



Artículo

Efecto del uso de harina de achiote (*Bixa orellana* L.) como pigmento natural en gallinas de la línea Isa Brown para mejorar los parámetros productivos y calidad del huevo, en el Centro Experimental Cota Cota

Effect of the use of annatto flour (*Bixa orellana* L.) as a natural pigment in hens of the Isa Brown line to improve the productive parameters and egg quality, at the Cota Cota Experimental Center

Wilson Saúl Segura Ramirez, Lizbeth Noelia Huanca Guarachi

RESUMEN:

Para la población pacaña el color de yema es un aspecto importante en su consumo, siendo fundamental la adición de pigmentos naturales a la dieta de las aves, por lo que es necesario investigar alternativas naturales que aporten pigmentos en sustitución de los productos sintéticos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del uso de achiote (*Bixa orellana* L.) como pigmento natural en gallinas de postura para mejorar los parámetros productivos y calidad del huevo. La investigación fue realizada en el Centro Experimental Cota Cota para lo cual se utilizaron 90 gallinas de 40 semanas de edad distribuidas en 3 tratamientos (0%, 2% y 4% de harina de achiote), 30 gallinas para cada tratamiento con 3 repeticiones, cada uno por un periodo de 42 días. Los indicadores que se midieron fueron: porcentaje de postura, peso de huevo, índice morfológico, índice de clara, unidades Haugh y escala de pigmentación. Los resultados obtenidos fueron de 87.33; 90.00 y 90.92 % para porcentaje de postura; 57.28; 60.26 y 61.64 g para peso de huevo; 76.98; 80.13 y 80.58% para el índice morfológico. La calidad interna de huevo tuvo los siguientes resultados; 36.63; 37.86 y 38.84 % para índice de yema; 10.34; 10.90 y 11.06 % para índice de clara. No existieron diferencias significativas en entre tratamientos ($p>0,05$) para la variable unidades Haugh. La pigmentación de la yema aumentó significativamente ($P<0,05$) en la primera semana, donde se registró un grado de pigmentación de 6; 12 y 14 según el abanico de Roche. Se concluye que la adición de 2% y 4% de harina de achiote en la dieta respecto al testigo, mejora los parámetros productivos y coloración de yema.

PALABRAS CLAVE:

calidad de huevo, carotenoides, harina de achiote, índice morfológico, pigmentación, coloración de yema.

ABSTRACT:

For the population of La Paz, egg yolk colour is an important aspect in their consumption, being essential the addition of natural pigments to the poultry diet, so it is necessary to investigate natural alternatives that provide pigments to replace synthetic products. The aim of this study was to evaluate the effect of using annatto (*Bixa orellana* L.) as a natural pigment in laying hens to improve production parameters and egg quality. The research was carried out at the Cota Cota Experimental Centre using 90 hens of 40 weeks of age distributed in 3 treatments (0%, 2% and 4% of annatto meal), 30 hens for each treatment with 3 replicates, each for a period of 42 days. The indicators measured were: laying percentage, egg weight, morphological index, yolk index, egg white index, Haugh units and pigmentation scale. The results obtained were 87.33; 90.00 and 90.92 % for laying percentage; 57.28; 60.26 and 61.64 g for egg weight; 76.98; 80.13 and 80.58% for morphological index. Internal egg quality had the following results; 36.63; 37.86 and 38.84 % for yolk index; 10.34; 10.90 and 11.06 % for white index. There were no significant differences between treatments ($p>0.05$) for the Haugh units variable. Yolk pigmentation increased significantly ($P<0.05$) in the first week, where a degree of pigmentation of 6; 12 and 14 according to Roche's fan was recorded. It is concluded that the addition of 2% and 4% annatto meal in the diet with respect to the control improves the productive parameters and yolk colouring.

KEYWORDS:

egg quality, carotenoids, annatto meal, morphological index, pigmentation, yolk colouring.

AUTORES:

Wilson Saúl Segura Ramirez: Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

<https://orcid.org/0000-0001-5348-959X>. saulseguraram@gmail.com

Lizbeth Noelia Huanca Guarachi: Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. lizbethaleba@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.53287/ejar5032nq440>

Recibido: 19/06/2024. Aprobado: 30/08/2024.



INTRODUCCIÓN

La pandemia tuvo un gran impacto sobre todas las áreas del sector agropecuario a nivel mundial, en el cual muchos países impusieron medidas drásticas para evitar los contagios por el

COVID-19 restringiendo todo tipo de actividad comercial, industrial y también a la producción agropecuaria. Sin embargo el sector avícola, pensando en la soberanía alimentaria no paralizó la producción a nivel nacional, la cual pudo alimentar a

muchas familias de toda Bolivia durante la pandemia del COVID-19.

De acuerdo con Segura (2021), durante la pandemia de Covid-19, el consumo de huevos se ha convertido en un alimento de subsistencia muy importante para los bolivianos, mientras que el pollo, la carne vacuna y otras carnes fueron escasos y en ocasiones costosos. En el contexto de (COVID-19), se ha convertido en un alimento popular para el consumo diario debido a sus propiedades nutricionales y su fácil disponibilidad.

