

Efectos de la flor de marigold (*Tagetes erecta*) y el rizoma de cúrcuma (*Curcuma longa*) como fuentes de carotenoides sobre el rendimiento productivo y las características de carcasa de pollos doble propósito en la fase de finalización

Effects of marigold flower (*Tagetes erecta*) and turmeric rhizome (*Curcuma longa*) as sources of carotenoid on productive performance and carcass characteristics of dual-purpose chickens in the finishing phase

Manuel Paredes^{1,2}, Keiko Quispe¹

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la flor de marigold (*Tagetes erecta*) y el rizoma de cúrcuma (*Curcuma longa*) como fuentes de carotenoides sobre el desempeño productivo del pollo doble propósito y características de carcasa. Se trabajó con 120 pollos de ambos sexos desde 84 hasta 112 días de edad, asignados a seis tratamientos (cinco repeticiones por tratamiento y cuatro aves por repetición), bajo arreglo factorial, con dos factores: sexo (machos y hembras) y fuentes de carotenoides (control, marigold y cúrcuma). Todos los pollos recibieron el mismo alimento concentrado, variando las fuentes de carotenoides. La flor de marigold y el rizoma de cúrcuma no mejoraron el rendimiento productivo de los pollos ni generaron efectos adversos en el crecimiento. La cúrcuma produjo mayor tonalidad rojiza en la carcasa que el marigold; sin embargo, la flor de marigold provocó mayor amarillamiento de la piel de pechuga. El rizoma de cúrcuma redujo la acumulación de grasa abdominal en la carcasa, con menor masa de hígado con relación al peso corporal del ave.

Palabras clave: pollo doble propósito, fuentes de carotenoides, marigold, cúrcuma, rendimiento productivo, características de carcasa

¹ Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

² E-mail: mparedes@unc.edu.pe

Recibido: 7 de septiembre de 2021

Aceptado para publicación: 18 de marzo de 2022

Publicado: 27 de abril de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of marigold flower (*Tagetes erecta*) and turmeric rhizome (*Curcuma longa*) as sources of carotenoids on the productive performance of dual-purpose chicken and carcass characteristics. In total, 120 chickens of both sexes from 84 to 112 days of age were assigned to six treatments (five repetitions per treatment and four birds per repetition), under factorial arrangement with two factors: sex (males and females) and sources of carotenoids (control, marigold and turmeric). All birds received the same concentrated feed, and the differences were the sources of carotenoids. Marigold flower and turmeric rhizome did not improve the productive performance of chickens, nor did they generate adverse effects on growth. Turmeric produced a greater reddish hue in the carcass than marigold; however, the marigold flower caused greater yellowing of the breast skin. Turmeric rhizome reduced the accumulation of abdominal fat in the carcass, with lower liver mass in relation to the bird's body weight.

Key words: dual purpose chicken, carotenoid sources, marigold, turmeric, productive performance, carcass characteristics

INTRODUCCIÓN

En la explotación de aves doble propósito, los machos se crían para el engorde y las hembras para la puesta (Leenstra *et al.*, 2011). La industria avícola especializada cuenta con líneas genéticas de carne o huevos, aunque las estirpes de carne no prosperan eficientemente en zonas altas sobre el nivel del mar, y las empresas de gallinas ponedoras desechan los pollos machos (Buzala y Janicki, 2016) por las bajas tasas de crecimiento, siendo eliminados inmediatamente después de la eclosión (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2018). Razas doble propósito como Plymouth Rock, Sussex, Rhode Island Red y New Hampshire son reconocidas por la calidad de su carne y la capacidad productora de huevo grande pardo (North y Bell, 1993; Lambertz *et al.*, 2018). Nuevos tipos comerciales de pollos doble propósito incluyen a Lohmann Dual y Walesby Specials de Alemania y Novogen Dual de Francia (Mueller *et al.*, 2018).

También existen razas autóctonas con rendimiento limitado (Damme *et al.*, 2015) y

su nivel de representatividad varía según el país (Pym, 2013). En el Perú se ha llegado a registrar cerca de 15 millones de pollos recién nacidos doble propósito (MINAGRI, 2020). En el valle de Cajamarca, Perú, sobre 2700 msnm, se han hecho evaluaciones de engorde de pollos machos de varias razas y genotipos autóctonos como el Peruano Cariaco con buenos resultados cárnicos (Paredes *et al.*, 2019; Paredes y Vasquez, 2020).

