

Evaluación de la harina integral de zapallo en los parámetros productivos y la pigmentación de la yema de huevo

Evaluation of the whole Pumpkin flour in the productive parameters and the pigmentation of the yolk

Freddy Alain Mendoza-Rivadeneira¹ , Plinio Abelardo Vargas-Zambrano² , María José Solórzano-Vera³ , Ramona Cecilia Párraga-Alava^{2*} ,
Walter Fernando Vivas-Arturo¹  y Juan Horacio Alcivar-Hidrovo¹ 

¹Universidad Técnica de Manabí, Facultad Ciencias Zootécnicas, Departamento Producción Animal. Chone, Manabí, Ecuador.

²Universidad Técnica de Manabí, Facultad Ciencias Zootécnicas, Departamento Procesos Agroindustriales. Chone, Manabí, Ecuador.

³Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Posgrado. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

*Autor para correspondencia: ingcecilaparraga@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la sustitución de maíz en tres niveles por harina integral de zapallo –HIZ– (0; 5 y 10 %) sobre los parámetros productivos y pigmentación de la yema de huevo de gallinas ponedoras. Se utilizaron 240 gallinas de 52 semanas (sem) de edad y un peso promedio de 1,98 kilogramos –kg–, de la línea Hy-Line Brown, las cuales se ubicaron en un galpón dividido en compartimientos para cada unidad experimental durante 45 días. Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado para los 3 tratamientos (0, 5 y 10 % HIZ) con 3 repeticiones y un total de 80 gallinas por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, producción y peso de huevo y la pigmentación de la yema. Se presentaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) en las variables consumo de alimento ($8,25 \pm 0,02$ kg), incremento de peso ($1,923 \pm 109$ g), y peso por huevo ($60,28 \pm 1,52$ g) y pigmentación de la yema (escala Hy-Line International); mientras que en conversión alimenticia, producción de huevo no existieron diferencias estadísticas ($P < 0,05$); por lo cual se puede concluir que la sustitución parcial de HIZ por harina de maíz en las dietas de gallinas ponedoras si influye positivamente en los parámetros productivos y pigmentación de la yema de huevo.

Palabras clave: Pigmentante; zapallo; gallinas ponedoras, yema, huevo

ABSTRACT

The objective of this investigation was to evaluate the effect of the substitution of maize in three levels by integral Pumpkin flour (0; 5 and 10 %) on the productive parameters and pigmentation of the yolk of laying hens. 240 hens of 52 weeks of age and an average weight of 1.98 kilograms, from the Hy-Line Brown line, were used, which were located in a shed divided into compartments for each experimental unit for 45 days. A completely randomized experimental design was applied for the 3 treatments (0, 5 and 10 % HIZ) with 3 repetitions and a total of 80 hens per experimental unit. The variables evaluated were feed intake, weight gain, feed conversion, egg production and weight, and yolk pigmentation. There were statistical differences ($P < 0.05$) in the variables food consumption (8.25 ± 0.02 kg), weight gain ($1,923 \pm 109$ g), and weight per egg (60.28 ± 1.52 g) and yolk pigmentation (Hy-Line International scale); while in feed conversion, egg production there were no statistical differences ($P < 0.05$); Therefore, it can be concluded that the partial replacement of whole Pumpkin flour by cornmeal in the diets of laying hens does positively influence the productive parameters and pigmentation of the yolk.

Key words: Pigmenting; pumpkin; laying hens, yolk, egg

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en el Ecuador, la avicultura a nivel mundial y nacional ha presenciado diversos avances en genética, nutrición y manejo de animales, lo que en la actualidad mejora la oferta y facilita el acceso al consumo de huevo como uno de los alimentos más completos en la alimentación humana [2]. La producción avícola en Ecuador es uno de los principales sectores que ha aportado en gran medida al desarrollo económico y a la seguridad alimentaria nacional, convirtiéndose en una de las fuentes principales de trabajo para muchos ecuatorianos; sin embargo, al igual que los otros sectores de la producción pecuaria enfrenta dificultades que impide su desarrollo eficaz en todos los eslabones de la cadena productiva [26].

