

CAROTENOIDES EN LA DIETA DE LAS MADRES PARA LA PROTECCIÓN ANTIOXIDANTE DE LOS POLLITOS

JOSEP MASCARELL, SERGI CARNÉ y ANNA ZARAGOZA

INDUSTRIAL TÉCNICA PECUARIA (ITPSA)

El adecuado desarrollo del embrión del pollo y su viabilidad en las primeras horas tras la eclosión del huevo están a expensas de distintos factores tales como la temperatura y la humedad ambiental y el contenido en nutrientes depositados en la yema o vitelo. Siendo así, el estatus fisiológico del pollito al nacimiento está muy condicionado por la nutrición de la reproductora, lo que puede tener repercusiones en el tamaño del huevo, la incubabilidad, el peso del pollito, su vigor y su estatus inmunitario.

El uso de carotenoides como pigmentantes de la yema del huevo y la piel y patas del pollo está sobradamente demostrado y su uso es generalizado en el sector, dando así respuesta a la demanda de productos con una coloración amarillento-anaranjada por parte de los consumidores. Sin embargo, los carotenoides tienen también efectos beneficiosos sobre el animal que van más allá de su capacidad de pigmentación -Karadas y col, 2005-.

Entre los carotenoides, la luteína junto a su isómero zeaxantina son los que mayoritariamente forman parte de la dieta natural en avicultura, puesto que están presentes en numerosas materias primas como la alfalfa o el maíz. De hecho, estos dos carotenoides son mayoritarios en la yema del huevo. Adicionalmente, en la industria avícola también se utilizan otros carotenoides de origen natural o sintético en función de la tonalidad e intensidad de pigmentación deseada.

Las funciones de los carotenoides en avicultura más allá de las propiedades pigmentantes han sido intensamente estudiadas a lo largo de las últimas décadas, destacando las siguientes:

- actividad antioxidante.
- precursores de la síntesis de vitamina A.
- estimuladores del sistema inmunitario.

El presente artículo trata los efectos de los carotenoides de la dieta en la eficacia productiva de las gallinas reproductoras, el desarrollo embrionario, y la viabilidad de los pollitos nacidos.

Estrés oxidativo en el embrión del pollo

La oxidación tisular es uno de los factores que más condicionan las actividades fisiológicas del organismo, y especialmente la eficacia reproductiva -Bize y col., 2008-. El metabolismo normal de las células genera grandes cantidades de metabolitos derivados de reacciones óxido-reducción. Estos metabolitos son conocidos como peróxidos o radicales libres -ROS por sus siglas en inglés- y tienen una alta capacidad para desencadenar la oxidación y enranciamiento de los lípidos. Cuando el organismo no es capaz de metabolizar adecuadamente los radicales libres, estos se acumulan de forma nociva en las células y provocan daños en los lípidos de las membranas celulares, proteínas, carbohidratos y ADN.

Esta acumulación de metabolitos se conoce como estrés oxidativo y viene determinado por un desequilibrio entre los niveles de sustancias oxidantes y antioxidantes en los tejidos del animal. Este desequilibrio se produce frecuentemente en situaciones en las que existe una gran actividad metabólica del animal,

Artículo patrocinado por



como puede ser la producción de huevos, el crecimiento del animal o la aparición de procesos infecciosos o inflamatorios. La optimización de los niveles productivos de los animales en sistemas de producción intensivos también constituye un factor importante en la aparición de estrés oxidativo.

La ingesta de altos contenidos de peróxidos por parte del animal puede resultar en una disminución del crecimiento y una menor eficacia en la conversión del alimento. Además, la oxidación del pienso provoca la destrucción de vitaminas liposolubles y una disminución de la biodisponibilidad de los nutrientes.

Centrando nuestro interés en las gallinas reproductoras y su eficiencia productiva, es necesario destacar que el contenido de los huevos es muy rico en lípidos con altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados. Es por esta razón que el desarrollo embrionario del pollito está estrechamente asociado a la acumulación en sus tejidos de estos ácidos grasos, que son transferidos a través del saco vitelino procedentes de vitelo por vía sanguínea -Noble y Speake, 1997-. Estos ácidos grasos se caracterizan por una gran susceptibilidad a la autooxidación. Este hecho hace que la viabilidad del embrión esté muy condicionada por el estrés oxidativo y los mecanismos para prevenirlo. Además, la eclosión y primeros días del pollito representan un período crítico puesto que se produce una drástica exposición al oxígeno atmosférico, el inicio de la actividad pulmonar y un gran incremento de la actividad metabólica del organismo.