El pollo doble propósito alimentado con raciones bajas en maíz presenta piel pálida con baja tonalidad del color amarillo, lo cual no es apreciado por cierto sector de consumidores. La pigmentación amarilla de la piel se relaciona con la ingesta de maíz y la piel pálida con la de trigo, que carece de pigmentos (Sirri *et al.*, 2010). La pigmentación de las aves se ve afectada por la cantidad y tipo de pigmentos dietéticos, estado de salud, sexo y procesamiento en el beneficio (Petraconi y Fletcher, 2002). Se dispone de resultados de investigaciones en pollos de engorde de rápido crecimiento utilizando aditivos naturales (Pérez-Vendrell *et al.*, 2001), pero no se dispone de informes en pollos de lento crecimiento.

Los carotenoides vegetales más comúnmente utilizados en dietas de aves de corral son el β -caroteno, zeaxantina del maíz y las xantofilas de la alfalfa, con la finalidad de aumentar el amarillamiento de la piel y el color amarillo o naranja de las yemas de huevo (Riley *et al.*, 2021). Se han identificado más de 1100 carotenoides naturales (Yabuzaki, 2017), siendo algunos la principal fuente dietética de provitamina A, aunque muchos de estos no la tienen o la pierden al oxidarse, como carotenos, β -criptoxantina, astaxantina, cantaxantina, zeaxantina y luteína. Por otro lado, los carotenoides con alta actividad de provitamina A tienen bajas propiedades de pigmentación (Marounek y Pebriansyah, 2018).

Algunos carotenoides están relacionados con el crecimiento, metabolismo, fertilidad e inmunidad (McDonald *et al.*, 2010). Los efectos del polvo de flor de marigold (*Tagetes erecta*) como sustituto de un antibiótico promotor de crecimiento en el rendimiento productivo e inmune ha sido estudiado (Foroutankhah *et al.*, 2019). Asimismo, la suplementación con los carotenoides curcumina y luteína reducen la oxidación lipídica en el hígado, pollos suplementados con luteína presentan una mejor pigmentación y los suplementados con curcumina alcanzaron una mejor respuesta inmune (Rajput *et al.*, 2013). Xie *et al.* (2019) determinaron que la curcumina juega un papel importante en la reducción de la deposición de grasa abdominal al disminuir el perfil lipídico hepático y plasmático que afectan los niveles de expresión de genes relacionados con la lipogénesis y la lipólisis.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la suplementación de pollos doble propósito con dos fuentes de carotenoides naturales provenientes de la flor de marigold (*T. erecta*) y del rizoma de cúrcuma (*Curcuma longa*), ricos en luteína y curcumina, respectivamente, incluidas en dietas de finalización con bajo contenido de maíz amarillo, sobre el rendimiento productivo y pigmentación de la piel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aves, Dietas y Diseño Experimental

Se seleccionaron 120 pollos doble propósito, machos y hembras, de 84 días de edad a partir de pollos adquiridos de la empresa ISAMISA (Lima, Perú) y criados desde un día de edad en la granja avícola experimental de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, a una altitud de 2710 msnm. Las aves en fase de finalización fueron alojadas en un galpón dividido en 50 corrales de 3 m² cada uno, hasta los 112 días de edad.

El pienso basal de finalización (Cuadro 1) fue formulado de acuerdo con las recomendaciones para pollos de crecimiento lento establecido por FEDNA (2018), al cual se agregó polvos secos de rizomas de cúrcuma o flor de marigold a razón de 1 g/kg de pienso, de acuerdo con las recomendaciones de la empresa Montana SA, proveedor de la flor de marigold, a fin de aportar 200 mg de luteína por gramo y pigmentar con eficacia la piel de los pollos. Se consideró también la inclusión de 1 g de cúrcuma por kilogramo de pienso a fin de aportar hasta 200 mg de curcumina por gramo de polvo de cúrcuma (Rajput *et al.*, 2013).

El alimento con los respectivos aditivos fue suministrado en el periodo de finalización (84-112 días); es decir, cuatro semanas antes del sacrificio. Las aves fueron distribuidas en tres raciones (fuentes de carotenoides y control) y sexo (seis grupos experimentales). Cada tratamiento contó con 20 pollos distribuidos en 5 corrales con 4 aves, considerándose cada corral como una unidad experimental o repetición. El pienso en forma de harina y el agua de bebida fueron suministrados *ad libitum*.

