

EFECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE LA FISIOLOGÍA Y CALIDAD DEL HUEVO EN GALLINAS PONEDORAS

MSC. José Luis Corona Lisboa*. 2017. Los Avicultores y su Entorno 114, BM Editores.

*Dpto. Ciencias de la Educación, Mención: Agropecuaria Universidad

Nacional Experimental Francisco de Miranda.

joseluiscoronalisboa@gmail.com

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Estrés de las aves](#)

RESUMEN

La mayor parte de la producción de huevos a nivel mundial, ocupa zonas geográficas pertenecientes a países tropicales y subtropicales, caracterizados por climas de alta temperatura y humedad relativa durante la mayor parte del año. El estrés por calor, influye sobre el comportamiento productivo y reproductivo de las gallinas ponedoras, disminuyendo la producción y calidad del huevo, así como la ingesta voluntaria de alimento, ocasionando la alteración de las hormonas responsables de la ovulación, reduciendo la capacidad de respuesta de las células de la granulosa a la hormona luteinizante. Por tal motivo, resulta de gran interés agrícola el conocimiento y valoración del efecto del clima sobre la producción y calidad del huevo en gallinas ponedoras. La presente revisión, ofrece una descripción amplia sobre el impacto del estrés calórico sobre la producción y calidad del huevo en ponedoras comerciales.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola a nivel mundial basada en la producción de huevos, ha crecido vertiginosamente en comparación a otros sistemas de producción animal, sobre todo en países tropicales y subtropicales. En las últimas décadas, los problemas relacionados con el confort y el bienestar animal se han incrementado notablemente en el sector avícola, sobre todo cuando se asocia a respuestas fisiológicas y de comportamiento productivo en ponedoras comerciales, donde las granjas de explotación se localizan en regiones caracterizadas por climas de alta temperatura (AT) y humedades relativas (HR) muy elevadas durante la mayor parte del año. Por tal motivo, resulta de gran interés zootécnico para los productores e investigadores, el conocimiento y valoración del efecto de las variables climáticas sobre la producción de huevos en gallinas ponedoras (Ortiz, 2002; Rozenboim *et al.*, 2007).

Estas variables ambientales, representadas por la AT, HR, radiación solar y velocidad del aire, afectan directamente el balance energético, metabólico y comportamiento productivo de las ponedoras comerciales, comprometiendo significativamente el mantenimiento de su temperatura corporal y la calidad del producto final “el huevo” (Barroeta, 2002; Rodríguez *et al.*, 2011).

La calidad interna del huevo es extremadamente importante debido a sus múltiples propiedades funcionales y estéticas. Por ejemplo, los huevos se utilizan como agentes espesantes en flanes y pudines. Las claras de huevo se usan como agentes suavizantes para dar a los helados una textura deseable y las yemas se emplean para añadir color y sabor a los alimentos (Reyes, 2002).

Diversos estudios (Franco-Jiménez *et al.*, 2007; Gudev *et al.*, 2011, Havlicek *et al.*, 2011; Mertens *et al.*, 2010) han comprobado que el estrés térmico en las gallinas, hace que su sistema de disipación de calor (conducción, convección y radiación) se vuelva menos eficaz con el aumento de temperatura ambiente, por lo tanto el animal depende cada vez más de la termólisis por jadeo y cambios metabólicos para aliviar el estrés por calor, disminuyendo así su termogénesis, limitando la disposición de nutrientes y proteínas para la formación del huevo.

Por ello, el presente documento tiene la finalidad de ofrecer una revisión sobre el efecto del estrés calórico sobre la calidad del huevo en gallinas ponedoras.

DESARROLLO

Principios básicos del estrés

El estrés, es toda alteración o disturbio en el proceso homeopático del animal en condiciones extremas, de origen interno o externo (medioambiental), que actuando sobre el individuo desborda y reduce la eficacia de sus sistemas nervioso, endocrino, circulatorio y digestivo, produciendo cambios medibles en los niveles funcionales de estos sistemas, al tiempo que desencadena un patrón estereotipado, que prepara al organismo para la lucha o la huida (Havlicek *et al.*, 2011).

