



Uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo

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

Víctor Rojas V.^{1,*}; Miguel Callacna C.¹; Valentino Arnaiz P.²

¹ Instituto Regional de Investigación Agraria. Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n, Trujillo, Perú.

² Montana S.A. Av. Los Rosales 280, Lima 43, Perú.

Recibido 19 mayo 2015. Aceptado 10 agosto 2015.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote (*Bixa orellana* L.) en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo. Se utilizaron 864 gallinas postura de 34 a 45 semanas de edad, distribuidas en un diseño completamente al azar con 6 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron T0 (dieta control), T1 (T0 + 30 g de cantaxantina y extracto de achiote) y T2 (T0 + 60 g de cantaxantina y extracto de achiote). Los resultados obtenidos fueron de 88,6; 91,9 y 90,8 % para porcentaje de postura; 60,5; 61,6 y 61,5 g para peso de huevo; 53,6; 56,4 y 55,7 g para masa de huevo. La coloración de yema a temperatura de 7 °C para escala roche fue de 6, 9 y 12 por colorimétrico Minolta para "L" 42,10; 40,24 y 39,65; para "a" de 0,07; 3,68 y 6,44 y para "b" de 19,35; 18,36 y 18,18. La vida de anaquel a temperatura de 7 °C fue de 81, 86 y 90 UH. La peroxidación lipídica fue de 0,10; 0,07 y 0,05 $\mu\text{mol MDA}\cdot\text{g}^{-1}$ de yema; para T0, T1 y T2 respectivamente. En todas las variables indicadas se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). El consumo de alimento fue de 103,9; 109,2 y 107,5 g y la conversión alimenticia de 1,94; 1,93 y 1,92. Se concluye que la adición de cantaxantina y extracto de achiote a 30 y 60 g t^{-1} de alimento respecto al testigo, mejoró los parámetros de rendimiento, coloración de yema y la vida de anaquel del huevo.

Palabras clave: Cantaxantina, extracto de achiote, vida de anaquel, unidades Haugh, coloración de yema, peroxidación lipídica.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the use of an additive canthaxanthin based and annatto extract (*Bixa orellana* L.) in diets of laying hens and its effect on the color of the yolk and the egg shelf life. Position 864 hens 34 to 45 weeks old, distributed in a completely randomized design with six replicates per treatment were used. Treatments were T0 (control diet), T1 (T0 + 30 g of canthaxanthin and annatto extract) and T2 (T0 + 60 g of canthaxanthin and annatto extract). The results were 88.6; 91.9 and 90.8% for laying percentage; 60.5; 61.6 and 61.5 g for egg weight; 53.6; 56.4 and 55.7 g for egg mass. The yolk color temperature 7 °C for Roche scale was 6, 9 and 12 and colorimetric Minolta was "L" of 42.10; 40.24 and 39.65; for "a" of 0.07; 3.68 and 6.44 and for "b" of 19.35; 18.36 and 18.18. Shelf life at room temperature 7 °C was 81, 86 and 90 UH. Lipid peroxidation was 0.10; 0.07 and 0.05 $\mu\text{mol MDA}\cdot\text{g}^{-1}$ yolk; for T0, T1 and T2 respectively. In all variables indicated statistically significant differences between treatments ($p < 0.05$). Food consumption was 103.9; 109.2 and 107.5 g and feed conversion of 1.94; 1.93 and 1.92. It is concluded that the addition of canthaxanthin and annatto extract to 30 and 60 g t^{-1} feed than the control, improved performance parameters, yolk color and egg shelf life.

Keywords: Canthaxanthin, annatto extract, shelf life, Haugh units, yolk color, lipid peroxidation.

* Autor para correspondencia
E-mail: vicroj.jr@gmail.com (V. Rojas).

1. Introducción

La Amazonía peruana, representa un gran potencial de recursos fitogenéticos, dentro de los cuales existe una amplia diversidad de especies, una de ellas es *Bixa orellana* L., conocida comúnmente como “Achiote”, planta domesticada y cultivada desde tiempos prehispánicos; además de ofrecer múltiples usos en la medicina tradicional, de sus semillas se extrae los pigmentos bixina y norbixina (carotenoides), fitoeno y carotenos de gran utilidad en la industria de los alimentos; contienen además saponinas, compuestos fenólicos, aceites fijos, terpenoides, tocotrienoles y flavonoides, incluyendo luteolina y apigenina (Shilpi *et al.*, 2006).

