmentante) sino también le confiere al huevo características antioxidantes, antimutagénica y anticancerígenas. Asimismo, la Cantaxantina es un aditivo comercial de uso en la actualidad en la industria avícola de ponedoras como pigmentante de yema (Rojas V. et al. 2015).

El Achiote (*Bixa orellana*) es un pigmento natural encontrado en la semilla de una planta arbustiva que crece de 4 a 6 metros de altura, este pigmento se debe gracias a los colorantes bixina y orellana. El colorante producido por el achiote es uno de los permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), porque además de no ser tóxico, es insípido y no altera el sabor de los alimentos. Puede además ser empleado en la alimentación animal (Arce 1983). El Curry (*Murraya koenigii*) es un árbol que llega a medir hasta los 6 metros, sus hojas son puntiagudas, generalmente es utilizado como especia en la gastronomía por su sabor.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad en la calidad del huevo de los diferentes pigmentos y evaluar la efectividad de las diferentes dietas en la productividad de las gallinas ponedoras.

## Materiales y Métodos

### Ubicación Experimental

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle del Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

### Animales, Diseño Experimental y Tratamientos

Se utilizaron un total de 200 gallinas ponedoras Dekalb White de 35 semanas de edad se distribuyeron según un diseño totalmente aleatorizado durante 15 semanas, con cuatro tratamientos, y cinco aves por repetición. Los tratamientos experimentales consistieron en la formulación de dietas con 0.74, 0.76, 0.78 y 0.80% de aporte nutricional de metionina+cistina.

### Cuadro 1

*Dietas experimentales con diferentes pigmentos en gallinas ponedoras Dekalb White® (21-35 semanas)*

Ingredientes	Dietas experimentales			
	Control	<i>Bixa orellana</i>	<i>Murraya koenigii</i>	Cantaxantina
Harina de maíz	49.606	49.606	49.606	49.606
Harina de soya	31.258	31.258	31.258	31.258
Aceite de palma africana	5.685	5.685	5.685	5.685
Enzimas exógenas	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla de minerales y vitaminas	0.35	0.35	0.35	0.35
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05
Mycifix plus 5.0	0.17	0.17	0.17	0.17
Carbonato de calcio	10.31	10.31	10.31	10.31
Biosfost	1.73	1.73	1.73	1.73
Bicarbonato de Na	0.28	0.28	0.28	0.28
Sal común	0.23	0.23	0.23	0.23
DL-metionina	0.271	0.271	0.271	0.271
L-treonina	0.01	0.01	0.01	0.01
<i>Bixa orellana</i>	0.00	1.00	0.00	0.00
<i>Murraya koenigii</i>	0.00	0.00	1.00	0.00
Canthaxanthin	0.00	0.00	0.00	0.003
<i>Aportes nutricionales</i>				
EM, kcal/kg	2800	2800	2800	2800
PC, %	17.60	17.60	17.60	17.60
Lisina, %	0.85	0.85	0.85	0.85
Metionina+cistina, %	0.74	0.74	0.74	0.74

Ingredientes	Dietas experimentales			
	Control	<i>Bixa orellana</i>	<i>Murraya koenigii</i>	Cantaxantina
Ca, %	4.12	4.12	4.12	4.12
P, %	0.48	0.48	0.48	0.48

Nota. <sup>1</sup>Premezcla de vitaminas y minerales: vitamina A, 1000 UI/kg; Vitamina D3, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K3, 2,0 mg/kg; Vitamina B1, 1,0 mg/kg; Vitamina B2, 6,0 mg/kg; Vitamina B6, 3,5 mg/kg; Vitamina B12, 18 mg/kg; Niacina, 60 mg/kg; Ácido pantoténico, 10 mg/kg; Biotina, 10 mg/kg; Ácido fólico, 0,75 mg/kg; Colina, 250 mg/kg; Hierro, 50 mg/kg; Cobre, 10 mg/kg; Zinc, 70 mg/kg; Manganeso, 70 mg/kg; Selenio, 0,30 mg/kg; Yodo, 1,0 mg/kg.

### Condiciones Experimentales

Las gallinas ponedoras se alojaron en un galpón comercial de 400 m<sup>2</sup>, en jaulas de 61 × 36 cm, con ventiladores de techo y un sistema de iluminación artificial. El agua se ofreció *ad-libitum* en dos bebederos de niple por jaula y el consumo de alimento se restringió a 100 g/día/ave en comederos lineales. Se suministraron 16 horas de luz cada día y no se utilizó atención veterinaria terapéutica durante la etapa experimental.