Durante varias décadas, se ha discutido la existencia de una respuesta específica frente al estrés, y se ha sugerido que tanto las manifestaciones conductuales como fisiológicas muestran un alto grado de especificidad según el factor estresante. La respuesta al estrés propuesta en diversas investigaciones, describen que el mecanismo está basado principalmente en dos procesos básicos fundamentales, que son: el Síndrome de Emergencia y el Síndrome General de Adaptación. El primero involucra el Sistema Simpático-Adrenal, con el cual el organismo se prepara para hacer frente a peligros súbitos generando la respuesta de “lucha y huida”, llamada actualmente respuesta simpática-suprarrenal. Ésta posibilita al animal a reaccionar inmediatamente frente a un agente estresor, provocando una activación neuronal en el hipotálamo, causando la liberación de adrenalina (hormona del estrés) desde la médula suprarrenal, aumentando el ritmo cardiaco, así como, la disponibilidad de glucosa e incremento de la presión sanguínea, dirigiendo la sangre hacia órganos esenciales (cerebro, corazón y músculos estriados), con la finalidad de responder a la lucha o escapar de la amenaza (Sunil *et al.*, 2011).

El segundo, corresponde a la Teoría planteada por Selye (1973), sobre la adaptación de los animales al estrés biológico y consta de tres fases: 1) respuesta inmediata, mediada por el sistema simpático, caracterizada por ser de carácter automática, defensiva y antiinflamatoria, elevando la frecuencia cardiaca, liberación de glucocorticoides, junto a una contracción esplénica con liberación de glóbulos rojos, aumento de la capacidad respiratoria e incremento en la velocidad de la coagulación sanguínea, 2) resistencia; en esta etapa el organismo intenta superarse ante amenazas o agente nocivo. En dicha fase participa el eje hipotálamo-hipófisis y corteza arenal, ocurriendo una normalización de los niveles de corticosteroides y con ella, la desaparición de la sintomatología y 3) reacción de agotamiento; que ocurre cuando el estímulo estresor se vuelve crónico, ocasionando serios daños a nivel sistémico, que pueden causar la muerte del animal.

LAS AVES Y EL ESTRÉS CALÓRICO

Las aves de corral son más susceptibles a los choques de calor, debido a que no pueden sudar y no poseen glándulas sudoríparas. Por ello, no pueden soportar temperaturas extremas $\geq 31^{\circ}\text{C}$ por tiempo prolongado. Adicionalmente, el plumaje les dificulta disipar el calor endotérmico y exotérmico (Mashaly *et al.*, 2010).

El estrés calórico se define; como la alteración del equilibrio homeostático del animal, producto de la elevada TA y HR, superando la zona de confort o termoneutralidad en un organismo determinado (Sánchez, 2007). Los efectos del estrés térmico sobre el animal pueden ser de dos tipos:

- ◆ **DIRECTOS:** son las alteraciones del metabolismo para adaptarse al incremento de calor, con repercusiones hormonales y celulares.
- ◆ **INDIRECTOS:** cuando ocurre alteración de la calidad y cantidad del alimento. Entre los factores que influyen sobre el grado de afección por estrés calórico se pueden mencionar: la raza, estado fisiológico, edad, exposición al ambiente y variación genética de los animales.

EFFECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE EL COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO Y METABÓLICO EN GALLINAS PONEDORAS

Las gallinas son animales homeotermos con capacidad para mantener constante la temperatura interna de forma bastante uniforme, dentro de ciertos límites de temperatura ambiente. La zona neutral térmica, es aquella temperatura ambiente donde la gallina lleva a cabo pequeños cambios en la producción calórica (Gudev *et al.*, 2011).

Diversas investigaciones demuestran que las condiciones óptimas o de termoneutralidad en gallinas ponedoras es de $21\text{-}25^{\circ}\text{C}$, con ciertas fluctuaciones hasta los 28°C , considerándose ésta última como el límite crítico superior para todas las aves de corral (Felver-Gant *et al.*, 2012).