El 97 a 98% de semillas bruta de achiote no se utiliza después del proceso industrial, convirtiéndose en un residuo que contamina el ambiente. El análisis de la composición química de este residuo, ha mostrado que tiene el potencial de ser utilizado en las raciones de aves de corral y cerdos. Por otra parte, la presencia de dichos residuos puede facilitar su uso en raciones de gallina ponedora como agente pigmentante en yema de huevos (Braz *et al.*, 2007).

El primer producto conteniendo Tocotrienoles, y al mismo tiempo libre de Tocoferoles fue derivado de los granos del achiote en el año 2005. El aspecto “libre de tocoferol” del Tocotrienol del Achiote es importante, ya que el alfa tocoferol interfiere con los beneficios que brindan los tocotrienoles (Tan, 2012).

La eficiencia del antioxidante contenido en el tocotrienol ha sido reportada como la habilidad de los complejos de inhibir la peroxidación de lípidos, producir especies reactivas al oxígeno y la expresión de proteínas de choque térmico. El delta tocotrienol tiene el mayor contenido de propiedades antioxidantes entre los tocotrienoles Isómeros, lo cual se debe a la metilación del anillo cromano que permite a la molécula incorporarse más fácilmente a la membrana celular. En análisis ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) de

lípidos, los tocotrienoles delta y gama tienen el valor más alto de antioxidantes entre todas las vitaminas E isómeras en una potencia de alfa tocoferol de 5.5x y 3x respectivamente (Tan, 2012).

La mayoría de los estudios sobre la inclusión de achiote en alimentos para animales se basa en la utilización de su subproducto y extractos de aceites que se obtienen a partir de semillas. En las aves, la investigación se ha centrado esencialmente en la determinación de los niveles óptimos de inclusión achiote subproducto de semilla en la alimentación para mantener la productividad y para mejorar la pigmentación de la yema de huevo, piel de pollo y de color de la carne (García *et al.*, 2010).

La cantaxantina es un potente limpiador de radicales y más potente antioxidante soluble en lípidos de la naturaleza. Las funciones biológicas de cantaxantina se relacionan, al menos en parte, a su capacidad de funcionar como un antioxidante en los tejidos animales (Ball, 2008). García *et al.* (2002) obtuvieron mejor coloración de yema con la adición de 60 ppm de cantaxantina, alcanzando una meseta de 14,3 de color de Roche escala de color a 5,43 días para la inclusión de pigmentante. Silva *et al.* (2006) sustituyeron 40% de maíz de la ración por el sorgo suplementadas con 0, 4, 8 y 12% de residuo de semilla de achiote (RSU). Con la inclusión de 12% del RSU aumentó la producción de huevo y conversión alimenticia mejorada en comparación con la alimentación de 4 y 8% de inclusión. El color de la yema de los huevos se incrementó linealmente con la adición de la alimentación con RSU. Harder *et al.* (2007) observaron que la utilización de 1,5 a 2,0% de achiote en dietas de gallinas ponedoras es favorable para realizar el color de las yemas de huevo. Harder *et al.* (2008) observaron que la adición de achiote en la dieta de gallinas ponedoras, no afectó la mayor parte de los parámetros de calidad física de los huevos, solo las unidades Haugh y el índice de yema

presentaron diferencia significativa ($p \leq 0,05$). Cúrvulo *et al.* (2009) observaron que hubo efecto significativo ($p < 0,01$) de los tratamientos sobre la coloración de yema, donde solamente el nivel de inclusión de 200 g de extracto de achiote en 100 kg de dieta proporciono mejor coloración (8,39) en comparación con los otros tratamientos. Los métodos de análisis, más usados son: el abanico colorimétrico de Roche para yemas de huevo, es fácil de usar, efectivo y económico; además de proveer un idioma universal para hablar de color, este instrumento se usa también para medir la pigmentación del tarso; el colorímetro de minolta para yemas de huevo y pollos de engorde, se basa en la expresión de los grados de colores en una esfera que va del blanco al negro en los polos y gira entre verde, amarillo, azul y rojo en el ecuador, es una medición objetiva que permite hacer una evaluación instantánea y computarizada del color exacto de la superficie en estudio (Cisneros, 2013).

Tanto la cantaxantina y tocotrienoles tiene la categoría de ser antitóxico y antioxidante para las aves y humanos; el Tocotrienol (vitamina E) confiere al huevo características importantes frente a la acción degenerativa de los radicales libres y la previene de la oxidación celular (antioxidante) y 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, así mismo la cantaxantina es un aditivo comercial de uso en la actualidad en la gran mayoría de la industria avícola de ponedoras como pigmentante de yema, pero este aditivo se podría potencializar su beneficios con el uso sinérgico de una fuente antioxidante natural para mejorar no solo los patrones físicos sino también de manera intrínseca dándole un mayor tiempo de vida anaquel en función al tiempo que transcurren en su almacenamiento.