Los huevos de gallinas (*Gallus gallus domesticus*) forman parte de los alimentos con grandes propiedades nutricionales, que los convierten en un elemento indispensable en la dieta diaria del ser humano y se obtiene de gallinas ponedoras en jaulas convencionales, debido a los bajos costos de producción [10]; posee un alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales, es decir, aquellos que los organismos no fabrican por sí solo y por ende deben ser incluidos en la dieta [Castañeda y col.] [4]. Pero hay ciertos problemas asociados a la producción del huevo, como los problemas de fisuras que afectan el producto por el ingreso de material ajeno a él, también presentan problemas relacionados con deficiencias en los nutrientes propios del huevo, doble yema, huevos sin yema, con rastros de sangre o material cárnico dentro del mismo [21]; el color también es un aspecto importante a considerar pues denota salud del animal y la frescura de la carne [7, 12], sin dejar a un lado que la pigmentación de la yema (YH) marca preferencia por el consumidor, independientemente del precio de venta, y para obtener esa pigmentación es necesario adicionar a las gallinas en producción dietas a base de materias primas con gran contenido de carotenoides y xantofilas [17].

En el empleo de los distintos tipos de alimentos depende principalmente del sistema de producción, infraestructura, precio de los insumos, ciclo productivo, razas, clima, estado sanitario y fisiológico [11]. Para satisfacer los requerimientos del mercado, las industrias avícolas han optado por adicionar carotenoides o pigmentantes artificiales (canthaxanthin-apoester, entre otros) o productos naturales a la dieta del ave [5, 6, 12], mientras que el pigmento natural no se produce a gran escala debido a la escasez de materia prima. Martínez y col. [15]. La harina integral de zapallo (*Cucurbita moschata*) (HIZ) se obtiene a través del proceso de deshidratación, molienda y tamizado [16], por su aporte de proteína cruda entre 5 y 13 %, una digestibilidad de la materia seca (MS) superior a 80 %, carotenos totales en base seca entre 120 a 280 microgramos -µg- y en base fresca entre 24 y 84 µg, así como la presencia de DL-Metionina [12], como alfa, beta caroteno y luteína, es una alternativa para poder lograr una buena pigmentación de los pollos de engorde, sin tener que recurrir a los pigmentantes artificiales [18]. Por todo lo mencionado, el objetivo de esta investigación fue evaluar las diferentes dietas obtenidas con HIZ y su incidencia en los parámetros productivos y pigmentación de la yema.

MATERIALES Y METODOS

Localidad del experimento

La investigación se efectuó en los predios de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, la cual está ubicada en Ecuador, provincia de Manabí, en la ciudad de Chone en el kilómetro

2 ½ vía Boyacá, a una Longitud Oeste de 80°7'28", Latitud Sur 0°41'16", altitud 10 metros sobre el nivel del mar (msnm). La zona presenta una precipitación anual promedio de 348 milímetros (mm)-año⁻¹, una temperatura media anual de 28,5°C, con humedad relativa de 56 %.

Obtención de la harina de zapallo (HIZ)

Los frutos se recolectaron del centro de abasto del cantón Tosagua con un estado de madurez avanzado. Los frutos fueron previamente lavados con agua y posterior a ello colocados en un lugar limpio y seguro para evitar el deterioro de los mismos. Se inició con el troceado de los frutos mediante la utilización de una rebanadora rebanador artesanal (marca Inmegar, modelo Iram Lr 38324, Ecuador), en éste se incluyó las semillas, cáscara y pulpa de zapallo; posterior a ello se realizó el deshidratado por un tiempo de 8 horas con una temperatura de 65°C y tamizado para evitar degradación de los componentes (Ore Areche y col. 2020) [19], posteriormente se procedió al molido y tamizado (malla #100). Una vez obtenida la HIZ (*Cucurbita moschata*) se colocaron en fundas de plásticos selladas para evitar que éstas se contaminaran.

Composición nutricional del alimento

La composición del alimento (formulaciones) se realizaron en base a la cantidad de maíz (*Zea mays*): T1 (100 % maíz), T2 (95 % maíz - 5 % HIZ) T3 (90 % maíz - 10 % HIZ) y los demás insumos fueron agregados en cantidades iguales, tal como se detalla en la TABLA I.