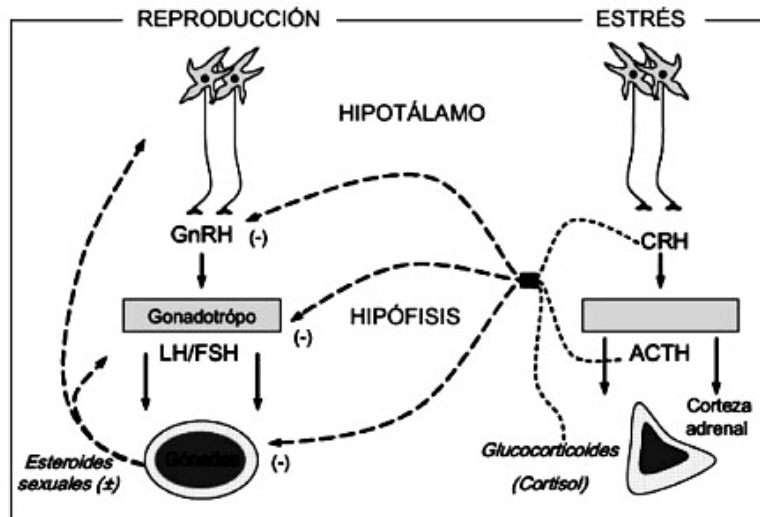
Cuando la gallina se encuentra en un ambiente cálido ($28\text{-}35^{\circ}\text{C}$), la temperatura del cuerpo del animal se eleva drásticamente debido a golpes de calor, con una reducción significativa del consumo de alimento de 1,0, a un 1,5% por cada 1°C de aumento de temperatura, afectando la ganancia diaria de peso. Por lo tanto, cuando la ingesta voluntaria de alimento disminuye, el animal no posee los requerimientos energéticos y minerales necesarios para la producción de huevo, siendo afectado en primera instancia la tasa de postura, peso del huevo y calidad de la cáscara, con disturbios neurorespiratorios, pérdida del equilibrio ácido-básico en sangre por hipoxia crónica, eliminación excesiva de CO_2 e hiperventilación (Felver- Gant *et al.*, 2012).

Además, se ha encontrado que la exposición crónica al calor en gallinas, disminuye significativamente la digestión de las proteínas, grasas y carbohidratos del alimento concentrado, limitando la disposición y transporte de nutrientes como calcio y fósforo a nivel celular para la formación del huevo. De hecho, cuando se combinan los niveles marginales de fósforo con el estrés calórico, pueden elevar las tasas de mortalidad, especialmente en las aves de mayor edad (Star *et al.*, 2008).

EFECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE LA FUNCIÓN OVÁRICA

El estrés térmico retrasa el desarrollo folicular y la ovulación en gallinas, ya que los mecanismos de regulación para la reducción de la eficiencia reproductiva y productiva en aves está modulada por el eje hipotálamo-hipófisis-gónada (HHG), lo que sugiere un efecto inhibitorio diferencial de estrés por calor en las funciones de las células de la granulas y teca con efectos retardados sobre la función hormonal en los folículos ováricos, junto a la disminución en el flujo sanguíneo de prolactina, gonadotropinas (hormona luteinizante, LH; hormona folículo estimulante, FSH) y regresión ovárica, mermando la producción de huevos (Hackbart *et al.*, 2010) (Figura 1).

Figura 1. Zonas del eje HHG en que el estrés puede afectar negativamente la secreción de GnRH, gonadotropinas y esteroides sexuales.



Fuente: Vélez y Uribe, 2010.

El pico preovulatorio de LH es especialmente sensible al efecto inhibitorio de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) y a los glucocorticoides exógenos durante el estrés. La acción fisiológica de los glucocorticoides, que inhiben la secreción por la hipófisis de LH, podría ser efectuada por la modificación del feed-back de los esteroides gonadales, dado que los corticoides reducen el efecto estimulador de estradiol sobre la secreción de LH (Vélez y Uribe, 2010).

Este retraso en la regresión lútea en respuesta a la ACTH, retarda el desarrollo del folículo dominante en el ovario y disminuye la secreción de estrógeno, que no podrá poner en marcha el mecanismo luteolítico (Hackbart *et al.*, 2010; Vélez y Uribe, 2010).