En contrapartida, y de forma natural, los tejidos embrionarios disponen de un sistema fisiológico integral de protección antioxidante durante los distintos estadios de desarrollo del embrión, y en particular durante la fase de eclosión del huevo, puesto que es cuando se somete

al pollito a un nivel de estrés oxidativo más acentuado -Surai y col., 2001-. Este sistema antioxidante embrionario está fundamentado en la actuación de las enzimas antioxidantes superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y catalasa, de síntesis interna por el ave, así como de diferentes antioxidantes naturales procedentes de la dieta entre los que destacan los carotenoides, las vitaminas A y E, y el selenio.

Carotenoides en la prevención del daño tisular por oxidación

La eficacia en la utilización de componentes antioxidantes para evitar la peroxidación del pienso está ampliamente reconocida. Sin embargo, debe asegurarse asimismo que el animal esté protegido del estrés oxidativo y de su efecto nocivo a nivel tisular. También en este caso la inclusión de componentes antioxidantes en la dieta permite actuar de forma preventiva. Además, aún sin presentarse procesos patológicos derivados de la oxidación tisular, la utilización de componentes con propiedades antioxidantes en la dieta puede ofrecer una mejora de los parámetros productivos del animal.

Los carotenoides son antioxidantes naturales solubles en lípidos cuya deposición en el huevo y su actividad antioxidante sobre los embriones para la protección de sus tejidos de los radicales libres ha sido evaluada en diferentes estudios. Su contribución antioxidante se debe a que son captadores eficaces de oxígeno reactivo y de radicales libres, pero además se ha indicado que poseen la capacidad de modular los niveles del animal de otros antioxidantes con los que actúa sinérgicamente potenciando la actividad antioxidante -Krinsky, 1993-.

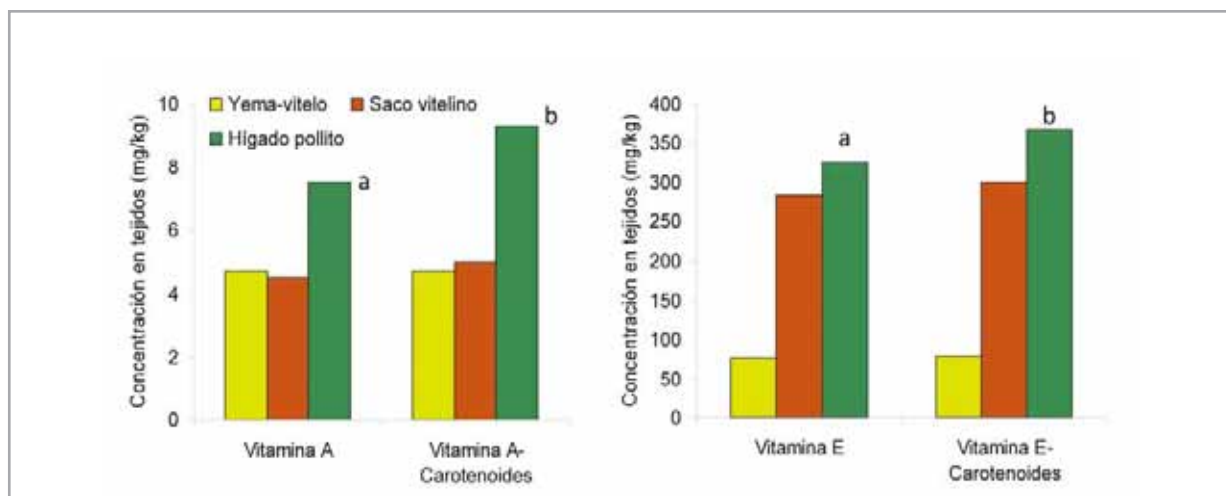


Fig. 1. Niveles de vitamina A y E en huevo y embrión de pollo procedentes de madres con dieta enriquecida o no con una mezcla de carotenoides -Surai y Speake, 1998-.