Cuadro 1. Ingredientes y contenido nutricional del pienso basal (base fresca) utilizado en el experimento

Dieta	%
Ingredientes	
Arroz partido	49.0
Maíz amarillo	15.0
Polvillo de arroz	5.0
Afrecho de trigo	8.0
Torta de soya	18.0
Aceite de palma	2.0
Carbonato de calcio	1.0
Fosfato dicálcico	1.3
Cloruro de sodio	0.4
DL-Metionina	0.1
L-Lisina HCl	0.1
Premezcla vitamínica y mineral ¹	0.1
Contenido nutricional	
Materia seca	87.94
Proteína cruda	14.67
Energía metabolizable (kcal/kg)	2998
Fibra cruda	3.12
Lisina	0.81
Metionina	0.35
Calcio	0.71
Fósforo disponible	0.32
Sodio	0.18

¹ Cada kg contiene: Vit. A 9 000 mil UI, Vit. D₃ 2 500 mil UI, Vit. E 15 000 UI, Vit. K₃ 2.5 g, tiamina 1.5 g, riboflavina 6.5 g, cianocobalamina 0.01 g, ácido pantoténico 5.50 g, ácido fólico 1 g, niacina 25 g, Mn 70 g, Zn 70 g, Fe 30 g, Cu 8 g, I 1 g, Se 0.30 g, Co 0.1 g. Producto comercializado como Proapack Levante por Distribuidora Montana, Perú

Polvo Seco de Rizoma de Cúrcuma y Flor de Marigold

Los rizomas de cúrcuma (*Curcuma longa* L) fueron adquiridos en un mercado de abastos de la ciudad de Cajamarca, lim-

piados y pelados, y finalmente secados en estufa a 60 °C durante 48 h. La molienda para obtener polvo seco y homogéneo se hizo en un micro molino Wiley TE-648.

El polvo de flor de marigold fue adquirido de la empresa Montana SA (Lima, Perú), como Tecxafil 20 Polvo, cuya ficha técnica indica que el producto es un pigmentante natural saponificado y estabilizado, obtenido a partir de las flores de marigold (*T. erecta*) con una riqueza de 20% de xantofilas del tipo luteína.

Rendimiento Productivo

Se registró semanalmente el peso corporal e ingesta de alimento de los pollos por corral mediante una balanza electrónica de precisión (BEP) KERN (6000 g de capacidad, 0.1 g de precisión). Se calculó la ganancia media diaria (GMD) por ave y el promedio de ingesta diaria (IDA) por ave y por tratamiento. El índice de conversión alimenticia (ICA) se calculó mediante la relación IDA/GMD.

Carcasa y Vísceras

Al final del estudio (día 112) se seleccionaron aleatoriamente dos aves por corral (10 aves por tratamiento) para evaluar las características de la carcasa y de la carne. Los pollos fueron trasladados a un camal de aves de propiedad privada ubicado a 1 km de la zona de crianza. Las aves fueron pesadas y luego sacrificadas mediante corte de la vena yugular para garantizar la máxima y rápida pérdida de sangre después de 10 h de privación de alimento y agua. Se retiraron las plumas y se obtuvo la carcasa, compuesta por la cabeza, cuello, muslos + piernas, pechuga, alas, patas, vísceras (corazón, hígado y molleja lavada) y grasa abdominal.

Se registró el peso de la carcasa y demás partes seccionadas de la carcasa. Los pesos se determinaron en una balanza KERN (4000 g de capacidad, 0.01 g de precisión). El rendimiento porcentual de carcasa se

Cuadro 2. Efecto de las fuentes de carotenoides sobre el rendimiento productivo¹ de pollos doble propósito en fase de finalización (85-112 días de edad)