### Comportamiento Productivo

Para determinar la intensidad de puesta se consideró la producción total de huevos/semana/tratamiento; se asumió un huevo/día/ave alojada como 100%. Para determinar el peso del huevo, se recolectaron semanalmente 40 huevos por cada tratamiento, entre las 8:30 am y 9:30 am. Los huevos se pesaron en una balanza técnica digital balanza digital OHAUS® (Nueva Jersey, EE. UU.), con una precisión de ± 0.1 g. La mortalidad se determinó teniendo en cuenta las aves muertas entre los animales que iniciaron el experimento. El consumo de alimentos, nutrientes y energía metabolizable se determinó tres veces por semana según el método de oferta y rechazo. La conversión masal y los huevos no aptos se calcularon a partir de las fórmulas:

$$CM = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{No. de huevos} \times \text{peso del huevo}} \quad [1]$$

$$\text{Huevos no Aptos (HNA)} = \frac{\text{HNA} \times 100}{\text{Huevos aptos}}$$

## **Calidad Externa e Interna del Huevo**

En las semanas 25, 30 y 35, se recolectaron 40 huevos por cada tratamiento experimental. Todos los huevos se recolectaron al mismo tiempo y se trasladaron al laboratorio de calidad de huevo del Centro de Investigación y Enseñanza de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. La calidad del huevo se analizó el mismo día de la recolección mediante un analizador automático TSS EggQuality (York, Inglaterra) y el software Eggware v4x. La resistencia a la ruptura de la cáscara del huevo (polo medio) se midió con un analizador de resistencia QC-SPA® (York, Inglaterra).

Para el grosor de la cáscara del huevo (polo medio) se utilizó un tornillo micrómetro QC-SPA® (York, Inglaterra) con una precisión de  $\pm 0.001$  mm. Para la calidad interna del huevo, la altura del albumen se determinó mediante un analizador de altura QHC® (York, Inglaterra) con una precisión de  $\pm 0.01$  mm. Las unidades Haugh se calcularon con la fórmula  $HU = 100 * \log (H + 1.7W^{0.37} + 7.6)$ ; donde HU es la unidad Haugh, H es la altura de la albúmina y W es el peso del huevo. El color de la yema se evaluó mediante un colorímetro electrónico CCC® (York, Inglaterra), que tiene en cuenta la escala de Roche de 15 colores.

## **Análisis Estadísticos**

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple según un diseño completamente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se utilizó la décima de rangos múltiples de medias de Duncan. La viabilidad se determinó por comparación de proporciones y el color de la yema de huevo se determinó por la prueba de Kruskal-Wallis.

## Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se observa el efecto de varios aditivos en la productividad de gallinas ponedoras. Los aditivos pigmentantes incrementaron el peso del huevo ( $P \leq 0.05$ ) comparado a la dieta control, con mayor énfasis para el grupo con cantaxantina. Asimismo, este grupo (pigmento sintético) redujo ( $P \leq 0.05$ ) el consumo de alimento y todas las propuestas nutricionales disminuyeron ( $P \leq 0.05$ ) la conversión masal. También, el grupo con *Murraya koenigii* provocó una reducción de los huevos sucios con diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) con la dieta con cantaxantina. La intensidad de puesta no indicó diferencias notables debido al efecto de los tratamientos experimentales ( $P > 0.05$ ).

### Cuadro 2

*Efecto de la inclusión dietética de pigmentos (naturales y sintéticos) en la productividad de gallinas ponedoras*

Items	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	Control	<i>Bixa orellana</i>	<i>Murraya koenigii</i>	Cantaxantina		
IP (%)	83.21	84.27	84.07	83.11	1.435	0.196
PH (g)	62.96 <sup>c</sup>	64.63 <sup>b</sup>	64.52 <sup>b</sup>	66.33 <sup>a</sup>	0.287	0.019
CA(ave/día)	106.22 <sup>a</sup>	106.61 <sup>a</sup>	106.22 <sup>a</sup>	104.20 <sup>b</sup>	0.571	0.010
CM	2.04 <sup>a</sup>	1.93 <sup>b</sup>	1.92 <sup>b</sup>	1.93 <sup>b</sup>	0.034	0.045
HS (%)	2.76 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>ab</sup>	1.70 <sup>b</sup>	3.02 <sup>a</sup>	0.102	0.036

Nota. <sup>a,b</sup>Medias con letras diferentes entre tratamientos difieren a  $P \leq 0.05$ . IP: Intensidad de puesta; PH: peso del huevo; CA: consumo de alimento; CM: conversión masal; HS: huevos sucios.

