

XANTOFILAS NATURALES EN EL HUEVO

CUANDO NO BASTA CON TENER BUEN COLOR



Sergi Carné

Director Unidad Técnica, Industrial Técnica Pecuaria, S.A. (ITPSA); scarne@itpsa.com

INTRODUCCIÓN

La coloración de la yema del huevo mediante la incorporación de pigmentantes en la dieta de las aves es una práctica habitual y, de hecho, en la naturaleza este fenómeno es tan antiguo como el propio reino animal.

LOS CAROTENOIDES, Y MÁS ESPECÍFICAMENTE LAS XANTOFILAS -CAROTENOIDES QUE CONTIENEN ÁTOMOS DE OXÍGENO EN SU MOLÉCULA-, SON LAS RESPONSABLES DE LA COLORACIÓN NATURAL DE LA YEMA DEL HUEVO



En ITPSA se cuida con especial esmero la nutrición animal y humana, a través de la investigación, desarrollo y elaboración de una de las gamas más extensas en complementos nutricionales de alta calidad:

- Pigmentantes
- Acidificantes
- Antioxidantes
- Enzimas
- Fungicidas
- Mejoradores de la Calidad
- Control Medioambiental
- Agentes antimicrobianos
- Saborizantes y edulcorantes
- Productos de distribución



La nutrición es un viaje apasionante por los caminos de la investigación y de la innovación



**Industrial Técnica
Pecuaria, S.A.**

Av. de Roma 157, 7ª planta
08011 Barcelona
Tel +34 934 520 330
Fax +34 934 520 331
www.itpsa.com

Además, los carotenoides son responsables de los colores amarillentos-rojizos en el plumaje de muchas especies de pájaros, lo que se ha identificado como un signo de la salud del animal y de su idoneidad como reproductor.

En los sistemas de producción tradicionales y de autoconsumo, las xantofilas, principalmente luteína-zeaxantina, están presentes en componentes de la dieta tales como maíz, flores silvestres, vegetales verdes, frutos, insectos, etc.

Las principales xantofilas son luteína-zeaxantina y se encuentran en maíz, vegetales verdes e insectos, entre otros.



EN LA ACTUAL PRODUCCIÓN AVÍCOLA, POR CADA HUEVO PRODUCIDO LAS GALLINAS CONSUMEN MENOS CAROTENOIDES A PARTIR DE LAS MATERIAS PRIMAS

La producción avícola moderna ha implicado una mejora continua de los niveles productivos y de la conversión del alimento, consecuencia de una mejora tanto genética como de manejo o sanitaria.

Sin embargo, esto implica que por cada huevo producido las gallinas consumen menos carotenoides a partir de las materias primas. Esto hace **necesario reequilibrar los niveles ofrecidos en la dieta mediante una suplementación adicional.**

La suplementación directa de carotenoides también ha permitido utilizar sin restricciones materias primas que carecen de niveles significativos de xantofilas.

El uso de estas fuentes externas también asegura una menor variabilidad en los niveles de pigmentación de la yema entre animales y a lo largo de su vida productiva.

El uso de estos suplementos de xantofilas también ha abierto un interés renovado hacia el huevo como excelente fuente de xantofilas altamente biodisponibles, que por otro lado no se producen de forma endógena y necesariamente deben proceder de la dieta



CAROTENOIDES EN PONEDORAS



Color intenso
= Alta calidad y frescura

Los consumidores asocian un color intenso de la yema del huevo con una alta calidad y frescura. Esta percepción está justificada en el conocimiento popular de que las gallinas enfermas absorben de forma poco eficiente los carotenoides de la dieta y los huevos producidos aparecen con tonalidades pálidas.



Cómo evaluar la pigmentación

- La pigmentación de la yema del huevo puede evaluarse de forma subjetiva mediante el uso de escalas de color, como la escala o abanico de Roche -RYCF-, que define 15 categorías siendo la 15 la de máxima pigmentación.
- Otro método más técnico es el uso de la colorimetría de refracción, aplicando una escala de definición tridimensional en base al sistema CIE -definiendo la luminosidad, L*; tonalidad amarilla, b*; y tonalidad rojiza, a*-.