Fuente de carotenoides	Sexo	PC final (g)	GMD (g)	IDA (g)	ICA (g/g)	RC (%)
Control	Macho	3724 ^a	43.0 ^a	172.2 ^a	4.0 ^b	82.4 ^a
	Hembra	2665 ^b	33.1 ^b	142.0 ^b	4.3 ^a	78.4 ^b
Marigold	Macho	3739 ^a	46.8 ^a	187.7 ^a	4.0 ^b	82.3 ^a
	Hembra	2571 ^b	30.9 ^b	136.3 ^b	4.4 ^a	78.3 ^b
Cúrcuma	Macho	3733 ^a	46.4 ^a	185.7 ^a	4.0 ^b	82.8 ^a
	Hembra	2631 ^b	30.1 ^b	129.1 ^b	4.3 ^a	78.4 ^b
	SEM	248.4	3.21	10.66	0.08	0.93
Valor p						
	Fuente de carotenoides (FC)	0.894	0.719	0.617	0.924	0.716
	Sexo (S)	<0.001	<0.001	<0.001	0.009	<0.001
	FC x S	0.717	0.845	0.134	0.919	0.865

¹ Cada valor representa la media de 5 repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por 4 aves

PC: peso corporal; GMD: ganancia media diaria; IDA: ingesta diaria de alimento; ICA: índice de conversión alimenticia; RC: Rendimiento de carcasa

SEM: Error estándar de la media

^{a,b} Medias dentro de columnas con letras diferentes difieren significativamente ($p < 0.05$)

calculó a partir del peso de la carcasa caliente sobre el peso vivo final. Los pesos relativos de las piezas de la carcasa, grasa abdominal y demás órganos fueron determinados mediante su respectivo peso sobre el peso de la carcasa y multiplicado por 100. Asimismo, el peso relativo de los órganos internos se determinó con relación al peso vivo final del ave.

Color de Piel

En los pollos beneficiados, la pigmentación de la piel de la pechuga se determinó en cada ave después de 45 minutos de oreo de la carcasa, utilizando un medidor de color Konica Minolta CR-400 (Camera Co, Japón). El color de la piel se expresó en dimensiones de luminosidad (L^*), enrojecimiento (a^*) y amarillez (b^*), de acuerdo con el sistema de color CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, 1978).

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza con arreglo factorial de 3 x 2 mediante el procedimiento GLM del System Analysis Statistic (SAS, 2003). La significancia de las diferencias entre los valores de las medias se determinó mediante la prueba LSD de Fisher ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento Productivo

El PC final, GMD, IDA, ICA y RC se muestran en el Cuadro 2. Se encontraron diferencias en todos los indicadores de rendimiento productivo por efecto del factor sexo ($p < 0.05$), lo que corrobora el gran dimorfismo sexual que existe entre los pollos doble

Cuadro 3. Efecto de las fuentes de carotenoides sobre componentes de la carcasa¹ de pollos doble propósito beneficiados a los 112 días de edad

Fuente de carotenoides	Sexo	Pechuga (%)	Muslos + pierna (%)	Patas (%)	Alas (%)	Grasa abdominal (%)
Control	Macho	21.7 ^b	27.6	3.8	9.1	2.7 ^b
	Hembra	22.9 ^a	27.4	3.8	9.6	3.3 ^a
Marigold	Macho	21.8 ^b	27.5	3.6	9.4	2.8 ^b
	Hembra	22.8 ^a	27.4	3.7	9.7	3.6 ^a
Cúrcuma	Macho	21.8 ^b	27.5	3.6	9.6	2.2 ^c
	Hembra	22.9 ^a	27.1	3.6	9.6	3.1 ^{ab}
	SEM	0.26	0.08	0.05	0.09	0.93
Valor p						
Fuente de carotenoides (FC)		0.914	0.691	0.204	0.177	0.008
Sexo (S)		<0.001	0.134	0.618	0.069	<0.001
FC x S		0.408	0.702	0.742	0.214	0.791

¹ Cada valor representa la media de 5 repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por 4 aves.

SEM: Error estándar de la media.

^{a,b,c} Medias dentro de columnas con letras diferentes difieren significativamente ($p < 0.05$)

propósito, especialmente en la fase de finalización. Sin embargo, no hubo efecto por las fuentes de carotenoides ni por las interacciones entre sexo y fuentes de carotenoides, lo que permitió analizar los resultados en forma aislada.