El alimento se suministró diariamente en dos horarios, 7:30 am y 02:00 pm, al día siguiente en la mañana se pesó el alimento sobrante (Balanza de Piso modelo KW, fabricante T-Schale, Inglaterra), para determinar el consumo diario de las aves. En cuanto a la conversión alimenticia se la obtuvo mediante la cantidad de alimento consumido en kilogramos -kg- dividido con la cantidad de huevos producidos (kg).

TABLA I
Composición de los tratamientos

Insumos	T1	T2	T3
Maíz	56,6%	53,6%	51%
Harina integral de zapallo	0	0,03%	0,056%
Harina de soya	23,6%	23,6%	23,6%
Afrecho de trigo	5,64%	8,61%	11,18%
Aceite de palma	2,2%	2,2%	2,2%
Carbonato de calcio	10,2%	10,2%	10,2%
Fosfato monocálcico	0,6%	0,6%	0,6%
Sal	0,28%	0,28%	0,28%
Atrapador de toxinas	0,11%	0,11%	0,11%
Premix ponedoras	0,016%	0,016%	0,016%
DL metionina	0,1%	0,1%	0,1%
Antimicótico	0,1%	0,1%	0,1%
Bicarbonato	0,1%	0,1%	0,1%
Promotor de crecimiento	0,06%	0,06%	0,06%
Enzimas	0,03%	0,03%	0,03%
Total	100%	100%	100%

Se controló el peso de los huevos de cada uno de los tratamientos (T) expresado en gramos -g-; esto se registró de frecuencia semanal tomando como muestra un total de 30 huevos por T. Este procedimiento se realizó con la utilización de una balanza electrónica (Baxtran, TH500, España). Para la determinación de la pigmentación de la YH se escogió al azar 8 huevos por cada T, los cuales fueron rotos y colocados en un recipiente con fondo blanco para poder realizar la respectiva evaluación. Para este proceso se utilizó la escala Hy-Line International, instrumento éste que es utilizado habitualmente para medir el color de la YH y que ha sido aceptado como estándar en la mayoría de los países del mundo, siendo una medición práctica y precisa del color de la yema, y que tiene valores de 5 a 110, correspondiendo el primer valor al color blanco y el último, al color marrón más oscuro. Los parámetros productivos se tomaron en cuenta desde la semana 52 (inicial) hasta la semana 58 (final) debido a que los parámetros para evaluar pigmentación solo requerían 30 días, sin embargo, se estudió hasta los 45 días, mientras para los parámetros productivos se evaluaron desde la semana 52 a la semana 58 [13].

Los datos obtenidos se analizaron por medio de un software estadístico InfoStat versión 2020, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; que permitió realizar el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, y obtener los datos mediante la prueba de homogeneidad de Tukey con un intervalo de confianza del 95 %.

Manejo del experimento

Se utilizaron 240 gallinas de 52 sem de edad y un peso promedio de 1,98 kg, de la línea Hy-Line Brown, las cuales se ubicaron en un galpón dividido en compartimientos para cada unidad experimental durante 45 días. Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado para los 3 T (0, 5 y 10 % HIZ) con 3 repeticiones y un total de 80 gallinas por unidad experimental (TABLA II). Las aves fueron obtenidas del área de producción de la misma Facultad donde se desarrolló la investigación. Las dietas se formularon cumpliendo con los protocolos y requisitos nutricionales descritos en el Manual de Cría de Aves de la línea Hy-Line Brown [13].

El galpón fue de 8 metros -m- por 16 m al piso, con niales, dividido en seis cuartos, de los cuales se utilizaron 3, donde se alojaron 80 gallinas en cada uno. Las aves recibieron el alimento-gallina-día⁻¹ según el manual de cría de aves [23]. El agua se suministró mediante bebederos automáticos de campana, fabricante Miave de la provincia de Lactacunga - Ecuador. La iluminación se ofreció 16 horas-día⁻¹.

El peso de las aves se registró durante cada sem hasta culminar los 45 días que duró el experimento, esto se realizó con la utilización de la balanza digital.