Para la mayoría de las personas, el color de yema de huevo puede ser un factor importante para su consumo, se ha observado que en distintos puntos de venta de la ciudad de La Paz los consumidores de huevo de gallina asocian el color de la yema a un producto con un valor nutritivo, es así que muchos consumen huevos criollos por su forma de alimentación orgánica y por esta razón peculiaridad establece la oferta del producto.

Estudios realizados han demostrado una marcada preferencia por consumir huevos con mayor pigmentación en la yema, independientemente del precio de venta, en este sentido, para atender a la demanda del mercado basta con adicionar a las gallinas en producción dietas a base de materias primas con gran contenido de xantofilas o bien, mediante la combinación con pigmento estabilizados como la cantaxantina para obtener tonos de yema con un amarillo más intenso. (Rivera, 2010)

Raigón *et al.* (2001) y Mallo *et al.* (2013), describen que las preferencias de los consumidores en cuanto al color de la yema de huevo es muy relativo y varía mucho de un país a otro. Un estudio realizado por Souza (2008) en Brasil, cuyo principal objetivo fue determinar las preferencias sensoriales de los consumidores de huevos, mostró que el 80% de los consumidores encuestados preferían yemas con mayor pigmentación (10, 12 y 14 del abanico de color DSM). Puesto que ellos asociaban la yema de color más intenso con un huevo más nutritivo, más fuerte, sano, con más nutrientes, vitaminas y proteínas.

Molina (2017), indica que existen varios grupos químicos de colorantes de naturaleza orgánica, de los cuales los carotenoides están presentes en el achiote (*Bixa orellana* L.). Contiene compuestos entre ellos están la bixina (cis y trans) con trazas de norbixina, bixina éster de diemtilo y apocarotenoides. (Coasentino, *et al.*, 2016)

Rojas, (2016), Agrega que el uso de achiote en la producción fue muy beneficioso por sus efectos inmunológicos y pigmento natural. Vale la pena señalar que este producto no tiene un precio alto y es fácilmente disponible.

Para las aves de corral, la investigación se ha centrado en determinar los niveles óptimos de harina de achiote en la dieta balanceada para mantener la productividad y mejorar la calidad del huevo, la yema, la piel y el color de la carne.

Los pigmentos se utilizan en la industria avícola, cuyo objetivo principal es mejorar el producto de acuerdo con las necesidades de los consumidores. Los colores característicos de la yema de huevo, piel y grasa de las aves se deben al consumo de pigmentos, principalmente xantofilas, las aves no sintetizan ningún pigmento, por lo tanto se debe agregar pigmentos a la dieta, ya que su ausencia conduce a la falta de color en el producto resultante, la apariencia visual se puede alterar cambiando tanto la concentración del pigmento como la cantidad utilizada y el tipo de pigmento.

Con base en lo anterior, la razón fundamental y la importancia de este estudio fue el uso de un pigmento natural (harina de achiote) en la dieta para la pigmentación de la yema en gallinas ponedoras de la línea Isa Brown, con la finalidad de evaluar su efecto en indicadores productivos y de calidad del huevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental

El presente trabajo se realizó en la gestión 2022 en predios del Centro Experimental de Cota Cota (CECC), ubicado al sur este de la ciudad de La Paz, en los predios del Campus Universitario de Cota Cota - UMSA, a 15 km del Centro de la ciudad, en la ribera norte del río Jillusaya. Geográficamente está ubicada a 16°32'10,22", Latitud Sur; 68°03'51,66" Longitud Oeste y a una altitud aproximada de 3428 m.s.n.m. (Fernández, 2021). Se tomó como referencia los datos proporcionados por el Centro Experimental de Cota Cota, que señala una temperatura máxima de 21°C, temperatura media de 11.5 °C y una temperatura mínima de -0,6 °C, con las precipitaciones de 488.53 mm. Una humedad relativa de 64%. (Sánchez, 2022)

Procedimiento experimental

Para desarrollar este estudio se investigó diferentes niveles de harina de achiote, se utilizaron 90 pollos de la línea Isa Brown de 40 semanas de edad. Estas se distribuyeron equitativamente en tres tratamientos, uno con dieta control sin harina de Achiote y otro con 2% y 4% de harina de Achiote. El estudio duró 42 días, registrándose los datos diariamente.

Para suplementar las dietas de las gallinas ponedoras se utilizaron harina de achiote. Según Lourido (2010), citado por Moreno (2018), se le atribuyen a este tipo de pigmento natural la presencia de carotenoides como: bixina, norbixina y orellina.

Los tratamientos que se evaluaron son los siguientes:

Tabla 1. Niveles que intervienen en el estudio de la investigación.

Tratamiento	Niveles de achiote
T0	0%
T1	2%
T2	4%

Las gallinas consumieron una dieta balanceada con adición de la harina de achiote por intervalos de 10 días, ya que en la práctica común en el Centro Experimental de Cota Cota en pequeños ensayos se logró un cambio visual de color dentro de los 3 a 4 primeros días de ingesta de la dieta que contiene la harina de achiote.

Para la evaluación de parámetros productivos (porcentaje de postura) se recogió todos los días huevos existentes en los nidales por cada repetición. La calidad de huevo fue evaluada utilizando 6 huevos para su medición, usando vernier, balanza analítica y el abanico colorimétrico de Roche. Las mediciones de color se realizaron después de 3 días, de iniciada la investigación. La toma de datos para cada evaluación fue cada día durante 42 días.

$$\% \text{ de postura (ald)} = \frac{\# \text{ de huevos}}{\text{Existencia de aves actual}} \times 100$$

Para establecer el *peso del huevo*, se utilizó una balanza digital, tomando diariamente todos los pesos de los huevos por repetición.