Cuando se evalúan ingredientes dietarios clasificados como aditivos o funcionales y de origen vegetal, se sugiere tener en cuenta que estos pueden contener y en diferentes cantidades a polifenoles, flavonoides-O-glucósidos acilados, flavonoides metoxilados, aminoácidos, alcaloides, carotenoides, saponinas y taninos, entre otros compuestos, que pueden disminuir la digestión y absorción de nutrientes, afectando el crecimiento (Foroutankhah *et al.*, 2019). En el presente

estudio, los indicadores de rendimiento de los pollos no fueron influenciados por las fuentes de carotenoides, a diferencia de resultados de otros estudios con ingredientes botánicos (Landy *et al.*, 2011). Es posible que las dosis empleadas de marigold y cúrcuma no hayan sido suficientes para causar un efecto positivo en los indicadores productivos del pollo doble propósito, considerando que solo se estudió la fase de finalización y la cantidad usada de los ingredientes evaluados, de acuerdo a los antecedentes de investigación, apuntó principalmente a la pigmentación de la piel y posibles efectos sobre funciones inmunológicas y metabólicas, no medidas directamente en la presente investigación, pero que podrían influenciar sobre la productividad de las aves

Cuadro 4. Efecto de las fuentes de carotenoides sobre la pigmentación de la piel¹ de pollos doble propósito beneficiados a los 112 días de edad

Fuente de carotenoides	Sexo	CIE L*	CIE a*	CIE b*
Control	Macho	40.6 ^c	2.3 ^c	11.3 ^c
	Hembra	41.2 ^c	2.3 ^c	11.1 ^c
Marigold	Macho	42.4 ^b	4.3 ^b	35.0 ^a
	Hembra	42.5 ^b	4.3 ^b	35.7 ^a
Cúrcuma	Macho	44.2 ^a	6.4 ^a	18.7 ^b
	Hembra	43.9 ^a	6.8 ^a	18.9 ^b
	SEM	0.59	0.80	4.52
Valor p				
	Fuente de carotenoides (FC)	0.002	<0.001	<0.001
	Sexo (S)	0.514	0.815	0.874
	FC x S	0.326	0.701	0.502

¹ Cada valor representa la media de cinco repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por dos aves

SEM: Error estándar de la media.

^{a,b,c} Medias dentro de columnas con letras diferentes difieren significativamente ($p < 0.05$)

El color de la piel se expresa en dimensiones de luminosidad (L*), enrojecimiento (a*) y amarillez (b*), de acuerdo con el sistema de color CIE (Commission Internationale de l'Éclairage)

Componentes de la Carcasa

Las medias de los componentes de la carcasa se presentan en el Cuadro 3 como porcentaje del peso medio de la carcasa según tratamientos. El peso relativo de la pechuga fue mayor en hembras que en machos, en tanto que la grasa abdominal fue influenciada por efecto de los carotenoides, con menor acumulación de grasa abdominal en los pollos que consumieron cúrcuma ($p < 0.05$).

En el presente ensayo, la cantidad de grasa abdominal fue menor en los pollos doble propósito machos suplementados con cúrcuma en comparación con los pollos alimentados con la dieta control o la dieta basal suplementada con marigold. Estos resultados son consistentes con el estudio de Hernández *et al.* (2004), quienes no encontraron dife-

rencias entre los controles y grupos suplementados con mezclas de extractos de plantas sobre el peso relativo de estructuras corporales de pollos.

Pigmentación de la Piel

Las dos fuentes de carotenoides evaluadas generaron diferentes tonalidades de pigmentación en la piel de pechuga ($p < 0.05$), tanto en luminosidad como en enrojecimiento y amarillamiento (Cuadro 4).

Con el polvo de marigold se logró duplicar la coloración roja de la piel del pollo y la intensidad del color amarillo se triplicó, lo cual es concordante con lo reportado por Pérez-Vendrell *et al.* (2001), quienes lograron incrementar la intensidad roja de la piel del pollo de carne Ross 308 de 3 a 6 veces más respecto del lote control y la intensidad ama-

Cuadro 5. Efecto de las fuentes de carotenoides sobre el peso relativo¹ de corazón, hígado y molleja de pollos doble propósito beneficiados a los 112 días de edad

Fuente de carotenoides	Sexo	Corazón (%)	Hígado (%)	Molleja (%)
Control	Macho	0.54	1.44 ^b	1.98
	Hembra	0.54	1.76 ^a	2.00
Marigold	Macho	0.52	1.48 ^b	1.92
	Hembra	0.56	1.86 ^a	2.08
Cúrcuma	Macho	0.54	1.34 ^c	2.00
	Hembra	0.60	1.62 ^{ab}	1.86
	SEM	0.01	0.08	0.03
Valor p				
Fuente de carotenoides (FC)		0.215	0.009	0.177
Sexo (S)		0.092	<0.001	0.603
FC x S		0.183	0.713	0.071

¹ Cada valor representa la media de cinco repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por dos aves

SEM: Error estándar de la media.