Asimismo, el calor estimula el eje Hipotálamo- hipófisis-glándula adrenal (HHA), que a su vez modula las hormonas del eje HHG modificando la secreción de gonadotropinas. Esto significa que la activación del eje HHA durante estrés calórico acarrea un antagonismo entre las hormonas de los dos ejes (Álvarez, 2008).

MECANISMOS DE DISIPACIÓN DE CALOR EN GALLINAS PONEDORAS

La pérdida de calor hacia el ambiente externo se realiza mediante dos rutas o formas principales: La primera es por transferencia no evaporativa de calor hacia el aire y superficies adyacentes al animal mediante convección, conducción, e intercambio termal por radiación. La segunda ruta es por la transferencia de calor evaporativo, asociado con la pérdida de vapor de agua desde la superficie corporal y el sistema respiratorio (Ajakaiye *et al.*, 2010a).

Convección: Es la disipación de calor al aire libre alrededor del ave y se debe a la redistribución de moléculas dentro del fluido en cuestión (aire).

Su magnitud depende de dos factores:

- ◆ La diferencia de temperaturas entre la superficie del animal y el aire.
- ◆ La aislación térmica provista por la capa límite de aire alrededor del cuerpo

Esta capa límite es alterada por las corrientes de aire y la naturaleza de la superficie (pelos, plumas, piloerección, entre otros). Bajo condiciones de viento, el calor es removido por convección forzada en una magnitud que depende de la velocidad y dirección del viento. En condiciones de aire quieto o calmado, el movimiento del aire alrededor del cuerpo animal es consecuencia del movimiento ascendente natural del aire (el aire caliente asciende) y el calor se remueve mínimamente por convección libre (Havlicek and Slama, 2011).

Radiación: Es la pérdida de calor a través de la piel en contacto con el aire. Esta ruta de perder calor será exitosa si los galpones tienen una ventilación adecuada. La energía radiante se mueve en el espacio alrededor del animal por medio de ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta (Sunil *et al.*, 2011).

Bajo sistemas de explotación en jaulas, la gallina puede perder calor por radiación, cuando la temperatura del techo sea más baja que la temperatura del animal. Sin embargo, un techo con pobre aislación térmica, en climas cálidos, puede resultar en una ganancia significativa de calor radiante sobre el lomo de los animales (Ajakaiye *et al.*, 2010b).

Conducción: Es el flujo o transferencia de calor entre la gallina y cualquier superficie, particularmente el piso. A diferencia de la convección aquí no existe translocación relativa de moléculas. Las moléculas más calientes imparten energía cinética a las moléculas más frías mediante contacto directo (Sunil *et al.*, 2011).

Los animales que permanecen de pie pierden pequeñas cantidades de calor por conducción debido a que el área de contacto con el piso es muy pequeña. Sin embargo la pérdida de calor conductivo puede ser significativa para un animal echado, cuando el piso está constituido por materiales que sean relativamente buenos conductores (concreto, chapas de hierro perforadas, alambre tejido). Este método de disipación calórica es casi imposible en las gallinas en las jaulas (Aberra, 2011).

Evaporación: Es la pérdida de calor por evaporación de agua a través de tracto respiratorio por medio del jadeo.

El jadeo es el método principal de las aves para perder calor. Evaporando un gramo de agua pueden disipar más de 500-600 calorías (Havlicek and Slama, 2011).

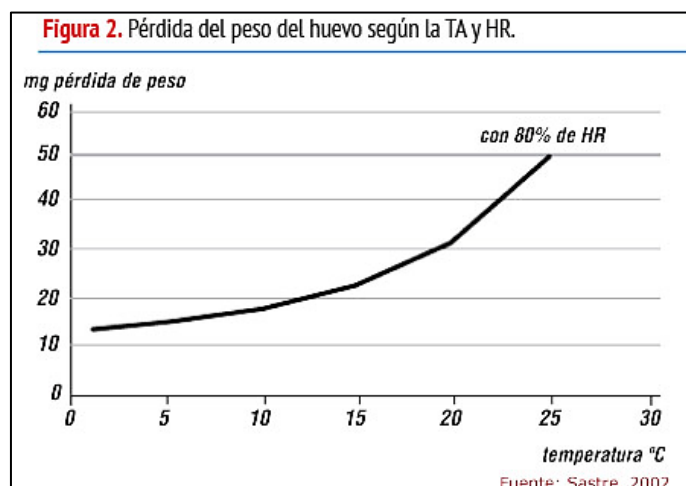
Cuando las temperaturas ambientales son mayores que la temperatura corporal de las aves, la evaporación es la única forma de pérdida de calor, constituyéndose en un mecanismo esencial para el mantenimiento de la homeotermia.