Se utilizó un vernier para medir la altura de la clara, asimismo, para observar el efecto del colorante natural en el huevo, se separó la yema de la clara de cada huevo de manera manual. Una vez ubicada la yema en el plato, se midió color con el abanico de Roche.

Para el procesamiento de los datos se realizó mediante el análisis de varianza y para las diferencias significativas de los tratamientos fueron determinados mediante la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. Para esto se utilizó el programa estadístico INFOSTAT (2020).

Diseño Experimental

El presente trabajo se realizó en un modelo de Diseño completamente al azar (DCA) (Melo, *et al.*, 2020), con un factor de estudio en niveles de achiote, con 3 tratamientos, 3 repeticiones y 10 aves por unidad experimental. El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Observación Cualquiera

μ = Media General

α_i = Efecto del i -ésimo adición de harina de achiote

ϵ_{ij} = Error Experimental

Variables evaluadas:

Para la evaluación de la *producción de huevos o porcentaje de postura* se determinó la cantidad de huevo producido por el grupo de gallinas de cada repetición en cual se hizo diariamente y en un periodo de 42 días. La producción de huevo o postura (%) representa la proporción de gallinas que se encuentran en producción por cada 100, la postura o producción (%) de huevo día se expresa como: (Itza y Ciro, 2016)

Se tomó una muestra de 36 huevos para medir el diámetro de yema, altura de yema y altura de albumen para determinar parámetros de calidad interna; La calidad de la clara de huevo depende de

la consistencia de la misma, para medir esta característica se utilizó las **unidades Haugh (UH)** con la fórmula $(UH=100 \log(h-1.7W^{0.3776}))$, donde: h = altura de clara de huevo en milímetros y W = masa del huevo en gramos, que relaciona el logaritmo del espesor de la albúmina densa con la masa del huevo (Silversides, 1994). Según el USDA (2000), valores de UH superiores a 72 representan calidad de huevo excelente (AA), valores de 60 a 72 representan calidad alta (A) y valores inferiores a 60 representan calidad inferior (B).

La fórmula utilizada para la determinación del **índice morfológico (IM)** Scholtyssek (1970), se muestran a continuación:

$$IM = \frac{\text{Ancho de huevo}}{\text{Largo de huevo}} \times 100$$

La calidad de la yema se mide por el **índice o coeficiente de yema** el cual relaciona la altura y la amplitud de esta; Índice de yema (IY), usando la fórmula (Liu *et al.*, 2007):

$$IY = \frac{\text{Altura yema}}{\text{Amplitud yema}} \times 100$$

Tabla 2. Análisis de la Varianza para el porcentaje de postura de las gallinas sometidas a los diferentes de inclusión de harina de achiote.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo.	20.79	2	10.40	39.39	0.0004 **
Trat.	20.79	2	10.40	39.39	0.0004 **
Error	1.58	6	0.26		
Total	22.38	8			

C.V. coeficiente de variación = 0.57%; p-valor = probabilidad; ** = altamente significativo.

El porcentaje de postura obtenida para el T0 (testigo) fue de 87.33%; para el T1 (2% de harina de achiote) de 90% y para el T2 (4% de harina de achiote) de 90.92% (figura 1), Dichos resultados tienen una proximidad al estudio realizado por Rojas (2014), al evaluar el uso de aditivo de cantaxantina y extracto de achiote en el efecto den la yema de huevo en gallinas de postura, obteniendo promedios de 88.26 T0; 91.43 T1 y 90.05 T2. Mendoza *et al.*, (2023), en su trabajo de investigación reporto resultados, donde la producción semanal de huevos muestra que no existió diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre cada uno de los Tratamientos, en este caso se tiene que del total de aves por Tratamiento, la producción mantuvo un rango de producción de 66 a 72% entre los T durante los 45 días.

Según Vera, *et al.*, (2020), la fórmula IC es para medir el **índice de clara**. Al respecto Shiroma (2019), utilizó la fórmula para estimar los parámetros externos de la forma del huevo (índice morfológico).

$$IC = \frac{\text{Altura clara}}{\text{Diámetro de clara}} \times 100$$

Para la determinación de la **pigmentación de yema** se utilizó la escala internacional para medir la coloración de la yema que es el Abanico colorimétrico de Roche que otorga valores de coloración del 1 al 15, siendo 1 un color casi blanco y 15 un anaranjado rojizo. (Larson, 2009, citado por Moreno, 2018)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Porcentaje de postura

En el análisis de varianza para el porcentaje de postura se observa en la Tabla 2, que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), determinando que los niveles de achiote influyen en el peso del huevo.

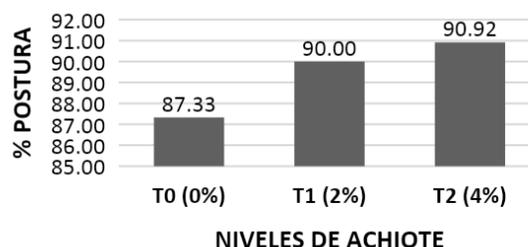


Figura 1. Valores del porcentaje de postura.