Los productos de huevo de vida de anaquel extendida (VAE) continúan creciendo en

popularidad, por lo tanto es posible optimizar la producción diaria y proporcionar productos al cliente de larga duración, ya que estos prefieren un producto que sea de buena calidad, capaz de durar más tiempo, a un precio razonable y que cumpla con las reglamentaciones alimentarias (Colavitti y Ernst, 2011).

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue Evaluar el uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote (*Bixa orellana* L.) en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo.

2. Materiales y métodos

864 gallinas de postura comercial, línea genética Hy line Brown de 34 a 45 semanas de edad. Fueron distribuidas aleatoriamente en tres tratamientos con 6 repeticiones, con una densidad de 6 gallinas/jaula, utilizando el diseño completamente al azar. Las dietas de los tratamientos estuvieron constituidas por maíz grano, torta de soya, pasta integral de soya, polvillo de arroz, afrecho de trigo, arrocillo, calcio, fosforico, sal, bicarbonato de sodio, cloruro de colina, metionina, lisina, secuestrante, premezcla (Minerales + Vitaminas), Cyromazina, Fitasa granulada 5000, Complejo enzimático (B-galactosidasa, galactomananasa, xilanasa y B-glucanasa), con un valor nutritivo de proteína bruta (%) de 16,0; energía metabolizable (kcal/kg) de 2855,8; fosforo disponible (%) de 0,38; calcio (%) de 4,36; metionina + cisteína total (%) de 0,70; metionina total (%) de 0,40 y lisina total (%) 0,84.

Los parámetros evaluados fueron porcentaje de postura, peso promedio de huevo, masa de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso corporal de las aves, mortalidad, la determinación de la coloración de yema de huevo se realizó utilizando un abanico colorimétrico de yema de huevo constituida por una escala de colores preestablecidos del 1 al 15; también se utilizó un colorimétrico minolta modelo

CR 400 previamente calibrado en superficie blanca de acuerdo con los patrones de medición, evaluándose 3 valores de cromo: “L”, “a” y “b”; el valor de L proporciona el brillo, que van desde el blanco (L = 100) a negro (L = 0), el valor de “a” caracteriza a la tinción en la región del rojo (+ a) a verde (-a) y el valor de “b” indica tinción en el rango desde el amarillo (+ b) a azul (-b). La coloración de la yema de huevo fue determinada a temperatura ambiente (TA=22 °C) y refrigerada (TR=7 °C), realizándose lecturas semanales los días 1, 8, 15, 22, 29, 36.

Para la determinación de la vida de anaquel del huevo se utilizó un micrómetro de unidades Haugh, para determinar la calidad interna del huevo, a través de la relación entre el peso de los huevos a la altura del albumen, a temperatura ambiente (TA = 22 °C) y refrigerada (TR = 7 °C), realizándose lecturas semanales los días 1, 8, 15, 22, 29, 36. Las unidades Haugh fueron determinadas utilizando la fórmula: $UH = 100 * \log (h - 1,7 * p^{0,37} + 7,57)$ establecida por Haugh (1937).

La peroxidación lipídica (yema de huevo) fue determinada a través de un análisis de laboratorio mediante el cual se midió la formación del complejo MDA-TBARS (malondialdehído-ácido tiobarbitúrico) a una semana de colectado los huevo. También se evaluó la eficiencia económica del uso de aditivos en dietas de gallinas de postura comercial.

Se utilizó el software Microsoft office Excel 2010 y el programa estadístico SPSS versión 15 para Windows. Las diferencias significativas de los tratamientos fueron determinados mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

3. Resultados y discusión

Producción y anomalías de huevo

La producción de huevo obtenida para el T0 (dieta control) fue de 88,6%; para el T1 (T0 + 30 g de cantaxantina y extracto de achiote) de 91,9% y para el T2 (T0 + 60 g de cantaxantina y extracto de achiote) de 90,8 %; existiendo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 1), Dichos resultados son superiores a los reportados por Laganá *et al.* (2011) quienes obtuvieron 68,16; 70,00; 71,83 y 74,83% de rendimiento, utilizando dietas a base de 50% de maíz y 50% de sorgo bajo en taninos, 2% semilla de achiote; 2% de raíz de cúrcuma y 1% semilla de achiote + 1% de raíz de cúrcuma respectivamente, en el segundo ciclo de postura. También, fueron superiores a lo reportado por García *et al.* (2010) cuando incluyeron 1,0; 1,5; 2,0 y 2,5% de semilla de achiote en dietas a base de maíz y sorgo, obteniendo 91,44; 90,21; 91,28 y 91,17% de rendimiento respectivamente; sin embargo, dichos autores obtuvieron 92,0% de rendimiento cuando incluyeron 0,5% de semilla de achiote. Cúrculo *et al.* (2009) obtuvieron rendimientos inferiores a 79,61% con dietas a base de maíz y torta de soya con niveles de achiote de 0,10 y 0,20%.