Preferencias de coloración

- Si bien una coloración anaranjada intensa hace a los huevos más apetecibles para la inmensa mayoría de los consumidores, existen diferencias notables de preferencia, muy ligadas a factores históricos y culturales, siendo los consumidores de España, Italia, Alemania y Francia los que en general consumen huevos más pigmentados en la UE -12-13 en escala Roche-.
- Asimismo, existe una importante demanda de huevos muy pigmentados por parte de la industria alimentaria -pasta, bollería, salsas, etc-. Para una buena pigmentación de la yema es necesaria una base de las llamadas xantofilas amarillas -luteína; ester etílico del ácido beta-apo-8' carotenoico o apo-ester- conjuntamente con las llamadas xantofilas rojas -capsantina; cantaxantina-, lo que permite alcanzar un variado rango de tonalidades anaranjadas de acuerdo con las preferencias del consumidor en cada mercado.



Xantofilas amarillas

Luteína
Ester etílico del ácido
beta-apo-8' carotenoico
o apo-ester

Xantofilas rojas

Capsantina
Cantaxantina

Para una buena pigmentación de la yema es necesaria una base de las llamadas xantofilas amarillas -luteína; ester etílico del ácido beta-apo-8' carotenoico o apo-ester- conjuntamente con las llamadas xantofilas rojas -capsantina; cantaxantina-, lo que permite alcanzar un variado rango de tonalidades anaranjadas de acuerdo con las preferencias del consumidor en cada mercado.



PIGMENTOS NATURALES

Los pigmentos naturales más importantes son el **extracto de flor de marigold** -*Tagetes erecta*-, rico en luteína y zeaxantina, y el extracto de pimiento o paprika -*Capsicum annum*-, rico en capsantina.





¿CÓMO SE OBTIENE Y PROCESA EL EXTRACTO DE FLOR DE MARIGOLD?

Como en cualquier extracto vegetal, el proceso de extracción se realiza con solventes orgánicos que junto a un tratamiento adecuado de la matriz vegetal optimiza la separación y recogida de las xantofilas junto con otros componentes liposolubles

El extracto 'crudo' de flor de marigold contiene mayoritariamente xantofilas esterificadas, es decir, ligadas a ácidos grasos, las cuales deben ser liberadas de estos ácidos grasos para su absorción intestinal.

Sin embargo, las lipasas intestinales del ave solo hidrolizan parcialmente estos ésteres. Es por ello que el extracto vegetal se somete a un proceso de saponificación por el cual las xantofilas esterificadas son transformadas en xantofilas libres, mucho más biodisponibles.

Asimismo, las xantofilas se someten a un proceso de isomerización -rotación de la molécula en el punto de un determinado dobles enlaces- ya que el isómero trans de las xantofilas es más estable y posee una mayor tonalidad rojiza que el isómero cis -Hamilton y col., 1990-



LAS XANTOFILAS DEL EXTRACTO DE MARIGOLD SE SAPONIFICAN PARA QUE PUEDAN SER TRANSFORMADAS EN XANTOFILAS LIBRES Y PUEDAN SER MÁS BIODISPONIBLES

El extracto saponificado e isomerizado es posteriormente protegido y estabilizado mediante antioxidantes adecuados y embebidos en una matriz sólida microgranulada o diluidos en agua, para su aplicación en el alimento del ave en forma sólida o líquida.



PIGMENTOS SINTÉTICOS O IDÉNTICOS NATURALES

La cantaxantina y el ester etílico del ácido beta-apo-8' carotenoico -apo-ester- son las xantofilas sintéticas más relevantes en avicultura y son producidas a partir de acetona y β -ionona -Isler y col., 1967-. Las xantofilas así obtenidas se encuentran en forma libre y son embebidas en matrices de ácidos grasos saturados y antioxidantes, para su protección y estabilización.