Peso del huevo

En el análisis de varianza para el peso del huevo que se observa en la Tabla 3, muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), lo que indica que los niveles de achiote influyen en el peso del huevo.

Tabla 3. Análisis de la Varianza para el peso de huevos sometidos a los diferentes niveles de inclusión de harina de achiote.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo.	20.79	2	10.40	39.39	0.0004 **
Trat.	20.68	2	14.84	11.52	0.0088 **
Error	7.73	6	1.29		
Total	37.41	8			

C.V. coeficiente de variación = 1.90%; p-valor = probabilidad; ** = altamente significativo.

El mayor peso promedio de huevo por tratamiento lo obtuvo T2 con un peso de 61.64 g, seguido por el T1 con un peso de 60,26 g y el tratamiento testigo con el menor peso de 57.58 g (figura 2). Estos resultados son inferiores a los de Bernal (2023) quien utilizó niveles de 1.00; 3.00 y 5.00 % de harina de semilla de achiote en la dieta a base de alimento balanceado obtuvo pesos de huevos 54,93 g; 54,83 g y 53,31 g, respectivamente. Investigación realizada por Rojas (2014) obtuvo resultados superiores en su trabajo al utilizar cantaxantina y extracto de achiote obtuvo pesos de 60,53 g, 61,63 g y 61,54 g.

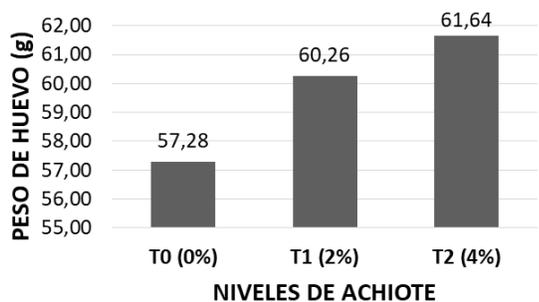


Figura 2. Valores del peso de huevo.

A pesar de realizar la investigación durante 6 semanas, se observó una tendencia de un mayor peso promedio de huevo para el tratamiento que incluye 4 % de harina de achiote. La diferencia en peso entre el T2 y el T0 es muy grande (4.06 g) y la diferencia entre T1 y T0 (2.68 g), los resultados obtenidos muestra que la adición de harina de achiote pueden influir en el peso en los niveles 2% y 4%, se necesitan más estudios para comparar el presente resultado.

Unidades Haugh

El análisis de varianza para el Unidades Haugh, muestra que entre los tratamientos no se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tabla 4. Análisis de la Varianza para para de Unidades Haugh de los huevos sometidas a los diferentes niveles de inclusión de harina de achiote.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo.	267.56	2	133.78	1.18	0.3696 n.s.
Trat.	267.56	2	133.78	1.18	0.3696 n.s.
Error	680.00	6	113.33		
Total	947.56	8			

C.V. coeficiente de variación = 10.73%; p-valor = probabilidad; N.S. = no significativo.

La Figura 6, muestra la calidad del huevo en unidades Haugh, la cual se determina mediante la ecuación de Haugh, Estableciendo los siguientes valores por tratamiento: T2 (105.87 UH) y T1 (104.97 UH) con mayor calidad y T0 (87.12 UH) con buena calidad. Según la clasificación descrita por Periago (2012), la UH indica la calidad de huevos que se encuentran entre muy buenas (80) y excelentes (90),

esto se justifica en gran parte por que los huevos utilizados para esta investigación son frescos.

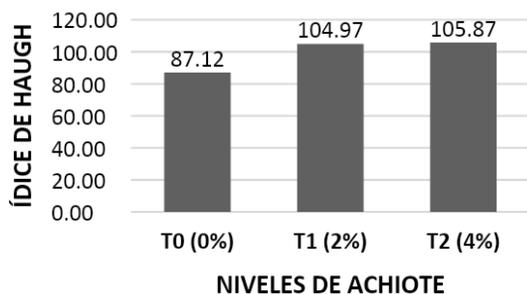


Figura 6. Valores para índice de Haugh.

Si bien el análisis de varianza muestra que entre los tratamientos no se presentaron diferencias significativas.

En el presente trabajo de investigación la inclusión de harina de achiote con 2% y 4% no afectó a la calidad interna del huevo en cuanto a las Unidades Haugh, donde el tratamiento testigo también obtuvo un valor de Unidades Haugh muy bueno dentro la clasificación.

Índice morfológico

El análisis de varianza para el índice morfológico que se observa en la tabla 4, muestra que existen diferencias altamente significativas en cuanto a tratamientos ($p < 0,05$).

Tabla 5. Análisis de la Varianza para para de Índice morfológico de los huevos sometidas a los diferentes niveles de inclusión de harina de achiote.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo.	23.15	2	11.57	18.09	0.0029 **
Trat.	23.15	2	11.57	18.09	0.0029 **
Error	3.84	6	0.64		
Total	26.99	8			

C.V. coeficiente de variación = 1.01%; p-valor = probabilidad; ** = altamente significativo.