Rendimientos inferiores al 81,12% fueron obtenidos por Braz *et al.* (2007) y Costa *et al.* (2006) utilizando niveles de achiotes que variaron del 0 al 2% en dietas a base de sorgo. Niveles de achiote de 0 a 12% en dietas a base de sorgo han sido reportados por Queiroz *et al.* (2006) y Silva *et al.* (2006) obteniendo rendimientos inferiores al 90%.

Tabla 1

Porcentaje de postura, huevos venta y huevos anómalos

Dieta	Postura huevo (%)	Huevo venta (%)	Huevo sucio (%)	Huevo grande (%)	Huevo chico (%)	Huevo rajado (%)	Huevo blanco (%)
T0	88,6 ^c ± 2,2	88,2 ^c ± 2,3	0,08 ^b ± 0,1	0,07 ^b ± 0,1	0,04 ^b ± 0,1	0,03 ± 0,1	0,16 ^a ± 0,2
T1	91,9 ^a ± 1,6	91,4 ^a ± 1,8	0,17 ^{ab} ± 0,2	0,10 ^b ± 0,1	0,09 ^{ab} ± 0,1	0,03 ± 0,1	0,11 ^{ab} ± 0,1
T2	90,8 ^b ± 1,3	90,0 ^b ± 1,7	0,26 ^a ± 0,2	0,20 ^a ± 0,2	0,15 ^a ± 0,2	0,07 ± 0,1	0,07 ^b ± 0,1

Es necesario precisar que la producción total de huevo incluye a los huevos para venta, sucios, grandes, chicos, rajados, rotos, blancos y blandos, los huevos para venta son los huevos limpios con un peso promedio de 60 g observándose que el T1 supera significativamente ($p < 0,05$) al T0 y T2. Entre las anomalías encontradas para el T2 se obtuvo 0,26% y 0,15% de huevos sucios y huevos chicos respectivamente. Para el T0 se obtuvo 0,16% de huevo blanco. En todas las anomalías hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre T2 y T0. Para el T2 se obtuvo el 0,20% para huevos grandes obteniéndose diferencia significativa ($p < 0,05$) con respecto al T0 y T1. Para el T2 se obtuvo 0,07% de huevo rajado, no existiendo diferencias significativa ($p < 0,05$) con respecto a T0 y T1. Tanto huevo blando como huevo roto no fueron afectados por ninguno de los tratamientos.

Peso de huevo

Para el peso de huevo se obtuvo 60,5; 61,6 y 61,5 g para T0, T1 y T2 respectivamente (Tabla 2), encontrándose diferencias significativas entre tratamientos. Dichos resultados son superiores a los reportados por Harder *et al.* (2008) quienes utilizando niveles de 0,50; 1,00; 1,50 y 2,00% de semilla de achiote en dietas a base de sorgo obtuvieron pesos de huevos $59,61 \pm 4,5$; $59,12 \pm 3,4$; $59,55 \pm 4,6$; $59,53 \pm 3,7$ y $59,25 \pm 4,2$ g, respectivamente. También fueron superiores a los reportados por García *et al.* (2010) cuyos pesos de huevo variaron de 59,03 a 62,39 g y a los resultados de Queiroz *et al.* (2006) que variaron de $59,12 \pm 3,4$ a $59,61 \pm 4,5$. Resultados superiores a la presente investigación han sido reportados por Laganá *et al.* (2011), Cúvelo *et al.* (2009), Braz *et al.* (2007), Costa *et al.* (2006) y Silva *et al.* (2006) quienes obtuvieron pesos de huevos que variaron de 69,83 a 70,89; 62,0 a 69,59; 65,77 a 67,80; 66,00 a 69,00 y de 63,00 a 66,36 respectivamente.