Sin llevar a equívoco, en ocasiones estos carotenoides producidos enteramente por síntesis química aparecen relacionados con la palabra 'natural' al ser descritos como 'idénticos a los naturales', del inglés 'natural-like' o 'natural identical'.

Marco legal del uso de pigmentos

- La incorporación máxima de carotenoides naturales y sintéticos en el pienso de ponedoras en la Unión Europea es actualmente de 80 ppm -mg/kg-. La única excepción es la cantaxantina, cuyo uso en ponedoras está limitado a 8 ppm. Esta restricción está destinada a prevenir los efectos no deseados de una exposición excesiva en humanos, puesto que en tal caso la cantaxantina puede provocar la aparición de cristales precipitados en la retina -Arden y col., 1991; Baker, 2001-.
- Desde algunos sectores se ha llegado a criticar la utilización de carotenoides derivados de extractos vegetales en favor de los sintéticos simplemente porque los cultivos vegetales están sujetos a potenciales contaminaciones por la polución medioambiental -dioxinas, metales pesados, pesticidas, etc-.



EFICACIA DE PIGMENTACIÓN

Los carotenoides son absorbidos en el intestino delgado conjuntamente con otros componentes lipídicos y transportados vía sanguínea mediante lipoproteínas hasta los tejidos diana donde se depositan; la yema del huevo en el caso de las gallinas de puesta.

A pesar de la idea generalizada de que la relación de eficacia de pigmentación entre amarillo sintético -éster del ácido beta-apo-8' carotenoico- y amarillo natural -luteína de extracto de Marigold- es de 1:3, hay 2 factores de gran importancia que explican que esta relación en algunos productos es en realidad cercana al 1:1,5.

Extracto vegetal saponificado

- Muchos de los estudios publicados utilizan extracto de Marigold -*Tagetes erecta*- sin un proceso posterior de saponificación/isomerización que ya hemos mencionado.
- Esto limita su absorción intestinal, y de hecho ha quedado ampliamente probado que la luteína libre puede llegar a doblar su absorción y deposición en el huevo -Hamilton y col., 1990; Galobart y col., 2004-.
- Asimismo, las características de los excipientes y los antioxidantes utilizados para estabilizar y homogeneizar el extracto saponificado contribuyen a la mejora de la eficacia de pigmentación respecto a extractos crudos.

- Sin embargo, esto podría aplicarse a cualquier extracto o producto de origen vegetal, y por tanto, no puede ser nunca una razón de peso que justifique sustituirlos por productos sintéticos.
- Es evidente que una adecuada elección de las regiones de cultivo y un estricto control de los procesos de producción determinarán completamente la calidad e inocuidad del extracto obtenido. De hecho, existe un estricto marco legislativo europeo -EC 178/2002; 2002/32/CE; EC 1831/2003; EC 183/2005- que regula la producción de alimento para nutrición animal, y que también rige sobre los extractos vegetales ricos en xantofilas a partir de marigold y pimienta roja.



LA CAPACIDAD DE PIGMENTACIÓN DE CADA CAROTENOIDE VIENE DETERMINADA POR LA EFICACIA DE ABSORCIÓN INTESTINAL Y SU AFINIDAD ESPECÍFICA POR DEPOSITARSE EN LA YEMA DEL HUEVO