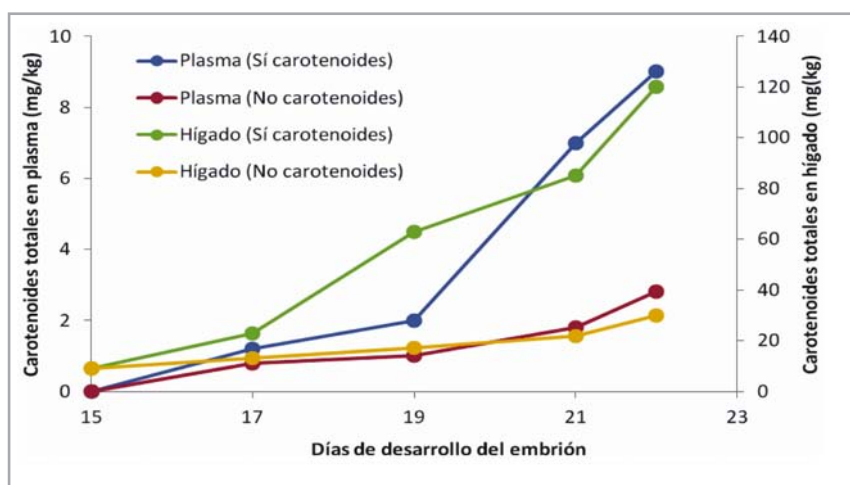


Fig. 2. Niveles de carotenoides en plasma e hígado del embrión en la última fase de desarrollo hasta la eclosión en función de la dieta de la madre con o sin luteína (Surai y Speake, 1998).

Así, se ha demostrado que los niveles de deposición de las vitaminas A y E en el hígado de los embriones de pollo aumenta significativamente en aquellos que proceden de madres alimentadas con dietas ricas en carotenoides -Fig. 1- aun cuando en la yema del huevo no se observan diferencias entre madres con o sin carotenoides en la dieta. Esto queda justificado en primer lugar porque la utilización de β-caroteno y otros carotenoides con actividad provitamina A favorecen un aumento de la absorción y deposición de esta vitamina en el huevo -Surai y Speake, 1998-. De hecho, la vitamina A es esencial para el desarrollo del embrión ya que afecta de forma clave a la estructura cardiovascular a partir de la cual el embrión obtiene los nutrientes almacenados en la yema-vitelo.

Por otro lado, los mayores niveles de vitamina E en el hígado de los pollos de madres suplementadas con carotenoides pueden justificarse precisamente por la actividad antioxidante de estos carotenoides, que de esta forma impiden que la vitamina E se oxide y que pueda actuar adecuadamente en la protección de los

tejidos del animal. Cabe destacar este respecto, que la vitamina E es uno de los antioxidantes más importantes en el control del estrés oxidativo de los tejidos del animal.

De forma natural, los carotenoides mayoritarios en la yema del huevo son la luteína (>80%) seguida de la zeaxantina. Consecuentemente, los niveles mayoritarios de carotenoides movilizados desde la yema-vitelo hacia el embrión son precisamente la luteína y la zeaxantina.

Comparando los niveles de deposición de una mezcla de carotenoides de la dieta de la reproductora en tejidos del embrión,

se puede observar que los niveles son marcadamente superiores en los tejidos de huevos incubables procedentes de reproductoras suplementadas -figura 2-. Este incremento de carotenoides tisulares puede generalizarse a gran parte de los órganos del embrión en formación, especialmente entre los que contienen elevados contenidos en grasa, aún cuando se ha sugerido una destacable especificidad de deposición en función del tipo de carotenoide -Karadas y col., 2005-. Se observa que invariablemente los niveles más elevados se observan en el hígado, que por su estructura tiene una gran capacidad de almacenamiento de carotenoides en forma de acúmulos en el citoplasma de los hepatocitos.

También se ha indicado que el pollito tiene una mayor capacidad de absorber y depositar en sus tejidos los carotenoides de la dieta cuando el embrión del que procede, y por tanto la dieta de la madre, contienen niveles elevados de carotenoides. Asimismo, los niveles de carotenoides iniciales en polluelos de madres suplementadas son marcadamente superiores a los de pollitos que deban adquirirlos a partir de la dieta, por lo que los primeros días de vida dependen en gran medida de los nutrientes aportados en el huevo -Karadas y col., 2005-.