TABLA II
Distribución de tratamientos con la utilización de harina de zapallo (HIZ) y unidad experimental

Tratamientos	Animales por tratamiento
T1 (control)	80
T2 (5%)	80
T3 (10%)	80
TOTAL	240

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento (kg)

Los resultados obtenidos de consumo de alimento en las aves con los tres T se presentan en la TABLA III, se observa que no hubo diferencias significativas ($P>0,05$) durante cada una de las sem en que se desarrolló la investigación, es decir, los resultados muestran que durante cada una de las sem, el consumo de alimento presentó un promedio de 105 g-día-ave⁻¹. De igual manera Aguillo-Páez y col. [1], sostienen que no observaron diferencias significativas ($P>0,05$) en el consumo de alimento en ninguno de los 5 periodos experimentales evaluados para las gallinas alimentadas con las dietas con maíz (*Zea mays*) local así como importado. Los resultados obtenidos durante la investigación se encuentran cercanos a los estipulados dentro de la Guía de Manejo de gallinas ponedoras [23], donde se muestra un rango de consumo de 8,48-8,96 kg basados en el total de 80 aves. Por otra parte, Martínez y col. [14] muestran el efecto de la inclusión de harina de palmiste (*Elaeis guineensis*) (20 %) sobre la productividad de gallinas ponedoras se 100 a 120 sem, donde confirma que si hubo un aumento en el consumo de alimento y redujo la conversión de masa y el porcentaje de huevos sucios.

TABLA III
Promedio de consumo de alimento (kg)

Semana	Tratamientos			P-valor
	T1	T2	T3	
52_S	8,19(±0,12) ^a	8,25(±0,03) ^a	8,25(±0,03) ^a	0,1927
53_S	8,23(±0,05) ^a	8,24(±0,04) ^a	8,25(±0,03) ^a	0,5874
54_S	8,19(±0,03) ^a	8,25(±0,03) ^a	8,25(±0,16) ^a	0,3990
55_S	8,23(±0,04) ^a	8,25(±0,03) ^a	8,25(±0,01) ^a	0,3071
56_S	8,24(±0,04) ^a	8,22(±0,03) ^a	8,25(±0,12) ^a	0,7000
57_S	8,23(±0,04) ^a	8,24(±0,03) ^a	8,24(±0,03) ^a	0,6029
58_S	8,24(±0,03) ^a	8,23(±0,04) ^a	8,25(±0,02) ^a	0,6144

Medias con letras común no son significativamente diferentes ($P>0,05$)

Incremento de peso de las gallinas

Según los resultados de la TABLA IV, muestran que el incremento de peso fue estadísticamente significativo ($P<0,05$) entre los T mostrando que la sustitución parcial de HIZ, es decir que la dieta si influye positivamente en el aumento del peso, obteniendo 1.923 ± 109 g en el T3 (10 % HIZ). Según estudios realizados por Martínez y col. [16], al evaluar la utilización de harina de semillas de zapallo en 100 g-kg⁻¹ reportaron un aumento en el peso corporal final de las gallinas en su investigación, por otra parte García y col. [8] presenta valores promedios (1.542,29 y 1.776,25 g) con dietas comerciales en gallinas white leghorn L33. La variación de peso corporal se ve influenciado por factores como el manejo de las aves durante la crianza, la nutrición según las etapas fisiológicas, entre otros factores [20].

Conversión de alimento de las aves

En la TABLA V, la conversión de alimentos muestra que, durante la sem 52, la inclusión de la HIZ influyó significativamente ($P<0,05$)

TABLA IV
Incremento de peso semanal de las gallinas (g)

Semana	Tratamientos			P-valor
	T1	T2	T3	
52_S	(1.965 ± 150) ^b	(1.858 ± 123) ^a	(1.856 ± 127) ^a	0,0001
53_S	(1.930 ± 157) ^{ab}	(1.954 ± 92) ^b	(1.886 ± 120) ^a	0,0027
54_S	(1.957 ± 162) ^b	(1.895 ± 128) ^a	(1.953 ± 93) ^b	0,0039
55_S	(1.945 ± 164) ^a	(1.916 ± 136) ^a	(1.938 ± 68) ^a	0,3407
56_S	(1.921 ± 212) ^a	(1.946 ± 111) ^a	(1.936 ± 72) ^a	0,5217
57_S	(1.867 ± 135) ^a	(1.824 ± 86) ^a	(1.931 ± 135) ^b	0,0001
58_S	(1.864 ± 142) ^a	(1.899 ± 85) ^{ab}	(1.923 ± 109) ^b	0,0052

Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

TABLA V
Promedio de conversión de alimento de las aves

Semana	Tratamientos			P-valor
	T1	T2	T3	
52_S	(1,46 ± 0,04) ^b	(1,39 ± 0,03) ^a	(1,41 ± 0,03) ^a	0,0012
53_S	(1,45 ± 0,04) ^a	(1,42 ± 0,02) ^a	(1,41 ± 0,05) ^a	0,2390
54_S	(1,44 ± 0,04) ^a	(1,41 ± 0,04) ^a	(1,42 ± 0,05) ^a	0,4805
55_S	(1,44 ± 0,04) ^a	(1,43 ± 0,03) ^a	(1,42 ± 0,03) ^a	0,6853
56_S	(1,44 ± 0,02) ^a	(1,41 ± 0,02) ^a	(1,42 ± 0,06) ^a	0,3370
57_S	(1,47 ± 0,05) ^a	(1,43 ± 0,04) ^a	(1,42 ± 0,04) ^a	0,1175
58_S	(1,49 ± 0,03) ^b	(1,43 ± 0,01) ^{ab}	(1,41 ± 0,02) ^a	0,0112

Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

sobre la conversión de alimentos de las gallinas ponedoras, dando como resultados diferencias estadísticas entre el T1 con una media de 1,46 ± 0,04 g con los T2 y T3, con promedios de 1,39 ± 0,03, respectivamente. Para las sem siguientes, la conversión de alimento no fue significativa entre cada uno de los T. Estudios realizados por Carranco-Jauregui y col. [3], al utilizar harina de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diversas formulaciones, muestra un rango de conversión de alimento de 1,87 a 1,91 kg, respectivamente de igual manera. Paredes y Sagástegui [25], en su investigación mencionan que la cebolla (*Allium cepa*) fresca suplementada con un nivel de 1 % produjo mayor ganancia de peso, siendo el valor suficiente para generar un mejor índice de conversión alimenticia. Estos factores sugieren la dieta con HIZ que en una excelente alternativa para la alimentación en animales de interés zootécnico.

Producción de huevo

Según los resultados de la TABLA VI, la producción semanal de huevos muestra que no existió diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre cada uno de los T, en este caso se tiene que del total de aves por T la producción mantuvo un rango de producción de 66 a 72 % entre los T durante los 45 días, valores promedio a los reportados por García y col. [7], donde obtuvieron excelente resultados (69,6 ± 3,8 %) con la adición de 3 % de Sargassum en las dietas de gallinas Rhode Island.

TABLA VI
Promedio de la producción de los huevos

Semana	Tratamientos			P-valor
	T1	T2	T3	
52_S	(67 ± 1,73) ^b	(72 ± 1,60) ^a	(70 ± 1,35) ^a	0,0001
53_S	(68 ± 2,29) ^a	(70 ± 1,35) ^a	(70 ± 2,21) ^a	0,1411
54_S	(69 ± 1,72) ^a	(69 ± 1,95) ^a	(70 ± 1,80) ^a	0,4353
55_S	(69 ± 1,89) ^a	(69 ± 1,29) ^a	(70 ± 1,60) ^a	0,5033
56_S	(69 ± 1,11) ^a	(70 ± 1,15) ^a	(70 ± 2,36) ^a	0,3313
57_S	(68 ± 1,38) ^a	(69 ± 1,81) ^a	(70 ± 1,83) ^a	0,0525
58_S	(66 ± 1,53) ^a	(69 ± 0,02) ^{ab}	(70 ± 1,53) ^b	0,0203

Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Peso por huevo

De los resultados reflejados en la TABLA VII con relación al peso del huevo de cada uno de los T, los resultados fueron significativos ($P < 0,05$) durante cada una de las sem en que se desarrolló la investigación. Los resultados obtenidos durante la primera, segunda, cuarta, sexta y séptima sem, los T muestran que el T3 presentó el mayor peso de los huevos alcanzando un rango de 60,24 a 63,00 g, en cuanto que en la quinta sem el T3 obtuvo el mayor peso promedio con un total de 64,13 g. Según estudios realizados por Paez y Quimba [24], al evaluar la variable del peso de huevo el T3 (10 % HIZ) fue el que presentó mayor cambio ($P < 0,05$) frente a los demás obteniendo huevos de clasificación tipo (AA).