Combinación de pigmento amarillo y rojo

- Uno de los déficits de muchos estudios publicados es el planteamiento de situaciones irreales respecto al uso de xantofilas en la industria avícola. Así, nos encontramos estudios donde se compara el pigmento amarillo sintético con el amarillo natural utilizando dosis crecientes hasta niveles mucho más elevados de los habituales y sin añadir ninguna xantofila roja natural -capsantina- o sintética -cantaxantina-. Y lo mismo ocurre cuando se comparan carotenoides rojos naturales y sintéticos sin utilizar una base de amarillo.
- A este respecto hay que remarcar que para obtener pigmentaciones superiores a 9-10 en la escala Roche con un color amarillo-anaranjado brillante y agradable a la vista, es necesario combinar pigmento amarillo y rojo, a menos que las materias primas -básicamente maíz- ya aporten las xantofilas amarillas necesarias.
- Esto no es siempre fácil ya que implica el diseño de pruebas experimentales con más tratamiento y animales, y una mayor complejidad en la adecuada interpretación de los resultados.
- A lo largo de los años se han realizado numerosos estudios en nuestra granja experimental utilizando el extracto de flor de Marigold evaluado* que nos ha permitido confirmar esta relación 1,5:1 respecto a xantofilas amarillas sintéticas apo-éster.



ES IMPRESCINDIBLE VINCULAR LA EFICACIA DE UNA CONCENTRACIÓN DETERMINADA DE XANTOFILAS AMARILLAS A LA PRESENCIA DE UNA CONCENTRACIÓN DETERMINADA DE XANTOFILAS ROJAS, Y A LA INVERSA

Pruebas recientes realizadas

- A modo de ejemplo mostramos los resultados más recientes utilizando gallinas Hy-Line Brown de 23 semanas de edad y durante 6 semanas en instalaciones de IRTA.
- Se fijó como objetivo de pigmentación un valor 12 en la Escala de Roche, que podemos considerar de referencia en España y otros países con preferencia por huevos de mesa muy pigmentados.

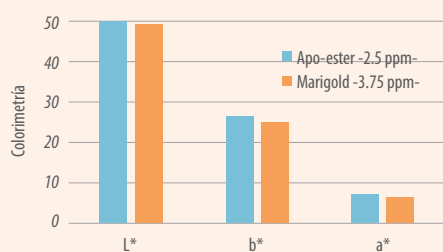
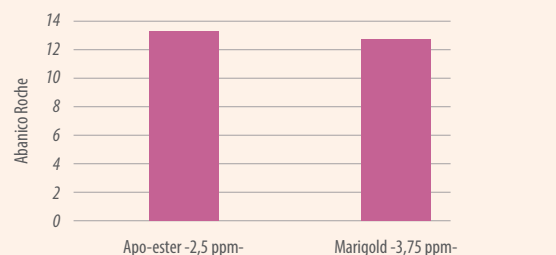


Figura 1. Comparación de la capacidad de pigmentación del marigold y el ester etílico del ácido beta-apo-8' carotenoico -apo-ester- combinados con cantaxantina -2,5 ppm-. -IRTA, 2014-

Asimismo, también hemos realizado estudios comparando la relación entre pigmento rojo natural -capsantina- procedente de un extracto saponificado de pimiento rojo y fuentes comerciales de cantaxantina.

- Se tomó una dosis estándar de 2,5 ppm de cantaxantina como complemento de xantofilas rojas.
- A las inclusiones en pienso evaluadas no se observaron diferencias entre la fuente sintética apo-ester -2,5 ppm- y el extracto de marigold evaluado* a 3,75 ppm, ni por colorimetría ni en la valoración según el abanico Roche



Extracto de marigold evaluado * = CAPSANTAL EBS 30 NT

Para ello también se incluyó una base de carotenoide amarillo procedente de extracto saponificado de Marigold. En este caso la eficacia de deposición del extracto saponificado de paprika es de 2-2,5:1 en favor de la cantaxantina -ITPSA, 2005; EFSa, 2006-.

FUENTE NUTRACÉUTICA DE LUTEÍNA

Si al efecto colorante de las xantofilas le unimos los **beneficios fisiológicos asociados como son su función antioxidante, prevención de determinadas formas de cáncer, efectos sobre enfermedades cardiovasculares, estimulación del sistema inmune y antiinflamatorio, fisiología ocular, o sobre el envejecimiento tisular**, se entiende la importancia que estos pigmentos han adquirido en los últimos años, no solo por sus implicaciones organolépticas sino por sus cualidades nutricionales y nutraceuticas.