Efecto del estrés calórico sobre la calidad del huevo Para la industria del huevo a nivel mundial, la producción de huevos de buena calidad es fundamental para la viabilidad económica de la empresa. Por lo tanto, es de gran importancia entender los factores ambientales que afectan la calidad externa e interna del huevo (Codony, 2002; Elibol y Brake, 2008).

A continuación, se detallan los efectos del estrés ambiental sobre la calidad del huevo:

Peso y tamaño: En la gran mayoría de nuestros países, la rentabilidad del negocio resulta favorecida cuando las gallinas producen huevos de mayor peso o tamaño, especialmente en el primer tercio del ciclo productivo (Keener *et al.*, 2006).

El peso del huevo disminuye con el aumento de la temperatura ambiental a un promedio de 0,4 g por cada °C de incremento a partir de los 25°C, con HR de 80%, generándose huevos de menor tamaño y peso, fruto de la incapacidad de termorregulación de las hembras reproductivas, junto a la pérdida de agua, CO₂ y aumento de la cámara de aire del huevo, con disminución irreversible de las Unidades Haugh (UH). La transferencia de vapor de agua del interior al exterior del huevo depende del gradiente de presión de vapor de agua y de la superficie de transferencia, cutícula y la porosidad de la cáscara (Van der Brand *et al.*, 2008) (Figura 2).



Cáscara: A causa de la disminución del consumo de calcio por las aves, se ve afectada significativamente en la calidad de cáscara. Así mismo, las concentraciones de las proteínas de unión de calcio: D28k, D9k (calbindinas) aumentan en las células intestinales de las gallinas, disminuyendo las reservas medulares de calcio en el tejido óseo, de forma similar cuando se producen deficiencias de calcio en el animal (Rodríguez *et al.*, 2011).

La calidad de la cáscara es mejor cuando las temperaturas son cíclicas y bajan en algún momento del día de los 25°C, en comparación cuando las altas temperaturas son constantes ya que se ha demostrado que el estrés térmico provoca jadeo y alcalosis respiratoria, incrementándose la frecuencia respiratoria, junto a la disminución del

CO₂ en el torrente sanguíneo de la gallina, elevándose el pH en sangre, con la consiguiente pérdida de agua a nivel tisular (Ajakaiye *et al.*, 2010a).

Asimismo, el riñón elimina más bicarbonato para restaurar el pH normal en sangre; por ello, al haber concentraciones bajas de calcio y bicarbonato se limita considerablemente el intercambio iónico en el útero de las aves, contribuyendo a reducir la disposición de calcio en la cáscara (Ebeid *et al.*, 2012).

Por ello, al haber concentraciones bajas de calcio y bicarbonato se limita considerablemente el intercambio iónico en el útero de las aves, contribuyendo a reducir la disposición de calcio en la cáscara.

Inmunohistoquímicamente, varias investigaciones han demostrado que las calbindinas se localiza en el citoplasma del enterocito intestinal y de célula glandulares en condiciones ambientales de termoneutralidad. No obstante, las concentraciones de calbindinas se reducen drásticamente en íleon, ciego, colon y glándula cáscara de huevo en condiciones de estrés térmico. Por lo tanto, se ha concluido que las calbindinas localizadas en los segmentos intestinales y de la glándula de la cáscara, se ve negativamente afectada por la alta temperatura ambiente, que podría estar relacionada con el deterioro y aparición de surcos en el cascarón, perjudicando las características de calidad de la cáscara bajo condiciones de estrés térmico ambiental en países tropicales (Ebeid *et al.*, 2012).