TABLA VII
Promedio de los pesos de los huevos (g)

Semana	Tratamientos			P-valor
	T1	T2	T3	
52_S	(58,13 ± 1,73) ^a	(58,89 ± 1,60) ^b	(60,24 ± 1,35) ^c	0,0001
53_S	(62,13 ± 2,19) ^b	(59,77 ± 1,35) ^a	(63,00 ± 2,21) ^c	0,0001
54_S	(58,11 ± 1,72) ^b	(61,24 ± 1,95) ^c	(57,00 ± 1,80) ^a	0,0001
55_S	(57,13 ± 1,89) ^a	(63,13 ± 1,29) ^b	(63,00 ± 1,60) ^b	0,0001
56_S	(58,87 ± 1,11) ^b	(64,13 ± 1,15) ^c	(57,89 ± 2,36) ^a	0,0001
57_S	(59,74 ± 1,38) ^a	(59,76 ± 1,81) ^a	(61,87 ± 1,83) ^b	0,0001
58_S	(58,00 ± 11,53) ^a	(62,00 ± 0,02) ^b	(61,30 ± 1,53) ^b	0,0001

Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Por otra parte, Martínez y col. [14] reportan que no existieron diferencias significativas en el peso del huevo en su investigación que incluía harina de palmiste (*Elaeis guineensis*). Sin embargo, Aguillon-Paez y col [1] señalaron que el peso del huevo fue significativamente mayor ($P = 0,025$) en las sem 28-31 en las gallinas alimentadas con la dieta que contenía maíz cultivado localmente frente al maíz importado (60,6 frente a 58,9 g, respectivamente); Sin embargo, aproximadamente el 60 % de la variación del tamaño del huevo, es debida a factores no genéticos (nutrición, manejo, entre otros). Estos factores no genéticos pueden ser manipulados por los productores de huevo para alcanzar el perfil del tamaño del huevo deseado [13].

Fijación de pigmento en la yema

En lo que respecta a la TABLA VIII, la coloración de la YH en los resultados muestra que, el día cero los resultados no fueron estadísticamente significativos ($P < 0,05$) entre cada uno de ellos, es decir, obteniendo una puntuación de 105. Durante la segunda sem, los resultados presentaron una variación entre cada uno de ellos, dando como resultado una mayor fijación del pigmentantes en el T3 con una media de coloración de 107, durante los 30 y 45 días los resultados fueron significativos ($P < 0,05$) al comparar los datos de las dos dietas que incluían HIZ con el T testigo con una media de 107 y 108 para cada una de las sem. Los resultados recopilados por Meza y col. [18], indican que se obtuvieron rangos de pigmentación (9 a 10 en la escala de Roche) muy favorables para el pimentón (*Capsicum annum*) y achiote (*Bixa Orellana*) manteniendo los parámetros productivos acorde a la línea de aves utilizada, con una aceptación de los consumidores buena [18], mientras que Martínez y col. [14] y otros autores demostraron que, la adición de hojas de *Psidium guajava* no modificó el índice de forma, altura de la yema, superficie de la cáscara, peso del huevo y unidad Haugh, a las 37 sem de edad. Sin embargo, el grosor de la cáscara y el color de la yema aumentaron ($P < 0,05$) con la adición de 0,5 % con respecto a los demás T experimentales.

TABLA VIII
Pigmentación de la yema de los huevos

Días	Tratamientos			P-valor
	T1	T2	T3	
0_D	(105±0,45) ^a	(105±0,45) ^a	(105±0,45) ^a	0,9999
15_D	(105±0,45) ^a	(106±0,45) ^b	(107±0,55) ^c	0,0001
30_D	(105±0,45) ^a	(107±0,45) ^b	(107±0,45) ^b	0,0001
45_D	(105±0,45) ^a	(107±0,45) ^b	(108±0,45) ^b	0,0001

Medias con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0,05$)

El resultado del color de YH analizados en este estudio, concuerda con lo que reporta Grashorn, M. quien indicó que la YH de producción convencional es más oscura que la de los huevos de pastoreo, es decir más anaranjada que amarilla [9].