De hecho, en la naturaleza la presencia de estos carotenoides en la yema del huevo está originalmente dirigida a ofrecer protección antioxidante en inmunoprotectora de la gallina y el embrión en formación -Karadas et al., 2005-.



Beneficios de la luteína

En humanos, uno de los beneficios más destacados de la luteína en la dieta es su acumulación en la mácula de la retina, aumentando la densidad óptica del pigmento de la mácula. Este efecto es exclusivo de la luteína y la zeaxantina.

Se ha indicado que protegen frente al desarrollo de la degeneración macular ligada al envejecimiento y las cataratas, las cuales son las principales causas de ceguera en los países desarrollados -Olmédilla y col., 2003-. Esta protección estaría ligada al rol de la luteína en la retina como filtro de la luz ultravioleta y su poder como antioxidante natural -Snodderly, 1995-.

Asimismo, en los últimos meses han aparecido algunos estudios realmente interesantes que vinculan la concentración de luteína en la mácula con una concentración importante también en el tejido cerebral; esto se ha relacionado con una mejora del estado cognitivo y rendimiento intelectual -Johnson, 2014-, y se ha indicado un déficit de luteína en el cerebro de neonatos prematuros -Vishwanathan y col., 2014-.

LOS BENEFICIOS QUE APORTA LA LUTEÍNA EXPLICA EL INTERÉS ACTUAL EN PONER EN VALOR SU CONTENIDO EN EL HUEVO



Más si cabe teniendo en cuenta que los carotenoides procedentes de la yema del huevo tienen un mayor valor biológico, es decir, mayor biodisponibilidad y presencia en los tejidos tras su absorción -Chung y col., 2004-.

1 mg de luteína del huevo tiene la biodisponibilidad equivalente a 5 mg procedentes de suplementos dietéticos vegetales -Kelly et al., 2014-

La mayor biodisponibilidad observada en el huevo es debida a la matriz de lípidos de elevada digestibilidad y absorción de la yema.

Distintos estudios indican que la yema de huevo comercial contiene entre 0,2-0,5 mg de luteína, lo que equivale a una concentración aproximada de 3,5-9 ppm. Valores similares también se han observado para su isómero zeaxantina -Perry y col., 2009; Rasmussen y col., 2012-.

En cualquier caso, luteína y zeaxantina son los carotenoides mayoritarios en la dieta natural de la gallina y representan más del 85% de carotenoides totales en el huevo comercial -Goodrow et al., 2006; Jang et al., 2014-.

Además, son los únicos consistentemente presentes en huevos de producción ecológica, con niveles que duplican o triplican los niveles de producciones convencionales. En este sentido, el perfil de xantofilas puede ser un buen marcador para diferenciar huevos procedentes de distintos tipos de producción.

Del mismo modo que utilizamos las xantofilas para obtener una coloración deseable de la yema, también es posible la adición de extracto de marigold para aumentar la deposición de luteína y obtener huevos enriquecidos y con un perfil nutraceutico.

Pruebas realizadas

Con este fin se realizó una prueba en nuestra granja experimental utilizando nuestro extracto de marigold rico en luteína no esterificada** en gallinas ponedoras Isa-Brown de 56 semanas de edad en jaulas y evaluando el enriquecimiento en los huevos obtenido. El pienso base fue de trigo-cebada y soja.

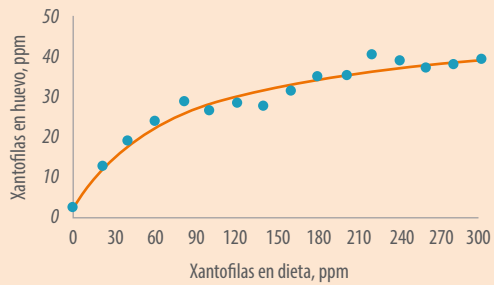


Figura 2. Relación entre xantofilas de extracto de Marigold saponificado en la dieta de ponedoras ->85% luteína- y su deposición en la yema de huevo -ITPSA, 2005-.