La figura 3, establece que para el índice morfológico el T0 presenta un valor de 76,94 %, T1 con 80.13 % y T2 con 80.58 %. Donde se afirma que T1 y T2 presentan una tendencia en la que los huevos obtenidos de gallinas alimentadas con la ración que incluye 2% y 4% de harina de achiote, presentaron índices morfológicos mayores que indican que tiene una forma más redondeadas, a diferencia del T0 que presentó un índice morfológicos de 76.94% indicando que son huevos con una forma un poco alargada.

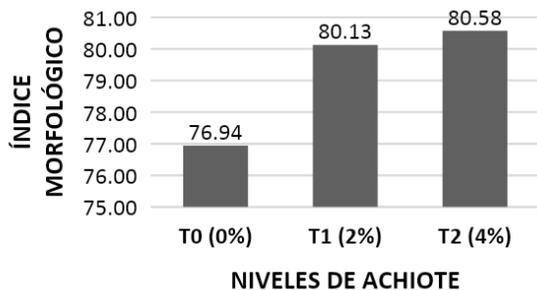


Figura 3. Valores para índice morfológico.

De acuerdo con Uribe (2000), el Índice Morfológico muestra la forma de un huevo. Valores con Índice morfológico por encima del 76% se consideran huevos redondos o esféricos y por debajo del 76%, huevos alargados.

Los resultados obtenidos muestran que la harina de achiote tiene un efecto favorable en la morfología del huevo, ya que según Jara (2011), indica que el índice morfológico puede ser de hasta un mínimo de 65% para huevos muy alargados y de un máximo de 82% para los muy redondeados, y en este caso se obtuvieron valores superiores a lo recomendado por el autor. Es importante mencionar, que puede tratarse de una casualidad por diferentes factores que puedan afectar a la interpretación, ya que no se tiene resultado similar para su comparación.

Índice de yema

El análisis de varianza para el índice de yema que se observa en la tabla 5, muestra que existen diferencias altamente significativas en cuanto a tratamientos ($p < 0,05$).

Tabla 6. Análisis de la Varianza para para de Índice de yema de los huevos sometidas a los diferentes niveles de inclusión de harina de achiote.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo.	7.40	2	3.70	19.57	0.0023 **
Trat.	7.40	2	3.70	19.57	0.0023 **
Error	1.14	6	0.19		
Total	8.54	8			

C.V. coeficiente de variación = 1.15%; p-valor = probabilidad; ** = altamente significativo.

La figura 4, muestra que el tratamiento con mejor índice de yema fue el T2 (38.84%) y T1 (37.86%), siendo el de más bajo índice el T0 (36.63%). Los resultados obtenidos en la presente investigación, indican que la aplicación de niveles de harina de achiote (2% y 5%) presenta una mejor calidad de yema. Según Raigón, *et al.*, (2001), mencionan que el índice de yema es un parámetro que informa sobre la forma ideal de la yema y su relación con la frescura y calidad del huevo. Cuanto mayor sea el valor de este índice, mayor será la frescura del huevo, porque la yema es más densa.

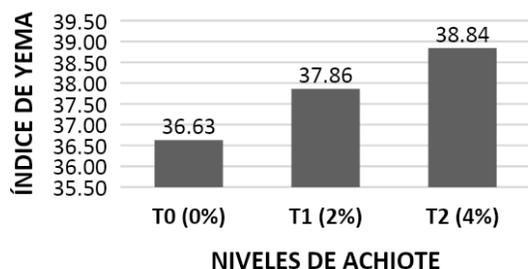


Figura 4. Valores para índice de yema.

Tabla 7. Análisis de la Varianza para para de Índice de clara de los huevos sometidas a los diferentes niveles de inclusión de harina de achiote.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo	0.87	2	0.43	10.20	0.0017 **
Trat.	0.87	2	0.43	10.20	0.0017 **
Error	0.26	6	0.04		
Total	1.12	8			

C.V. coeficiente de variación = 1.92%; p-valor = probabilidad; * = significativo.

En la figura 5, se observa los resultados obtenidos para la característica del índice de clara donde el T0 (10.34) tiene el menor índice, los tratamientos con niveles de harina de achiote T1 (10.90) y T2 (11.60) tienen una tendencia a mejorar las características del huevo, según los datos obtenidos se puede indicar que la inclusión de harina de achiote a un nivel de 4% en la dieta de gallinas de postura favorece a un mejor índice de clara con relación al T0. Trabajos realizados por Orosco (2012),

El índice de yema puede ser afectado por el tipo de almacenamiento y los días de puesta, la cual puede afectar al tamaño en comparación de un huevo fresco, las causas pueden atribuirse al desgaste gradual de la membrana vitelina.

Índice de clara

El análisis de varianza para el índice de clara que muestra la tabla 6, indica que existen diferencias significativas en cuanto a tratamientos ($p < 0,05$).

al evaluar el efecto de la harina de haba en gallinas en la etapa de postura que al utilizar el nivel con 15% de HH (T1) obtuvo el mayor valor con 11.56, indicando que la clara de este tratamiento alcanzó un altura superior y un diámetro menor con respecto a los demás tratamientos.

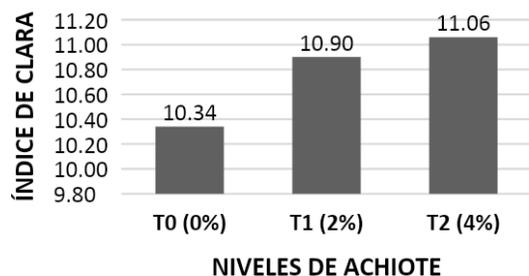


Figura 5. Valores para índice de yema.