Masa de huevo

Para la masa de huevo (Tabla 2) se obtuvo 53,6; 56,4 y 55,7 g para el T0, T1 y T2

respectivamente, encontrándose diferencias significativas entre tratamientos. Dichos resultados son superiores a los reportados por Laganá *et al.* (2011) quienes obtuvieron 49,22; 50,29; 50,40 y 52,81 g de masa de huevo. Así también, fueron superiores a lo reportado por García *et al.* (2010) cuando incluyeron 0,5; 1,5; 2,0 y 2,5% de semilla de achiote, obteniendo 55,10; 53,32; 54,18 y 56,39 g de masa de huevo respectivamente; sin embargo, dichos autores obtuvieron 57,06 g. de masa de huevo cuando incluyeron 1,0% de semilla de achiote. Braz *et al.* (2007) y Costa *et al.* (2006) reportaron masa de huevo inferior a 55,94 g. utilizando niveles de achiotes que variaron del 0 al 2% en dietas a base de sorgo. Niveles de achiote de 0 a 12% en dietas a base de sorgo ha sido reportados por Silva *et al.* (2006) obteniendo masa de huevo inferior a 56,76 g.

Consumo de alimento

Para el consumo de alimento se obtuvo 103,9; 109,2 y 107,5 g para el T0, T1 y T2 respectivamente (Tabla 2), encontrándose diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Queiroz *et al.* (2006) obtuvieron consumos de 95,12 a 105,95 g, Braz *et al.* (2007) de 98,67 a 105,58 g, Laganá *et al.* (2011) de 122,63 a 127,71 g, García *et al.* (2010) de 113,94 a 118,58 g, Cúvelo *et al.* (2009) de 115,20 a 119,15 g, García *et al.* (2009) de 113,94 a 120,24 g, Silva *et al.* (2006) de 107,98 a 111,24 g.

García *et al.* (2002) usando niveles de inclusión de 0, 12, 24, 36, 48 e 60 ppm de cantaxantina 10% en dietas a base de maíz y soya, obtuvieron consumos de alimento de 114,31; 114,43; 111,97; 112,25; 112,50 y 113,13 g, respectivamente. Silva *et al.* (2000) utilizaron una dieta control a base de maíz y niveles de 0,00; 0,10; 0,15; 0,30; 0,45 y 0,60% de extracto de achiote en dietas a base de sorgo, obteniendo consumos de alimento de 115,80; 114,00; 113,60; 115,80; 114,60; 113,30 y 114,00 g. respectivamente.

Conversión alimenticia

Para la conversión alimenticia se obtuvo 1,94; 1,93 y 1,92 kg alimento.kg masa de huevo⁻¹ para el T0, T1 y T2 respectivamente (Tabla 2), encontrándose que no existe diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. Dichas conversiones son mejores a las reportados por Laganá *et al.* (2011) quienes obtuvieron conversiones alimenticias de 2,42 a 2,51. García *et al.* (2010) de 2,05 a 2,25. Cúrvulo *et al.* (2009) de 2,410 a 2,902 Silva *et al.* (2006) de 1,955 a 2,286. Costa *et al.* (2006) de 2,37 a 2,65. García *et al.* (2002) de 2,57 a 2,76. Sin embargo Braz *et al.* (2007) obtuvieron conversiones de 1,74 a 1,87.

Peso corporal de las aves

Se obtuvo 1,74 kg para el T0 y T1 respectivamente y 1,77 kg para el T2 (Tabla 2), encontrándose que no existe diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Estos resultados corresponden al estándar de la línea genética de las aves de postura empleadas y son adecuados para evitar el engrasamiento de los órganos reproductivos que mermen la producción, la falta de peso en el huevo comercial y con cáscaras frágiles.

Mortalidad

Para mortalidad se obtuvo solo 0,004 % para T0 y T1 respectivamente (Tabla 2), encontrándose que no existe diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. La mortalidad se atribuyó a accidentes fortuitos. Laganá *et al.* (2011) obtuvieron mortalidad de 0,71 a 2,73% y Cúrvulo *et al.* (2009) obtuvieron de 0,0062 a 0,0149%.