Uno de los objetivos de este trabajo científico fue comprobar que el uso de dos aditivos naturales y uno sintético tenían influencia directa en algún indicador productivo en gallinas ponedoras. La cantaxantina mejoró el peso del huevo, quizás debido al incremento de la salud intestinal y por ende de la digestibilidad de los nutrientes, además, los productos naturales también tuvieron un efecto marcado en este indicador productivo, quizás una disminución de pH intestinal debido a una mejor exclusión competitiva incrementó la absorción de nutrientes relacionado con el peso del huevo, como los aminoácidos azufrados. En este sentido, Martínez (2022) encontró que mejor relación de metionina en la dieta promocionó el peso del huevo en aves ponedoras. Otros productos naturales mostraron un incremento del peso del huevo debido a la presencia de

metabolitos secundarios beneficiosos, como taninos y cumarinas. Los taninos son compuestos fenólicos solubles en agua, con pesos moleculares entre 500 y 3000, que además de dar las reacciones fenólicas usuales, tienen propiedades especiales tales como la habilidad de precipitar alcaloides, gelatina y otras proteínas (Bate-Smith 1962). Aunque los taninos son considerados como factores anti nutricionales, cuando se utilizan en pequeñas concentraciones en las dietas funcionan como eficientes bactericidas, fungicidas, antioxidantes y astringentes (Gimeno Creus 2004). Por lo tanto, estos polifenoles beneficiosos deben incluirse en pequeñas concentraciones en la alimentación de las aves.

Para el consumo de alimento se obtuvo 106.22; 106.61; 106.22 y 104.20 g para el control, *Bixa orellana*, *Murraya koenigii* y cantaxantina respectivamente (Cuadro 2), encontrándose diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre el tratamiento con inclusión de cantaxantina y el resto de los tratamientos evaluados. Otra investigación con niveles de inclusión de 0; 30 g de cantaxantina y extracto de achiote; y 60 g de cantaxantina y extracto de achiote, obtuvieron consumos de alimento de 103.9; 109.2 y 107.5 g para cada tratamiento respectivamente, encontrando diferencias significativas entre cada tratamiento (Rojas V. et al. 2015). Usando niveles de inclusión de 0, 12, 24, 36, 48 y 60 ppm de cantaxantina al 10% en dietas a base de maíz y soya, donde obtuvieron consumos de alimento de 114.31; 114.43; 111.97; 112.25; 112.50 y 113.13 g, respectivamente (Garcia et al. 2002). El consumo de *Bixa orellana* y *Murraya koenigii* no tuvieron cambios significativos en comparación a la dieta control.

Por otra parte, la variación en la conversión alimenticia fue dependiente del número de huevos producidos (51 %), seguido del consumo de alimento (31%) y peso del huevo (18%). Estos datos incluyen los efectos significativos de la producción promedio de huevos y consumo de pienso (Hurnik et al. 1976). En este sentido, a pesar de que al incluir *Bixa orellana*, *Murraya koenigii* y cantaxantina a las dietas no hubo mejoras en la respuesta de producción, sin embargo, existió un aumento significativo del peso del huevo en las tres dietas a diferencia del control, mejorando la eficiencia productiva de las gallinas ponedoras, demostrado por la menor conversión masal (Cuadro 2).

Por otro lado, el porcentaje de huevos sucios se mantuvo en el caso de *Bixa orellana*, pero existieron diferencias significativas entre el tratamiento con inclusión de *Murraya koenigii* y el tratamiento con inclusión de cantaxantina. El porcentaje de huevos sucios va de la mano con el peso del huevo, al ser un huevo más grande, en su recorrido por el canal del oviducto arrastra una mayor cantidad de heces fecales que se encuentran depositados en la cloaca, pudiendo también ocasionar pequeñas heridas sangrantes a este nivel (Ortiz-Milán et al. 2017). Cabe mencionar que la cloaca cumple con tres funciones importantes, reproducción, producción y excretora, por lo tanto, básicamente el huevo tiene contacto con varios fluidos y las mismas heces del animal.