Por su parte North y Bell, (1993); Sholtyssek, (1970), citados por Navarro, (2000), mencionan que

el índice de clara es un indicador de la calidad interna y frescura de los huevos, que puede ser influenciada por factores como la edad, nutrición, línea de aves. Cuando mayor sea este valor mejor será la calidad ya que denota una albúmina más densa.

Escala de pigmentación

En el tabla 8, se puede observar el análisis de varianza para la pigmentación de la yema, que presentó diferencias altamente significativas ($p > 0,05$) determinando que los niveles de achiote influyen en la coloración del huevo.

Tabla 8. Análisis de la Varianza para para la escala de pigmentación de los huevos sometidas a los diferentes niveles de inclusión de harina de achiote.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Modelo.	118.22	2	59.11	177.33	<0.0001 **
Trat.	118.22	2	59.11	177.33	<0.0001 **
Error	2.00	6	0.33		
Total	120.22	8			

C.V. coeficiente de variación = 5.47%; p-valor = probabilidad; ** = altamente significativo.

Para la coloración de yema determinada por el abanico de escala de roche, se ubicó en el abanico las escalas de 6, 12 y 14 para el T0, T1 y T2 respectivamente (figura 7).

Conforme se aumentó el nivel de inclusión de harina de achiote en las raciones alimenticias para las gallinas ponedoras al tercer y cuarto día se observó un cambio de color en la yema. Varios estudios han probado el extracto de aceite de bixina como colorante de yema de huevo (Silva *et al.*, 2000).

1.50; 2,00 y 2.50% de semilla molida de achiote, donde obtuvieron 7.44; 1.16; 6.33; 9.38; 11.72; 12.44 y 13.80 respectivamente. Estos valores reportados, se aproximan a los resultados obtenidos en la presente investigación utilizando 0%, 2% y 4% de harina de achiote.

CONCLUSIONES

Los huevos producidos por las aves y alimentadas con 2% y 4% de harina de achiote presentaron un mayor promedio (T1 90% y T2 90.92 %), mientras que el T0 obtuvo un y 87.33 %; así mismo para el peso de huevo se registraron el menor promedio de 57.28 g para el T0 y con un mayor promedio en peso se presentaron para el T1 y T2 60.26 g y 61.64 g respectivamente. Esto indica que existe el posible efecto de la harina de achiote en el porcentaje de postura y peso del huevo, sin embargo se requieren de más investigaciones al respecto para afirmarlo.

Bajo las condiciones experimentales de la investigación al valor del índice morfológico de los huevos mostraron una relación significativa, los resultados obtenidos en los tratamientos que son 80.13% y 80.58% respectivamente, presentan forma normal redondeada con 2% y 4% de harina de achiote, el tratamiento sin adición de achiote reportó

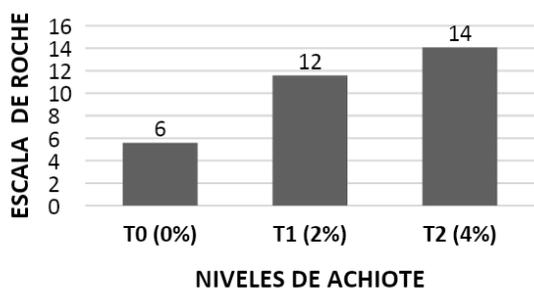


Figura 7. Valores para la escala de pigmentación.

Valores de coloración de yema, fueron reportados por Rojas, *et al.*, (2015), se ubicó en el abanico las escalas de 6, 9 y 12 para el T0, T1 y T2 respectivamente. Otra investigación realizada por García *et al.*, (2009), citado por Rojas, (2015), utilizaron niveles de inclusión de 0.00; 0.50; 1.00;

un valor de 76.98 %, indicando que se acerca más a la características ideales de morfología que está establecido con un valor de 74.

Al no encontrarse diferencias significativas ($p>0,05$) para la variable índice de Haugh, se puede afirmar que la inclusión de harina de achiote con 2% y 4% no afecta en apariencia del huevo. Sin embargo los tratamientos con niveles de achiote T1 y T2 son los que presentaron una mejor calidad de huevo respecto al T0, clasificándose como huevo de muy excelente calidad.

Los valores promedio encontrados para el índice de clara durante la investigación fueron de; 11.06 y 10.90 para los tratamientos con 2% y 4% de harina de achiote y 10.34% para el tratamiento con 0% de harina de achiote. De acuerdo a los resultados obtenidos para el índice de yema alcanzó valores de; 36,63% el tratamiento con 0% de harina de achiote y para los tratamientos con 2% y 4% de harina de achiote se obtuvieron 37.86% y 38.84% respectivamente. Por lo tanto se puede decir que los huevos evaluados con niveles de 2% y 4% de harina de achiote son considerados huevos frescos.

El contenido de bixina y norbixina de la harina de achiote en la dieta de gallinas de postura con niveles de 2% y 4% dan valores de pigmentación de 12-14 respectivamente en la escala de Roche y 6 para el tratamiento con 0%, la pigmentación en las yemas muestran resultados altamente significativo ($p<0,05$); por lo tanto el efecto del pigmentante natural de la harina de achiote puede reemplazar al de los colorantes sintéticos utilizados actualmente en la alimentación avícola.