Coloración de yema

Para la coloración de yema determinada por el método roche a temperatura

ambiente promedio, se ubicó en el abanico las escalas de 6, 9 y 12 para el T0, T1 y T2 respectivamente (Tabla 3). A temperatura refrigerada promedio se obtuvo 6, 9 y 12 para el T0, T1 y T2 respectivamente, encontrándose diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. Laganá *et al.* (2012) utilizaron una dieta control a base de 50% de sorgo bajo en taninos reemplazando al maíz suplementados con niveles de inclusión de 2,0% semilla de achiote molida y seca; 2,0% raíz de cúrcuma molida y seca; 1 % semilla de achiote molida y seca + 1% de raíz de cúrcuma molida y seca, obteniendo a “0 días” de almacenamiento a temperatura ambiente las escalas de 3,50; 11,50; 4,50 y 9,25; a “7 días” 3,75; 11,25; 4,00 y 9,00; a “14 días” 3,75; 11,25; 4,00 y 9,00; a “21 días” 3,75; 11,25; 4,50 y 9,00 respectivamente. Laganá *et al.* (2011) obtuvieron a “0 días” de almacenamiento a temperatura ambiente de 6,50; a “7 días” de 4,60 a 9,20; a “14 días” de 4,10 a 9,50; a “21 días” de 4,00 a 9,70; a “28 días” de 4,00 a 11,80. Valores de coloración de yema, también han sido reportados por García *et al.* (2010) de 6,33 a 13,88; Cúrvulo *et al.* (2009) de 7,74 a 8,39; Braz *et al.* (2007) de 1,77 a 8,92; Silva *et al.* (2006) de 1,93 a 6,60; Costa *et al.* (2006) de 2,67 a 8,25; Queiroz *et al.* (2006) de 2,60 a 12,88; Silva *et al.* (2000) de 2,73 a 11,24 y Araya *et al.* (1977) utilizaron una dieta basal a base de sorgo y soya suplementada con niveles de inclusión de 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50 y 0,60% de semilla molida de achiote y 0,003% de Carophyll amarillo, obtuvieron 1,42; 2,70; 3,59; 3,84; 4,82; 5,95; 6,27 y 9,45 respectivamente.

Tabla 2

Peso huevo, masa huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso corporal y mortalidad

Dieta	Peso Huevo	Masa Huevo	Consumo Alimento	Conversión Alimenticia (C.A)	Peso Corporal	Mortalidad
T0	60,5 ^b ± 1,6	53,6 ^b ± 2,6	103,9 ^c ± 4,9	1,94 ± 0,05	1,74 ± 0,07	0,004 ± 0,04
T1	61,6 ^a ± 1,8	56,4 ^a ± 2,2	109,2 ^a ± 3,5	1,93 ± 0,05	1,74 ± 0,08	0,004 ± 0,04
T2	61,5 ^a ± 1,6	55,7 ^a ± 1,9	107,5 ^b ± 4,2	1,92 ± 0,04	1,77 ± 0,13	0,000 ± 0,00

García *et al.* (2009) utilizaron una dieta control de maíz y torta de soya y una dieta basal de sorgo y torta de soya suplementada con niveles de inclusión de 0,00; 0,50; 1,00; 1,50; 2,00 y 2,50% de semilla molida de achiote, obtuvieron 7,44; 1,16; 6,33; 9,38; 11,72; 12,44 y 13,80 respectivamente. García *et al.* (2002) utilizaron niveles de inclusión de 0, 12, 24, 36, 48 e 60 ppm de cantaxantina 10% en dietas a base de maíz y soya, obtuvieron a “0 días” de almacenamiento a temperatura ambiente 7,25; 7,25; 7,00; 7,25; 7,13 y 7,50; a “8 días” 7,50; 10,63; 12,50; 13,25; 13,50 y 14,25; a “14 días” 7,25; 11,37; 12,75; 13,25; 14,13 y 14,13 respectivamente, a temperatura ambiente. Para la coloración de yema determinada por el método fotocolorimétrico Minolta a temperatura ambiente promedio, para “L” se obtuvo 45,63; 43,84 y 42,63; para “a” 0,18; 3,79 y 6,66 y para “b” 21,82; 20,57 y 20,15 para el T0, T1 y T2 respectivamente. A temperatura refrigerada promedio, para “L” se obtuvo 42,10; 40,24 y 39,65; para “a” 0,07; 3,68 y 6,44 y para “b” 19,35; 18,36 y 18,18 para el T0, T1 y T2 respectivamente. Para “L”, “a” y “b” a temperatura de 22 °C y 7 °C se encontró

diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0,05$). García *et al.* (2009) que obtuvieron para “L” de 49,68 a 55,08; para “a” de -2,74 a 7,36 y para “b” de 18,38 a 35,72. Silva *et al.* (2006) obtuvieron para “b” de 26,48 a 39,29. Harder *et al.* (2007) obtuvieron para “L” de $57,48 \pm 3,66$ a $63,23 \pm 5,46$; para “a” de $2,23 \pm 3,25$ a $9,61 \pm 1,69$ y para “b” de $49,15 \pm 4,29$ a $53,42 \pm 7,02$, a temperatura ambiente.

Vida de anaquel

La vida de anaquel fue determinada por el método Haugh (1937) obteniéndose a temperatura ambiente promedio 78, 82 y 86 unidades Haugh (UH). Para el T0, T1 y T2 respectivamente (Tabla 4). A temperatura refrigerada promedio se obtuvo 81, 86 y 90 UH para el T0, T1 y T2 respectivamente, en ambas temperaturas se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos.