En cuanto a la utilización de HIZ como alternativa para mejorar la pigmentación de la YH, hay poca información [22] pero referente a los resultados obtenidos se puede mencionar que, al aumentar la concentración de HIZ, la fijación de pigmentos aumentó significativamente, factor que se le atribuye al contenido de carotenoides totales aportados por la harina [18].

CONCLUSIONES

La inclusión de 10 % de HIZ en la dieta de gallinas ponedoras arrojaron excelentes resultados en cuanto a la fijación del pigmento y gracias a su contenido nutricional puede ser usado como alimento alternativo ya que tuvo excelentes resultados en cuanto a las variables consumo de alimento, peso semanal, conversión de alimento, producción de huevos y peso de huevo en comparación con el T control.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a la Universidad Técnica de Manabí por el financiamiento de la investigación, a la Facultad de Ciencias Zootécnicas por prestar el área de producción animal donde se llevó a cabo el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] AGUILLÓN-PÁEZ, Y.J.; DÍAZ, G.J.; BETANCOURT, L. Selected performance parameters in laying hens and broiler chickens receiving diets containing Colombian corn or corn imported from the United States. **CES Med. Vet. Zoot.** 15(3): 7-24. 2020.
- [2] BARACHO, M.S.; CAMARGO, G.A.; LIMA, A.M.; MENTEM, J.; MOURA, D.J.; MOREIRA, J.; NAAS, I.A. Variables impacting poultry meat quality from production to pre-slaughter. **Brasileira Ciên. Avic.** 8(4): 201-212. 2006.
- [3] CARRANCO-JÁUREGUI, M.; BARRITA-RAMÍREZ, V.; FUENTE-MARTÍNEZ, B.; ÁVILA-GONZÁLEZ, E.; SANGINÉS-GARCÍA, L. Inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* en raciones para gallinas ponedoras de primer ciclo y su efecto sobre la pigmentación de yema de huevo. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 11(2): 355-368. 2020.
- [4] CASTAÑEDA, M.; HIRSCHLER, E.; SAMS, A. Pigmentation Evaluation in Broilers Fed Natural and Synthetic Pigments. **Poult. Sci.** 8(1): 32-34. 2014.
- [5] CORTES, A.; RAMÍREZ, S.; ARCE, J.; AVILA, E.; LÓPEZ, C. Effect of feeding low-oil ddgs to laying hens and broiler chickens on performance and egg. **Brazilian J. Poult. Sci.** 17(2): 247-254. 2015.
- [6] CORTÉS, M.; RAMÍREZ, L.; MICANGUER, A. El huevo de gallina y su procesamiento industrial: una revisión. **Rev. Biotecnol. Sector Agropec. Agroindustr.** 20(1): 221-239. 2022.
- [7] GARCÍA, X.; GONZÁLEZ, P.; PIÑÓN, A.; CASAS, M. Sargassum en las dietas de gallinas Rhode Island mejora la calidad del huevo y funcionalidad por enriquecimiento con Iodo. **CICIMAR Océánides.** 37(1): 14-24. 2023.
- [8] GARCÍA, D.M.; COLAS, M.C.; LÓPEZ, W.S.; PÉREZ, E.O.; SÁNCHEZ, A.P.; LAMAZARES, M.C.; GRANDÍA, R.G. El peso corporal y su efecto sobre indicadores bioproductivos en gallinas White Leghorn L33. **Rev. Fac. Med. Vet. Zoot.** 63(3): 188-200. 2016. <https://doi.org/j7g8>.
- [9] GRASHORN, M. Feed additives for influencing chicken meat and egg yolk color Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages. **Book Aid Intern.** Pp 283-302. 2016.
- [10] GUIER-SERRANO, M.; DAVIDOVICH-YOUNG, G.; WONG-GONZÁLEZ, E.; CUBERO-CASTILLO, E. Calidad microbiológica y fisicoquímica y sabor de huevos de gallina de producción convencional o pastoreo. **Agronom. Mesoamer.** 33(1): 1-18. 2022.
- [11] HAIL-MAMANI, S. Evaluación del efecto de tres niveles de "DL-Metionina" en la producción de ave de postura de la Línea (Hy-Line Brown) en la fase de postura uno y dos, en el centro experimental de Cota Cota. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. Tesis de Grado. 49 pp. 2016.