BIBLIOGRAFÍA

ALBÁN, T. E. (2018) Determinación de la calidad física y organoléptica de los huevos comerciales de gallina doméstica que se exponen en los mercados del Distrito Metropolitano de Quito. Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14288>

ANA y ADA, 2021. Bolivia: Sube la demanda de huevo, pero baja la de carne de pollo. Disponible en línea en: <https://avicultura.com/bolivia-sube-la-demanda-de-huevo-pero-baja-la-de-carne-de-pollo/>

BERNAL, C. A. 2023. Efecto de tres niveles de achiote (*bixa orellana* L.) En la dieta de gallinas de postura (*Gallus gallus domesticus*) sobre la pigmentación de la yema de huevo en el Centro Experimental De Cota Cota. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.

CISNEROS, F. (2018). Directrices de DSM pigmentación de yema de huevo. DSM Bright Science. Brighter living. Disponible en: <https://www.dsm.com/anh/es/feedtalks/eggyolkpigmentation-guidelines.html>

COSENTINO, H. M., TAKINAMI, P. Y.I. y DEL MASTRO, N. L. (2016). Comparación de los efectos de las radiaciones ionizantes en tintes naturales de cochinilla, achiote y cúrcuma, Física y química de la radiación, Volumen 124, Páginas 208-211, ISSN 0969-806X. Disponible en: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969806X1530058X>)

CUCA M., PINO y MENDOZA C. 1963. El uso de pigmentos en la alimentación de las aves. Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G., México, D. F. Disponible es: <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/download/2041/3455>

ESTRADA, M.; GALEANO, L.; HERRERA M.; RESTREPO L. 2010. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. Revista Colombiana Ciencia Pecuaria, 23:183-190. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902010000200007&script=sci_abstract&tlng=es

FERNANDEZ, J. 2021. Diseño de la gestión de agua para riego en el centro experimental Cota Cota. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia. 34 p.

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 comercial layer diets and their effects on performance, egg quality and yolk pigmentation. Brazilian Journal of Poultry Science 12: 259-264. Disponible en: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1268>

GARCÍA, E., BRITTO, A., BERTO, D., PELÍCIA, K., HANAE, R., & GARCÍA, A. (2009). Desempenho

- e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana*) moída na dieta, 16(4), 689–697. Disponible en: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1268>
- 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. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/7fj5QCV6jhbJZfk9g6GyVjp/?format=pdf&lang=pt>
- ITZA, ORTIZ M. y CIRO, GALENA J.A. (2016). Parámetros productivos: importancia en producción avícola. *Los Avicultores y su Entorno*: 162-171.
- JARAMILLO, C. A. Y MUÑOZ, O. A. (1992). Extracción de colorante de Achiote. Trabajo de Grado (Ingeniero Químico). Medellín: Universidad Nacional. Facultad Nacional de Minas. Departamento de Procesos Químicos. Vol. 5, no 09, p. 06.
- JARA P. A. 2011. Estudio Comparativo de la calidad, propiedades biológicas y físicas del huevo de 6 especies de aves domésticas (gallinas, codorniz, pato, pavo, ganso y paloma) y sus alternativas de industrialización. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. En línea. Consultado el 23 de septiembre del 2003. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/913>
- LIU, Y., YING, Y., OUYANG, A., & LI, Y. (2007). Measurement of internal quality in chicken eggs using visible transmittance spectroscopy technology. *Food control*, 18(1), 18-22. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713505001763>
- MALLO, J.J., MILLÁN, C., CASABUENA Ó., SÁNCHEZ J. (2013). Factores que afectan a la calidad del huevo [CD-ROM]. En: Memorias XXIII Congreso Latinoamericano de Avicultura; 2013 nov. 12- 15; Universidad Federal de Goiás, Escuela de Veterinaria y Zootecnia, El Salvador. Disponible en: <https://ilp-ala.org/ovum/2013/produccion-primaria/Factores-que-afectan-a-la-calidad-del-huevo-Norel.pdf>
- ALAIN MENDOZA-RIVADENEIRA, F., ABELARDO VARGAS-ZAMBRANO, P., JOSÉ SOLÓRZANO-VERA, M., CECILIA PÁRRAGA-ALAVA, R., FERNANDO VIVAS-ARTURO, W., & HORACIO ALCIVAR-HIDROVO, J. (2023). Evaluación de la harina integral de zapallo en los parámetros productivos y la pigmentación de la yema de huevo. *Revista Científica de la Facultad de Veterinaria*, 33(1). Disponible en: <https://essentials.ebsco.com/search/eds/details/evaluaci%C3%B3n-de-la-harina-integral-de-zapallo-en-los-par%C3%A1metros-productivos-y-la-pigmentaci%C3%B3n-de-la?db=edsdoj&an=edsdoj.7195f1c4cb5f4a53aac5b671acf3eda9>
- MELO, O.; LÓPEZ, L. y MELO, S. (2020). Diseño de experimentos: métodos y aplicaciones. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79912>
- MOLINA, K. (2017). Uso de disoluciones de *Bixa Orellana* L. (achiote) como revelador natural de placa dental frente a revelador convencional estandarizado. Ecuador: Tesis de Universidad Central. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/aad8224e-ed21-4411-bfdc-d551abcf42dc>
- MORENO, K. P. (2018). Evaluación de la Harina de Achiote (*Bixa orellana* L) como pigmentante en el vitelo de Huevo de la Gallinas Lohmann Brown-Classic de la Avícola Marlito Parroquia Eloy Afaro. Tesis presentada para optar por el grado de Médico Veterinario Y Zootecnia. Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga, Ecaudor. p 100. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5824>
- NAVARRO M. G. 2000. Estudio de factores de calidad de huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de Esparteína y alcaloides totales del lupino. Tesis presentada para optar por el grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2000/fvn632e/doc/fvn632e.pdf>