Braz *et al.* (2007) obtuvieron de 70,39 a 77,74 UH. García *et al.* (2009) de 87,07 a 90,64 UH. Harder *et al.* (2008) de $92,29 \pm 6,7$ a $95,86 \pm 7,6$ UH. García *et al.* (2002) de 87,07 a 90,24 UH, a temperatura ambiente.

Tabla 3

Coloración de yema de huevo utilizando los métodos Roche y Minolta a temperatura ambiente y refrigerada

Dieta	Coloración de yema							
	Roche		Minolta					
	T° ambiente	T° refrigerada	Temperatura ambiente			Temperatura refrigerada		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	
T0	$6^c \pm 0,5$	$6^c \pm 0,4$	$45,62^a \pm 6,5$	$0,17^c \pm 1,1$	$21,82^a \pm 2,9$	$42,10^a \pm 2,1$	$0,06^c \pm 0,7$	$19,34^a \pm 1,2$
T1	$9^b \pm 0,4$	$9^b \pm 0,5$	$43,45^b \pm 4,6$	$3,75^b \pm 1,1$	$20,38^b \pm 2,6$	$40,23^b \pm 2,4$	$3,67^b \pm 0,8$	$18,35^b \pm 1,3$
T2	$12^a \pm 0,4$	$12^a \pm 0,4$	$42,63^b \pm 2,1$	$6,63^a \pm 1,2$	$20,10^b \pm 1,4$	$39,64^b \pm 2,1$	$6,44^a \pm 1,1$	$18,18^b \pm 1,2$

Tabla 4

Vida de anaquel (Unidades Haugh) y peroxidación lipídica, utilizando el método MDA-TBARS

Dieta	Vida de anaquel (Unidades Haugh)		Peroxidación lipídica ($\mu\text{mol MDA/g yema}$)
	Temperatura Ambiente	Temperatura Refrigerada.	
T0	$78^c \pm 10,56$	$81^c \pm 6,68$	$0,10 \pm 0,02$
T1	$82^b \pm 8,86$	$86^b \pm 5,18$	$0,07^b \pm 0,02$
T2	$86^a \pm 8,24$	$90^a \pm 4,80$	$0,04^c \pm 0,01$

Peroxidación lipídica

Para la peroxidación lipídica en yema por la formación del complejo Malondialdehído-Ácido Tiobarbitúrico (MDA-TBARS) se obtuvo 0,10; 0,07 y 0,05 $\mu\text{mol MDA.g}^{-1}$ de yema para el T0, T1 y T2 respectivamente (Tabla 4), encontrándose diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. Infiriéndose que a 0,05 $\mu\text{mol MDA.g}^{-1}$ de yema, no se manifiesta fuerte oxidación lipídica, contribuyendo a un mejor y mayor tiempo de conservación sin alterarse la composición nutritiva y características organolépticas del huevo.

Aparentemente información científica relacionada con la producción de huevo venta, anormalidades del huevo, peso corporal de las aves, coloración de yema a través del método roche y fotocolorimétrico minolta a temperatura refrigerada, vida anaquel a temperatura refrigerada y peroxidación lipídica no han sido reportados en la literatura.

La mayor eficiencia económica se obtuvo con el T1, superando en S/. 0,013 (Nuevos soles) al testigo, al respecto no se han reportado hallazgos de esta naturaleza en trabajos similares.

4. Conclusiones

Con la inclusión de 30 g de cantaxantina y extracto de achiote en dieta para gallinas de postura se obtuvieron valores significativos para las variables producción, peso, masa de huevo y conversión alimenticia, sin embargo la coloración de yema utilizándose la escala de Roche y fotocolorimétrico minolta, así como la vida de anaquel y peroxidación lipídica a temperatura ambiente y refrigerada fueron significativos para dietas con inclusión de 60 g de cantaxantina y extracto de achiote. Estos hallazgos constituyen una posibilidad de obtención de mayores parámetros productivos y eficiencia económica en la crianza de gallinas de postura, así como de productos menos perecibles y con mejores atributos para su preferencia por los consumidores.