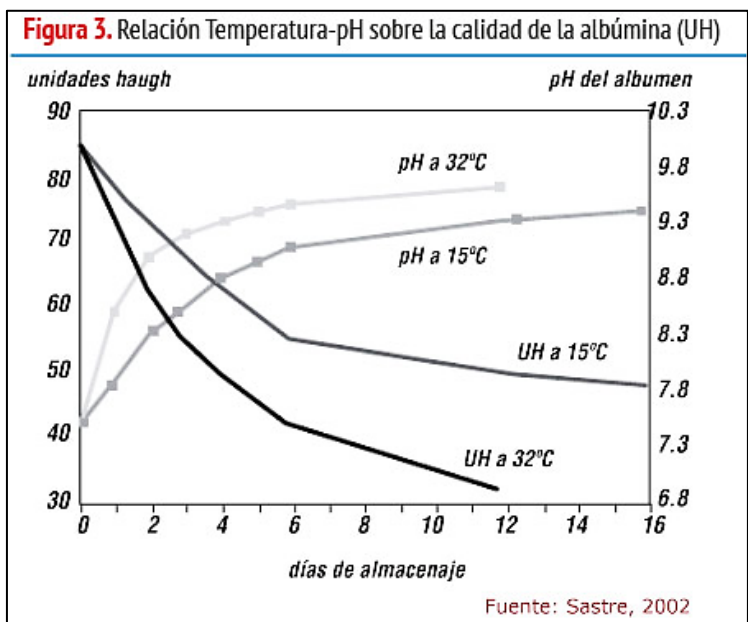
Por último, aumentos en la TA inducen la liberación de ciertas hormonas del estrés como la Epinefrina, causando retrasos en la ovoposición y cese de la formación de la cutícula en la cáscara, formándose huevos pálidos o sin cáscara (Demirel *et al.*, 2009).

Yema y albúmina: La calidad de la yema está determinada por el color, la textura, firmeza y el olor, mientras que en la albúmina se relaciona con su consistencia, aspecto y las propiedades funcionales de la misma. Sin embargo, ambas dependen del consumo de alimento y los factores ambientales (Estrada *et al.*, 2010).

La disminución del consumo de pienso por estrés térmico, trae como consecuencia inmediata una menor ingesta de nutrientes, produciéndose un desequilibrio metabólico en el ave. Como resultado de este cambio, el albumen pierde parte de su consistencia y se facilita su posterior alteración, al mismo tiempo que la yema pierde coloración y, en casos extremos, su densidad (Franco- Jiménez *et al.*, 2007).

Por otra parte, períodos constantes de AT y humedad, originan la licuefacción de la albúmina, donde el vapor de agua del albumen se escapa a través de la cáscara, causando una pérdida irreversible del peso del huevo, así como, la contracción del contenido del huevo y aumento de la cámara de aire. Igualmente, en casos extremos debido a la exposición prolongada de huevos almacenados a elevada temperatura ambiente, se forman burbujas de agua en el interior del mismo, ocasionando la aparición de manchas traslúcidas. Del mismo modo, el agua de la albúmina penetra en la yema la cual aparece manchada y laxa, producto del desprendimiento de las chalazas, permitiendo que el libre movimiento de la yema en el interior del huevo, provocando la pérdida de la estructura interna y de la organización espacial de las capas de albúmina y de la yema, haciéndolas muy vulnerables a la contaminación microbiana (Martín, 2002; Mashaly *et al.*, 2010).

Con temperaturas por encima de 15.5°C, ocurren transformaciones de la albúmina densa a líquida, este cambio posiblemente involucra al H₂CO₃, como uno de los componentes del sistema búfer del albumen, el cual es disociado en H₂O y CO₂, (Oliveira *et al.*, 2009), incrementando las pérdidas de humedad y disminución de CO₂, provocando la alcalinización del huevo, debido al aumento del pH, afectando su sabor y disminuyendo la viscosidad de la albúmina (Oliveira *et al.*, 2009) (Figura 3).