Tomando de referencia el nivel máximo legislado en la UE de luteína en el pienso de ponedoras -80 ppm-, obtuvimos una concentración en huevo superior a 25 ppm. Asumiendo que la yema sea el 35% del contenido del huevo, obtenemos una concentración en la yema superior a 40 ppm. Esto se corresponde con 1,5 mg de luteína por huevo. Estos niveles de luteína son entre 3 y 7 veces superiores a las encontradas en huevos comerciales -0,2-0,5 mg/huevo-.

MIRANDO HACIA EL FUTURO

Hemos visto que es factible enriquecer de forma importante el contenido de los huevos comerciales en xantofilas y sobre todo en luteína-zeaxantina de alto valor biológico.

Esta mayor biodisponibilidad en comparación con las fuentes vegetales ha estimulado que diversos estudios y proyectos de investigación actuales de financiación europea dirijan su interés hacia el uso de luteína procedente del huevo para su incorporación a otros alimentos.

Los resultados obtenidos confirmaron la relación directa entre luteína en la dieta y la concentración en la yema del huevo. Asimismo, la eficacia de deposición disminuye a medida que aumentamos los niveles en la dieta de la ponedora, pasando de unos valores de 25% hasta valores inferiores a 10% -Figuras 2 y 3-.

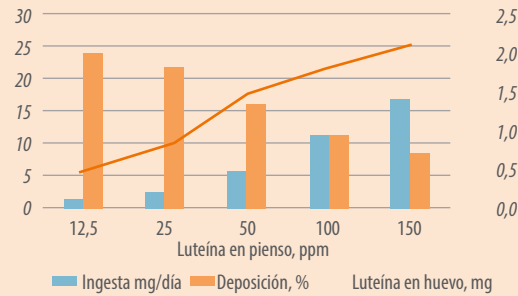


Figura 3. Relación entre la dosificación de luteína en la dieta de ponedoras y la deposición en el huevo -ITPSA, 2005-.

Extracto de marigold evaluado ** = CAPSANTAL EBS

La aportación de luteína libre a través del huevo no es nada despreciable si tenemos en cuenta que las recomendaciones diarias de luteína en una persona adulta se han estimado en 10-20 mg/día y que la ingesta media diaria de luteína por un adulto está cercana a 1 mg/día -Landrum y Bone, 2001; Leeson y Caston, 2004-.

A modo de ejemplo, distintos grupos de investigadores en Holanda están desarrollando suplementos nutricionales en forma de bebidas lácteas que incorporan una yema de huevo enriquecido, lo que asegura la ingesta de alrededor de 1 mg de luteína y 0,35 mg de zeaxantina (Kelly y col., 2014). Este suplemento incrementó en más de un 75% los niveles de luteína y zeaxantina en sangre. Otro estudio mostró que en personas que durante 1 año recibieron diariamente suero de mantequilla enriquecido con el equivalente a 1,5 yemas de huevo, los niveles de luteína en sangre aumentaron un 83% (Van der Made et al., 2014). Esta línea de estudios tendrá continuidad en el futuro.

LA EFICACIA DE PIGMENTACIÓN DE LAS XANTOFILAS ROJAS Y AMARILLAS DEBE REALIZARSE DE FORMA CONJUNTA PARA AJUSTARSE A LA SITUACIÓN REAL DE USO COMBINADO EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA.



LAS XANTOFILAS PROCEDENTES DE EXTRACTOS VEGETALES PERMITEN DAR UN VALOR AÑADIDO AL HUEVO COMO ALIMENTO NUTRACÉUTICO, AUMENTANDO HASTA 7 VECES LOS NIVELES DE LUTEÍNA EN HUEVOS COMERCIALES.



LA LUTEÍNA DEL HUEVO ESTÁ RECIBIENDO UN RENOVADO INTERÉS PARA SU USO EN SUPLEMENTOS NUTRICIONALES DEBIDO A SUS BENEFICIOS COMO ALIMENTO FUNCIONAL