En el Cuadro 3 se puede observar el efecto de los distintos aditivos en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras, en el cual se evidenció que hubo diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ), donde los aditivos pigmentantes que se agregaron en la dieta mostraron un incremento notable en la variable grosor de la cáscara (0.012) comparado con la dieta control, de igual manera se obtuvo un incremento en el color de la yema (0.001), donde la que presentó un mayor incremento fue la variable del pigmento sintético (cantaxantina) en comparación con las otras dietas, siendo ésta la que contiene cantidades mínimas iguales a 0.003% mientras que los pigmentos naturales contenían cantidades correspondientes a 1.00%. Asimismo, se evaluaron otras variables, siendo éstas; peso del huevo, altura del albumen, unidades Haugh y resistencia a la ruptura, donde no hubo mayor diferencia ni efecto de los tratamientos experimentales ofrecidos ( $P > 0.05$ ).

### Cuadro 3

*Efecto de la inclusión dietética de pigmentos (naturales y sintéticos) en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras.*

Items	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	Control	<i>Bixa orellana</i>	<i>Murraya koenigii</i>	Cantaxantina		
PH (g)	63.01	64.53	64.209	64.02	0.690	0.152
AA (mm)	10.95	10.66	10.90	11.09	0.154	0.265
UH	102.57	101.07	101.97	103.00	0.614	0.142
RR (kgF)	5485.83	5485.49	5583.83	5495.56	19.822	0.110
GC (mm)	0.37 <sup>b</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.004	0.012
CY	2.00 <sup>c</sup>	4.00 <sup>b</sup>	3.00 <sup>bc</sup>	10.00 <sup>a</sup>	0.004	0.001

*Nota.* <sup>a,b</sup>Medias con letras diferentes entre tratamientos difieren a  $P < 0.05$ . PH: peso del huevo; AA: altura del albumen; UH: unidad Haugh; RR: resistencia a la ruptura de la cáscara; GC: grosor de la cáscara; CY: color de la yema.

La siguiente investigación tuvo como objetivo comprobar la influencia que tuvo en la calidad externa e interna del huevo la inclusión de dos aditivos naturales y uno sintético. El grosor de la cáscara mejoró ligeramente con los tres pigmentos ofrecidos, esto se ve influenciado por varios factores, uno de ellos es que la calidad de formación de la cáscara del huevo depende del calcio administrado en la dieta y de este depende el 94-98% del peso total del huevo (Bedoya Salazar y Valencia González 2020), es por lo tanto por lo que va de la mano del aporte nutricional que tengan las dietas ofrecidas y para que la cáscara sea de buena calidad debe tener mínimo entre 2.0-2.2 gr (Chang 2020), por lo cual se puede asegurar que las gallinas usadas en este experimento produjeron huevos con cáscara de buena calidad, ya que la cantidad de calcio recibida en la dieta fue de 10.31 gr.

Además de esto, Chang (2020) aseguró que la adición de las vitaminas C y E en una dieta mejora el grosor de la cáscara en reproductoras, lo cual se puede relacionar con el contenido de vitaminas que tienen los pigmentos agregados a la dieta como en el caso de curry (*Murrya koenigii*), donde un análisis realizado a las hojas mostró que estas contenían diferentes vitaminas entre ellas C y E (Uraku y Nwankwo 2015), por el otro lado, Castope Huamán (2014) aseguró que en la hoja de achiote (*Bixa orellana*) se encuentran diferentes vitaminas entre ellas vitamina C y E. En el caso del pigmento sintético usado conocido como Cantaxantina, este ayuda a mejorar la asimilación de vitamina E de la dieta (Candelo y Ávila Gonzalez 2014).

Sin embargo, para obtener una producción efectiva de la cáscara del huevo sin fisuras y reducir la cantidad de huevos frágiles, la alimentación que se ofrezca a las gallinas debe contener los nutrientes adecuados, ya que, la carencia de algunos de estos como fósforo, calcio y vitaminas provocará los daños previamente mencionados, incluso existen estudios que aseguran que las gallinas ponedoras son susceptibles a cualquier cambiado en su dieta (De Oliveira Fernandes et al. 2021) . En adición, se recomienda ofrecer calcio a las gallinas en partículas muy pequeñas y dar un extra antes apagar las luces (Ortiz y Mallo [consultado 2022]).