^{a,b,c} Medias dentro de columnas con letras diferentes difieren significativamente ($p < 0.05$)

rilla de 35 hasta superar la intensidad 60, utilizando marigold convencional o químicamente isomerizada. Asimismo, Grcevic *et al.* (2019), al utilizar dosis de 1 g/kg de marigold lograron cuadruplicar la intensidad roja e incrementar 15% la tonalidad amarilla de la yema de huevo con relación a los huevos del grupo control.

El polvo de cúrcuma triplicó el color rojo de la piel de las aves respecto del lote control y con mayor eficacia que el marigold. La cúrcuma también mejoró el amarillamiento, aunque no en la misma intensidad que el polvo de marigold. Se evidenció que el color natural de cada tipo de pigmentante (el polvo amarillo de marigold y el polvo rojo de cúrcuma) influyen sobre la intensidad en el amarillamiento o enrojecimiento de la piel, lo cual guarda estrecha relación con el contenido de luteína o curcumina de cada producto botánico evaluado. Por otro lado, es importante considerar el tiempo transcurrido luego

del beneficio al evaluar la intensidad de pigmentación de la piel del pollo. Castañeda *et al.* (2005) demostraron una mejora en el amarillamiento de la piel de pollo hasta valores de 19.8 y 32.3 luego de 15 minutos y dos horas después del sacrificio, respectivamente, en aves que consumieron algún tipo de pigmento natural o artificial.

Peso Relativo de los Órganos

Se determinó la influencia del polvo de cúrcuma en el peso relativo del hígado ($p < 0.05$), sin que se hayan afectado los pesos relativos de los demás órganos del estudio por efecto de los pigmentos o del sexo de las aves (Cuadro 5). El menor peso del hígado en los pollos machos suplementados con cúrcuma coincide con los hallazgos de Xie *et al.* (2019), quienes los atribuyen a la curcumina y su propiedad de disminuir la concentración de triglicéridos en el hígado.

CONCLUSIONES

- Los polvos de flor de marigold y rizoma de cúrcuma suplementados en la fase de finalización de pollos doble propósito no mejoran el rendimiento productivo, pero tampoco generan efectos adversos en el crecimiento y eficiencia alimenticia.
- La cúrcuma ocasiona mayor tonalidad rojiza en la carcasa del pollo beneficiado a los 112 días de edad que el marigold; por otro lado, la flor de marigold provoca mayor amarillamiento de la piel a nivel de pechuga, que la cúrcuma.
- El rizoma de cúrcuma reduce la acumulación de grasa abdominal en la carcasa del pollo, así como disminuye la masa de hígado con relación al peso corporal del ave.

LITERATURA CITADA

1. **Buzala M, Janicki B. 2016.** Review: effects of different growth rates in broiler breeder and layer hens on some productive traits. *Poultry Sci* 95: 2151-2159. doi: 10.3382/ps/pev015
2. **Castañeda MP, Hirschler EM, Sams AR. 2005.** Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. *Poultry Sci* 84: 143-147. doi: 10.1093/ps/84.1.143
3. **[CIE] Commission Internationale de l'Eclairage. 1978.** Recommendations on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms. CIE Publication No.15, Suppl. 15. Paris, France.
4. **Damme K, Urselmans S, Schmidt E. 2015.** Der eierpreis muss es richten. *DGS Magazin* 6: 30-34.
5. **[FEDNA] Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. 2018.** Necesidades nutricionales en avicultura. Madrid, España: Ed. FEDNA. 194 p.
6. **Foroutankhah M, Toghyani M, Landy N. 2019.** Evaluation of *Calendula officinalis* L (marigold) flower as a natural growth promoter in comparison with an antibiotic growth promoter on growth performance, carcass traits and humoral immune responses of broilers. *Anim Nutr* 5: 314-318. doi: 10.1016/j.aninu.-2019.04.002
7. **Grcevic M, Kralik Z, Kralik G, Galovic D, Radisi Z, Hanzek D. 2019.** Quality and oxidative stability of eggs laid by hens fed marigold extract supplemented diet. *Poultry Sci* 98: 3338-3344. doi: 10.3382/ps/pez134
8. **Hernández F, Madrid J, García V, Orengo J, Megías MD. 2004.** Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Sci* 83: 169-174. doi: 10.1093/ps/83.2.169
9. **Krautwald-Junghanns ME, Cramer K, Fischer B, Förster A, Galli R, Kremer F, Mapesa EU, et al. 2018.** Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. *Poultry Sci* 97: 749-757. doi: 10.3382/ps/pex389
10. **Lambertz C, Wuthijaree K, Gaulty M. 2018.** Performance, behavior, and health of male broilers and laying hens of 2 dual-purpose chicken genotypes. *Poultry Sci* 97: 3564-3576. doi: 10.3382/ps/pey223
11. **Landy N, Ghalamkari G, Toghyani M. 2011.** Performance, carcass characteristics, and immunity in broiler chickens fed dietary neem (*Azadirachta indica*) as alternative for an antibiotic growth promoter. *Livest Sci* 142: 305-309. doi: 10.1016/j.livsci.2011.08.017
12. **Leenstra F, Munnichs G, Beekman V, Heuvel-Vromans van den E, Aramyan L, Woelders H. 2011.** Killing day-old chicks? Public opinion regarding potential alternatives. *Anim Welfare* 20: 37-45.