5. Referencias bibliográficas

- Araya, H.H.; Murillo, R.M.; Vargas, G.E.; Delgado, M.J. 1977. Composición y empleo del achiote (*Bixa Orellana* L) en raciones para gallinas ponedoras, para la pigmentación de la yema de huevo. Agronomía Costaricense, San José de Costa Rica 1: 143-150.
- Ball, A. 2008. The role of carotenoids in breeding Poultry. International Hatchery Practice 22.
- Braz, N.M.; Fuentes, M.F.F.; Freitas, E.R.; Sucupira, F.S.; Moreira, R.F.; Lima, R.C. 2007. Semente residual do urucum na alimentação de poedeiras comerciais: desempenho e características dos ovos. Acta Scientiarum Animal Scientia 29: 129-133.
- Cisneros, F. 2013. Desarrollos de la pigmentación de huevo y pollo de engorda Artículo patrocinado por DSM. Industria Avícola 60(6): 6-7.
- Colavitti, C.; Ernst, C. 2011. Cómo adquirir una mayor vida de anaquel en huevos. Industria Avícola 58(3): 10.
- Costa, F.G.P.; Gomes, C.A.V.; Silva, J.H.V.; Carneiro, M.V.D.; Goulart, C.C.; Dourado, L.R.B. 2006. Efeitos da inclusão do extrato oleoso de urucum em rações de poedeiras com substituição total ou parcial do milho pelo sorgo de baixo tanino. Acta Scientiarum. Animal Sciences 28: 409-414.
- Curvelo, E.R.; Geraldo, A.; Silva, L.M.; Santos, T.A.; Vieira-Filho, J.A.; Pinto, E.R.A.; Oliveira, M.L.R.; Ferreira, C.B. 2009. Níveis de inclusão de extrato de urucum e açafrão em dietas para poedeiras semipesadas e seus efeitos sobre o desempenho e coloração da gema dos ovos. Anais da II Semana de Ciência e Tecnologia de IFMG; II Jornada Científica; Bambuí; Minas Gerais, Brasil.
- Garcia, E.A.; Mendes, A.A.; Pizzolante, C.C.; Gonçalves, H.C.; Oliveira, R.P.; Silva, M.A. 2002. Efeito dos Níveis de Cantaxantina na Dieta Sobre o Desempenho e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Comerciais. Revista Brasileira de Ciência Avícola 4: 001-007.
- Garcia, E.A.; Molino, A.B.; Berto, D.A.; Pelícia, K.; Osera, R.H.; Fatorone, A.B.G. 2009. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana*) moída na dieta. Veterinária e Zootecnia 16: 689-697.
- Garcia, E.A.; Molino, A.B.; Gonçalves, H.C.; Junqueira, O.M.; Pelícia, K.; Osera, R.H.; Duarte, K.F. 2010. Ground annatto seeds (*Bixa orellana* L.) in sorghum-based commercial layer diets and their effects on performance, egg quality and yolk pigmentation. Brazilian Journal of Poultry Science 12: 259-264.
- Harder, M.N.C.; Brazaca, S.G.C.; Valter, A. 2007. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias 102: 339-342.
- Harder, M.N.C.; Brazaca, S.G.C.; Savino, V.J.M.; Coelho, A.A.D. 2008. Efeito de *Bixa orellana* na alteração de características de ovos de galinhas. Ciência e Agrotecnologia. Lavras 32: 1232-1237.
- Laganá, C.; Pizzolante, C.C.; Saldanha, E.S.P.B.; Moraes, J.E. 2011. Turmeric root and annatto seed in second-cycle layer diets: performance and egg quality. Brazilian Journal of Poultry Science 13: 171-176.
- Laganá, C.; Cachoni, P.C.; Nogueira, T. P.H.; Moraes, J.E.; Politi, B.S.É.S. 2012. Influence of the natural dyes bixin and curcumin in the shelf life of eggs from laying hens in the second production cycle. Animal Science 34: 155-159.

- Queiroz, E.A.; Agostinho, T.S.P.; Calixto, L.F.L. 2006. Níveis de farelo de urucum (*Bixa orellana* L.) em rações a base de sorgo para poedeiras comerciais [dissertação]. Rio de Janeiro (RJ): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Brasil.
- Silva, J.A.H.; Albino, L.F.; Godoi, M.J.S. 2000. Efeito de extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29: 1435-1439.
- Silva, V.J.; Silva, L.E.; Filho, J.J.; Ribeiro, G.M.L.; Costa, P.F.G. 2006. Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. *Ciência e Agrotecnologia (Lavras)* 30: 988-994.
- Shilpi, J.A.; Taufiq-Ur-Rahman, M.; Uddin, S.J.; Alam, M.S.; Sadhu S.K.; Seidel, V. 2006. Preliminary pharmacological screening of *Bixa orellana* L. leaves. *J. Ethnopharmacol* 108: 264-271.
- Tan, B. 2012. Vitamina E: Tocotrienoles. *La Ciencia detrás de los Tocotrienoles*. 12 p.