Otro punto que se evaluó en la investigación y en el cual se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas fue en el color de la yema de huevo, principalmente en el pigmento sintético (cantaxantina) y en el pigmento natural (*Bixa orellana*). En el caso del pigmento natural *Bixa orellana* comúnmente conocido con el nombre de achiote, se recomienda incluir en la dieta de aves para mejorar la pigmentación de la de yema de huevo (Rojas V. et al. 2015), lo cual fue demostrado en el presente estudio, además de esto existen estudios que aseguran que al incluir 2% de achiote a la dieta se obtendrá una yema de color naranja fuerte la cual presenta mayor aceptación para ciertos consumidores (Da Silva et al. 2000) y no causará ningún efecto negativo en la salud de las gallinas.

Para el caso del pigmento sintético (cantaxantina), se demostró un mejor resultado al agregar una dosis mínima en la dieta; ya que una de las principales funciones de este carotenoide es ofrecer yemas con buena pigmentación (Cisneros 2014). Además, este pigmento brinda beneficios antioxidantes y anticancerígenos, que son de gran aporte para la salud de los consumidores que adquieran el producto (Rojas V. et al. 2015).

## **Conclusiones**

La inclusión de aditivos pigmentantes (principalmente cantaxantina) mejoró la eficiencia productiva de gallinas ponedoras.

Los pigmentos en las dietas incrementaron el grosor de la cáscara y la intensidad del color (achiote y cantaxantina) de la yema de huevo de gallinas ponedoras.

## **Recomendaciones**

Utilizar pigmentos naturales en las dietas de gallinas para mejorar la intensidad del color de la yema del huevo, como el achiote.

Repetir el experimento con otros pigmentos naturales para determinar la productividad y la calidad interna del huevo de gallinas ponedoras

Determinar un análisis económico para dilucidar el efecto de la inclusión de pigmentos naturales y sintéticos en el color de la yema.

## Referencias

- Arce J. 1983. Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); [consultado el 3 de ago. de 2022]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/475>.
- Bate-Smith EC. 1962. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance. I. Dicotyledons. *Journal of the Linnean Society of London, Botany*. 58(371):95–173. doi:10.1111/j.1095-8339.1962.tb00890.x.
- Bedoya Salazar A, Valencia González MP. 2020. Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática. *Revista Colombiana de Ciencia Animal (RECIA)*. 12(2):e776. es. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/e776>. doi:10.24188/recia.v12.n2.2020.776.
- Candelo T, Ávila Gonzalez E. 2014. Efecto de la cantaxantina en la progenie de gallinas reproductoras semipesadas Isa Brown. México: [sin editorial]; [consultado el 3 de ago. de 2022]. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-cantaxantina-progenie-gallinas-t30904.htm>.
- Castope Huamán M. 2014. Efecto del reemplazo de la vitamina e por un antioxidante natural (Annato extract) sobre los parámetros productivos de pollo de engorde. Perú: [sin editorial]; [consultado el 3 de ago. de 2022]. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12672/4512>.
- Chang A. 2020. La importancia de la nutrición para la calidad de la cáscara de huevo en reproductoras de pollos de engorde. [sin lugar]: Aviagen; [consultado el 3 de ago. de 2022]. [https://en.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossNote-EggShellQuality-2020-ES.pdf](https://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossNote-EggShellQuality-2020-ES.pdf).
- Cisneros F. 2014. Cantaxantina: sostenibilidad, rentabilidad y mejor calidad del huevo: Este carotenoide puede además impactar positivamente la salud humana y mejorar el atractivo de los alimentos con huevo. [sin lugar]: Industria avícola; [consultado el 3 de ago. de 2022]. <https://www.industriaavicola.net/uncategorized/cantaxantina-sostenibilidad-rentabilidad-y-mejor-calidad-del-huevo/>.
- Da Silva JHV, Albino LFT, Godói MJdS. 2000. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 29(5):1435–1439. doi:10.1590/s1516-35982000000500022.
- De Oliveira Fernandes M, Bonilla C, Olvera García M, Villar G, Casarín A. 2021. Factores que afectan la calidad de la cáscara del huevo para consumo humano. BM Editores; [consultado el 3 de ago. de 2022]. <https://bmeditores.mx/avicultura/factores-que-afectan-la-calidad-de-la-cascara-del-huevo-para-consumo-humano/>.
- Dussailant C, Echeverría G, Rozowski J, Velasco N, Arteaga A, Rigotti A. 2017. Consumo de huevo y enfermedad cardiovascular: una revisión de la literatura científica. *Nutrición Hospitalaria*; [consultado el 20 de jun. de 2022]. 34(3):710–718. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112017000300710](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112017000300710).
- Garcia EA, Mendes AA, Pizzolante CC, Gonçalves HC, Oliveira RP, Silva MA. 2002. Efeito dos Níveis de Cantaxantina na Dieta Sobre o Desempenho e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Comerciais. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 4(1). doi:10.1590/S1516-635X2002000100007.