13. **McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2010.** Animal nutrition. 7th ed. London, England: Pearson Editorial. 692 p.
14. **Marounek M, Pebriansyah A. 2018.** Use of carotenoids in feed mixtures for poultry: a review. *Agric Trop Subtrop* 51: 107-111. doi: 10.1515/ats 2018 0011
15. **Mueller S, Kreuzer M, Siegrist M, Mannale K, Messikommer RE, Gangnat IDM. 2018.** Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. *Poultry Sci* 97: 3325-3336. doi: 10.3382/ps/pey172
16. **MINAGRI [Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego]. 2020.** Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización avícola. [Internet]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/454705-boletin-estadistico-mensual-del-sector-avicola-2020>
17. **North MO, Bell DD. 1993.** Manual de producción avícola. México DF: Ed. El Manual Moderno. 828 p.
18. **Paredes M, Vásquez B. 2020.** Crecimiento, características de carcasa, peso de órganos internos y composición proximal de carne de seis genotipos de pollos criados en la región Andina del norte peruano. *Sci Agropecu* 11: 365-374. doi: 10.17268/sci.agropecu.2020.03.08
19. **Paredes M, Romero A, Torres M, Vallejos L, Mantilla J. 2019.** Crecimiento y comportamiento reproductivo de la gallina criolla de huevos con cáscara verde de la provincia de Chota, Cajamarca. *Rev Inv Vet Perú* 30: 733-744. doi: 10.15381/rivep.v30i2.16070
20. **Pérez-Vendrell AM, Hernández JM, Llauro L, Schierle J, Brufau J. 2001.** Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry Sci* 80: 320-326. doi: 10.1093/ps/80.3.320
21. **Petracci M, Fletcher DL. 2002.** Broiler skin and meat color changes during storage. *Poultry Sci* 81: 1589-1597. doi: 10.1093/ps/80.3.320
22. **Pym R. 2013.** Poultry genetics and breeding in developing countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Internet]. Available: <https://www.fao.org/3/al724e/al724e.pdf>
23. **Rajput N, Naeem M, Ali S, Zhang JF, Zhang L, Wang T. 2013.** The effect of dietary supplementation with the natural carotenoids curcumin and lutein on broiler pigmentation and immunity. *Poultry Sci* 92 :1177-1185. doi: 10.3382/ps.2012-02853
24. **Riley WW, Nickerson JG, Burton GW. 2021.** Effect of oxidized β -carotene on the growth and feed efficiency of broilers. *Poultry Sci* 100: 101088. doi: 10.1016/j.psj.2021.101088
25. **Sirri F, Petracci M, Bianchi M, Meluzzi A. 2010.** Survey of skin pigmentation of yellow-skinned broiler chickens. *Poultry Sci* 89: 1556-1561. doi: 10.3382/ps.2009-00623
26. **Xie Z, Shen G, Wang Y, Wu C. 2019.** Curcumin supplementation regulates lipid metabolism in broiler chickens. *Poultry Sci* 98: 422-429. doi: 10.3382/ps/pey315
27. **Yabuzaki J. 2017.** Carotenoids database: structures, chemical fingerprints and distribution among organisms. Database 2017: bax004. doi: 10.1093/database/bax004