- [12] HERNÁNDEZ, J.; PÉREZ, M.; GONZÁLEZ, A.; VILLEGAS, Y.; RODRÍGUEZ, G.; MEZA, V. Calidad de huevo de cuatro líneas genéticas de gallinas en clima cálido. **Mexicana Cien. Agríc.** 6: 1107-1118. 2013.
- [13] HY-LINE BROWN. Guía de Manejo Hy-Line International. 2018. United States of America. En línea: <https://bit.ly/444zbc>. 26/10/2022.
- [14] MARTÍNEZ, Y.; BONILLA, J.L.; SEVILLA, M.A.; MATAMOROS, I.; BOTELLO, A.; VALDIVIÉ, M. Efecto de la harina de palmiste (*Elaeis guineensis*) sobre la postura, la calidad del huevo y la viabilidad económica de gallinas ponedoras viejas. **Cuban J. Agricult. Sci.** 55(2): 40-49. 2021.
- [15] MARTÍNEZ, Y.; RODRÍGUEZ, R.; PUPO, G.; ROSABAL, O.; OLMO, C.; VALDIVIÉ, M. Efecto fitobiótico del polvo de hoja de *Psidium guajava* sobre la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras. **Cuban J. Agricult. Sci.** 54(4): 557-568. 2020.
- [16] MARTÍNEZ, Y.; CÓRDOVA, J.; SANTANA, A.; MARTÍNEZ, O.; VALDIVIÉ, M.; BETANCUR, C. Productividad y calidad del huevo de gallinas con niveles crecientes de harina de semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*). **Rev. Mex. Cien. Pec.** 3(1): 65-75. 2012.
- [17] MENDOZA, F.; BARRE R.; VARGAS, P.; ZAMBRANO, L. Harina integral de zapallo (*Cucurbita moschata*) para alimento alternativo en la producción avícola. **CIENCIAMATRIA.** 5(9): 668-679. 2019.
- [18] MEZA, M.; HINOJOSA, F.; LOBO, R. Uso de pigmentantes naturales para la coloración de la yema de huevo. **Rev. Colomb. Zoot.** 4(7): 38-42. 2018.
- [19] ORE-ARECHE, F.; AGUIRRE-HUAYHUA, L.; TICSIHUA, J. Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa Mol.*) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. **Revista Alfa.** 4(12): 200-210. 2020.
- [20] RÉHAULT-GODBERT, S.; GUYOT, N.; NYS, Y. The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health. **Nutrients.** 11(3): 684. 2019.
- [21] MORALES, W.; RODRÍGUEZ, V.; VERJAN, N. Parámetros productivos y económicos de gallinas ponedoras ISA Brown en segundo ciclo de producción suplementadas con aminoácidos no esenciales. **Rev. Investig. Vet. Perú.** 29(2): 533-543. 2018.
- [22] NIETO, I.C.; MORA, J.N. Revisión: estimación de deficiencias en la calidad del huevo. **Publicac. e Investig.** 13(1): 103-110. 2019.
- [23] ORTÍZ, S. Manual de gallinas ponedoras. 2013. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. En línea: <https://bit.ly/41Q2CEc>. 28/11/2022
- [24] PÁEZ, L.; QUIMBA, J. Estudio comparativo para mejorar la pigmentación de la yema de huevo a base de zanahoria (*Daucus Carota*), ayama (*Cucurbita maxima*) y maíz (*Zea mays*) en aves de postura en el centro experimental granja "El Tíbar". Universidad de Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ubaté. Tesis de Grado. 44 pp. 2016.
- [25] PAREDES, M.; SAGÁSTEGUI, F. Efectos de la suplementación dietaria con cebolla (*Allium cepa*) sobre el desempeño del pavo en crecimiento, peso de órganos internos y estabilidad oxidativa de la carne. **Rev. Investig. Vet. Perú.** 32(4): 1-10. 2021.
- [26] SINCHIRE, C.V. Evaluación de las ponedoras de la línea Lohmann Brown-Classical en la fase de producción, en la finca experimental Punzara. Universidad Nacional de Loja. Loja. Tesis de Grado. 56 pp. 2012.