- Gimeno Creus E. 2004. Compuestos fenólicos: Un análisis de sus beneficios para la salud. *Ámbito farmacéutico*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 23(6). [https://www.academia.edu/8747409/%C3%81MBITO\\_FARMAC%C3%89UTICO?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover\\_page](https://www.academia.edu/8747409/%C3%81MBITO_FARMAC%C3%89UTICO?bulkDownload=thisPaper-topRelated-sameAuthor-citingThis-citedByThis-secondOrderCitations&from=cover_page).
- Hurnik J, Walker J, Szkotnicki W, Summers J. 1976. Production Traits Influencing the Individual Feed Conversion Ratio. *Poultry Science*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 56(3):912–917. [https://www.researchgate.net/publication/270068817\\_Production\\_Traits\\_Influencing\\_the\\_Individual\\_Feed\\_Conversion\\_Ratio](https://www.researchgate.net/publication/270068817_Production_Traits_Influencing_the_Individual_Feed_Conversion_Ratio).
- Industria avícola. 2014. El mercado de los pigmentos en la producción avícola. Entrevista con Rojo VM. [sin lugar]. 2014.
- [MAGP] Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2021. Anuario Avícola 2021. *Anuario Avícola*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 26(84):1–24. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/boletines/\\_archivos/000001\\_Anuario%20Avicola%202021.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/boletines/_archivos/000001_Anuario%20Avicola%202021.pdf).
- Martínez Y. 2022. Inclusión de pigmentos en la dieta de gallinas ponedoras [Comunicado personal]. [sin lugar]: [sin editorial]. 2 de jul. de 2022; [actualizado el 2 de jul. de 2022; consultado el 4 de ago. de 2022].
- Ortiz Á, Mallo JJ. [consultado el 3 de ago. de 2022]. Factores que afectan a la calidad externa del huevo. España: Norel. [https://norel.net/en/system/files/factores\\_que\\_afectan\\_a\\_la\\_calidad\\_del\\_huevo.pdf](https://norel.net/en/system/files/factores_que_afectan_a_la_calidad_del_huevo.pdf).
- Ortiz-Milán A, Gómez-Sarabia S, Jay-Herrera O, Brea-Maura O. 2017. Inclusión del yogurt artesanal de leche de búfala en el pienso de gallinas ponedoras Isa Brown y su efecto en la producción y calidad del huevo. *Ciencia y Agricultura*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 14(1):85–93. doi:10.19053/01228420.v14.n1.2017.6091.
- Rey de las Moras MC. 2008. Alteraciones de la cáscara, clara y yema de huevo. *Ganadería*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 56–57. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Ganad/Ganad\\_2008\\_52\\_56\\_57.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Ganad/Ganad_2008_52_56_57.pdf).
- Rojas V. V, Callacna C. M, Arnaiz P. V. 2015. Use of an additive canthaxanthin based and annatto extract in diets of laying hens and its effect on the color of the yolk and the egg shelf life. *Scientia Agropecuaria*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 6(3):191–199. doi:10.17268/sci.agropecu.2015.03.05.
- Sánchez Juan R. 2013. La química del color en los alimentos. *Química Viva*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 12(3):234–246. Español. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86329278005>.
- Uraku A, Nwankwo V. 2015. Phytochemical and Nutritional Composition Analysis of *Murraya koenigii* Linn Leaves. *British Journal of Pharmaceutical Research (BJPR)*; [consultado el 3 de ago. de 2022]. 6(3):174–180. doi:10.9734/BJPR/2015/15595.