Tabla 1. Niveles de enzimas antioxidantes en el hígado del pollito recién nacido procedente de madres con y sin carotenoides en la dieta (luteína + zeaxantina) (*)

	Dieta madre (+)	Dieta madre (-)
Glutation peroxidada, U/mg	672,0 ^a	538,6 ^a
Capacidad antioxidante total, U/mg	2,39 ^a	1,37 ^a
Glutation oxidasa, U/mg	15,09	10,68
Malonaldehído, nmol/mg	2,60 ^a	3,47 ^b

(*) Gao y col., 2012)

a,b Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,05)

En cuanto a los resultados de protección oxidativa en los tejidos, todos los carotenoides en general han demostrado tener una capacidad destacada, si bien distintos estudios han apuntado que ésta puede variar entre el tipo de tejido del animal y entre especies de aves. Gao y col. -2012- evaluaron una mezcla de luteína y zeaxantina en la dieta de las madres, como representantes de 2 de los

Tabla 2. Susceptibilidad a la oxidación tisular de distintos tejidos en el huevo incubable (*)

Tratamientos	TBARS, ng/h/mg lípidos	
	Control	Carotenoides
<i>Sin hierro (Fe²⁺) añadido</i>		
-Yema huevo	3,5 ^a	2,5 ^b
-Saco vitelino	3,5 ^a	2,7 ^b
-Hígado	10,6 ^a	9,3 ^b
<i>Con hierro (Fe²⁺) añadido</i>		
-Yema huevo	32,7 ^a	25,5 ^b
-Saco vitelino	8,4 ^a	6,6 ^b
-Hígado	2,60 ^a	3,47 ^b

(*)Surai y Speake, 1998

a,b Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P<0,01)

Tabla 3. Efecto de la inclusión de un complejo de carotenoides y vitaminas en la producción de pollitos viables.

Tratamientos	Control	Carotenoides
Fertilidad, %	95,1	96,8
Incubabilidad, %	89,8	90,4
Mortalidad embrionaria, %	9,6	8,6
Mortalidad pollito en 1ª semana, %	1,9	0,2

pigmentantes mayoritarios en la yema del huevo -tabla 1-. Observaron que las enzimas más destacadas en los mecanismos propios del animal para combatir los radicales libres estaban mayoritariamente y significativamente aumentadas en los pollitos recién nacidos procedentes de madres suplementadas con luteína y zeaxantina, ofreciendo así una mayor protección frente a la oxidación.

Asimismo, y valorando en última instancia el efecto de las medidas fisiológicas contra el estrés oxidativo, se ha observado una marcada disminución de peróxidos en los tejidos de pollitos procedentes de huevos ricos en carotenoides. Así, la tabla 2 muestra una prueba laboratorial en la que tejido embrionario de madres con o sin luteína es sometido o no a un favorecedor de la oxidación -hierro-. Los resultados muestran una disminución estadísticamente significativa de los niveles de peróxidos en la yema, el saco vitelino y el hígado de los embriones, tanto los sometidos a estrés oxidativo con hierro como los que no estuvieron sometidos a condiciones adversas.

Propiedades inmunológicas

Si bien no es un aspecto que hayamos tratado en detalle en el presente artículo, cabe destacar que existe una amplísima bibliografía científica que confirma la eficacia de los carotenoides en general y de la luteína en particular para la estimulación de los mecanismos de defensa del sistema inmunológico -Meriwether y col., 2010; Shanmugasundaran y Selvaraj, 2011-. Experimentalmente han sido testados para una gran variedad de agentes infecciosos tanto víricos como bacterianos, observándose una clara respuesta de protección por parte del organismo, que eventualmente puede repercutir, conjuntamente con protección a estados de estrés oxidativo, en los parámetros productivos observados en la explotación.

Eficacia en la mejora productiva

Como hemos indicado, la actividad antioxidante e inmunomoduladora de los carotenoides, en la que intervienen también las acciones sinérgicas entre diferentes carotenoides, vitaminas y otros antioxidantes añadidos, puede permitir en última instancia una mejora de los parámetros productivos del animal. En una prueba con 200 reproductoras Ross-308 se evaluó la inclusión o no de una dieta en la que se incluyó un complejo de carotenoides y vitaminas -tabla 3-. Como resultados más destacados, se observó una mayor eficacia en la fertilidad, la puesta de huevos eclosionados y en la viabilidad del pollito durante la primera semana, si bien el tamaño de muestra no permitió establecer diferencias estadísticas.

En conclusión, la adición de carotenoides en la dieta no solo permite obtener una coloración adecuada de los productos para el consumidor, sino unos beneficios adicionales, destacando su capacidad antioxidante e inmunoestimuladora, que pueden mejorar los parámetros productivos de los animales, especialmente en la eficacia reproductiva y la obtención de pollitos viables.

Bibliografía

(Se remitirá a los interesados que la soliciten).



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
Pecuaría, S.A.**

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