- NINAHUALPA, D. 2018. Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre la pigmentación a la canal e inmunoglobulinas en pollos de engorde. Tesis presentada para optar por el grado de Médico Veterinario y Zootecnia. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cevallos, Ecuador. p 71. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27102>
- OROSCO, C. 2010. Efecto de tres niveles de harina de haba en la fase de postura pico en gallinas ponedoras de la línea LOHMAN BROWN en el centro experimenta Cota Cota. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. Pp. 40 – 54.
- PERIAGO M. J. 2012. Práctica: Higiene, inspección y control de huevos de consumo. Universidad de Murcia, España. En línea. Consultado en junio del 2012. Disponible en: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-controlalimentario-1/practicas-1/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf>
- PIPICANO, 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). Tesis de Master en Ciencias Agrarias con énfasis en Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. P 69-70. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54623>
- QUIÑONES, X. Q., & Yunda, M. C. 2014. El Achiote *Bixa orellana* L. como posible alternativa productiva para el departamento del Meta. Revista Sistemas De Producción Agroecológicos, 5(1), 142-173. Disponible en: <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/646/693>
- RAIGÓN, M.D.; GARCIA, M.D. y ESTEVE P. (2001). Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237351297_VALORACION_DE_LA_CALIDAD_DE
- L_HUEVO_DE_GRANJA_ECOLOGICA_E_INTENSIVA
- RIVERA, W. 2010. Uso de pigmentos en producción avícola. Obtenido de <http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/USO%20DE%20PIGMENTOS%20EN%20PRODUCCION%20AVICOLA.pdf>
- ROJAS, J. 2016. Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) en la pigmentación de pollos de carne cobb-500. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20500.14077/415>
- ROJAS, V. 2014. Uso de 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 del anaquel del huevo. Tesis presentada para optar por el grado de Licenciado en Ingeniería Zootecnista, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- ROJAS, V.; Callacna, M. y Arnaiz, V. 2015. 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. Revista Scientia Agropecuaria, 6 (3): 191 – 199. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n3/a05v6n3.pdf>
- SANCHEZ Q. E. 2022. Determinar el efecto de dos fertilizantes foliares en la tasa de crecimiento del pino limón (*Cupressus macrocarpa* var. Gold Crest), y pino azul (*Chamaecyparis lawsoniana* var. Ellwoodii) en el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia.
- 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. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/Xxr4KhD3kTKQnDYzt3Kh8Tg/#>
- SILVA JHV, ALBINO LFT, GODÓI M.J.S. 2000. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. Revista Brasileira de Zootecnia; 29(5):1435-1439. Disponible en línea en: Disponible en línea en:

- <https://www.scielo.br/j/rbz/a/qRs4Y3PN9BcF9bwTmgGBwbH/abstract/?lang=pt>
- SEGURA, W. S. Efecto de la infusión de achiote (*Bixa Orellana* L.) en la coloración de la yema de huevo en gallina de postura de la línea Isa Brown. *Apthapi*, La Paz, v. 7, n. 3, dic. 2021. Disponible en: http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2519-93822021000300011&lng=es&nrm=iso
- SILVERSIDES, F.G. 1994. La corrección unitaria de Haugh para el peso del huevo no es adecuada para comparar huevos de gallinas de diferentes líneas y edades. *The Journal of Applied Poultry Research*, 3, 120-126. Disponible en línea en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119320574?via%3Dihub>
- SCHOLTYSSEK, S. 1970. *Manual de avicultura moderna*. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- SHIROMA, P. 2019. Calidad del huevo expandido en los comercios tradicionales y en régimen de autoservicios. *Ciencia y Desarrollo*. Universidad Alas Peruanas. 22 (4):17-21. Disponible en línea en: <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v22i4.1833>
- SOUZA, R. (2008). La comercialización de los huevos. *Selecciones avícolas*. Disponible en línea en: <http://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/11/4447-la-comercializacion-de-los-huevos.pdf>.
- URIBE, M. G. N. 2000. Estudio de factores de calidad de huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de esparteína y alcaloides totales del lupino. Tesis Doctoral, Universidad Austral de Chile.
- USDA, 2000 USDA 2000. *Egg-Grading Manual*. No. 75 USDA, Washington, DC.
- VERA, J.H.; CEPEDA W.E.; TORRES, K.M.; BUEN, E.K.; MENDOZA C.A.; MERCHAN, B.T. et al. 2020. Evaluación de la calidad del huevo marrón comercial del cantón La Troncal, Ecuador. *Rev Colombiana Cienc Anim. Recia*. 2020; 12(2):e771. Disponible en línea en: <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.771>