Cuando aumenta el pH del albumen durante períodos prolongados de almacenaje de los huevos a alta temperatura, las propiedades físicas de la capa externa de la membrana vitelina se modifican, aumentando la permeabilidad. Esto permite el paso de calcio y magnesio a la yema y un movimiento de hierro y aminoácidos libres hacia el albumen. Con la pérdida de magnesio por parte del albumen, se agudiza el cambio de ovomucina gel a ovomucina soluble, mientras el pH aumenta, provocando a su vez mayor permeabilidad de la membrana vitelina (Ajakaiye *et al.*, 2011).

Igualmente, se ha relacionado la disolución de la capa chalazífera del albumen cuando el tiempo de almacenamiento de los huevos es prolongado a elevadas TA, permitiendo que los nutrientes en la yema estén disponibles para cualquier tipo de bacteria patógena presente en la albúmina (Yande *et al.*, 2007).

Sin embargo, existen numerosos trabajos que demuestran que las modificaciones en el equilibrio iónico o carencias subclínicas de ciertos microminerales (Mg, Se) o vitaminas pueden alterar la relación entre los distintos componentes de la estructura gelatinosa del albumen a nivel molecular. Posiblemente, el efecto de estos micronutrientes es reemplazar el complejo ovomucina-lisozima, responsable de la degradación del albumen, por un complejo ovomucina-mineral mucho más estable (Bozkurt *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

La disminución de la calidad del huevo por estrés calórico, es un problema de gran interés para los productores avícolas en países tropicales con elevadas TA y HR. Según los reportes publicados sobre la temática, concluyen que una exposición prolongada a una temperatura elevada (>25°C) en ponedoras comerciales, afecta significativamente la composición y calidad externa e interna del huevo, producto de desórdenes bioquímicos y metabólicos en el animal que implican la caída del consumo de alimento, ovoposición precoz, pérdida de electrolitos y compuestos esenciales para la formación del huevo. Asimismo, TA superiores a los 15°C durante el almacenamiento, inducen transformaciones químicas a nivel de albúmina yema, que favorecen la contaminación microbiana del huevo.

Esto confirma la importancia que juega la temperatura y la conservación de la calidad del huevo, ya que inmediatamente después de ser puesto la calidad interna comienza un proceso de deterioro irreversible que ni siquiera el almacenamiento en condiciones óptimas puede detener, abriendo las puertas para el desarrollo de investigaciones sobre el efecto de la conservación y exposición de almacenamiento sobre las características químicas y nutricionales del huevo.

Por último, es trascendental considerar la calidad de huevo cuando se planifica la producción, pues permitirá generar un mayor consumo de los mismos en la población y retornos financieros más favorables para el productor.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aberra, M. Performance and Physiological Responses of Nakedneck Chickens and Their F Crosses 1 with Commercial Layer Breeds to Long- Term High Ambient Temperature. *Global Veterinaria*, 2011, vol. 6, no 3, p. 272-280.
2. Ajakaiye, J., Perez-Bello, A and A. Mollineda-Trujillo. Impact of heat stress on egg quality in layer hens supplemented with l-ascorbic acid and dl-tocopherol acetate. *VETERINARSKI ARHIV*, 2011, vol. 81, no 1, p. 119- 132.
3. Ajakaiye, J., Ayo, J and A. Sunday. Effects of heat stress on some blood parameters and egg production of Shika Brown layer chickens transported by road. *Biol Res*, 2010a, no 43, p. 183-189.
4. Ajakaiye, J., Perez-Bello, A y A. Mollineda-Trujillo. El estrés calórico en algunos electrolitos de plasma de gallinas ponedoras durante el verano en clima caliente-húmedo y suplementadas con vitaminas C y E. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 2010b, vol. 44, no 4, p. 407-413
5. Álvarez, L. Efectos negativos del estrés sobre la reproducción en animales domésticos. *Arch Zootec*, 2008, vol. 57, p. 39-59.
6. Barroeta, A. Formación del huevo. En: *Lecciones sobre huevo*. 1a ed. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p. 45-56. ISBN: 84-607- 5343-3.
7. Bozkurt, M., Küçükylmaz, K., Çatli, A., Çınar, M., Bintaş, E and F. Çöven. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. *Poult Sci*, 2012, no 91, p. 1379-1386.
8. Codony, R. Composición y valor nutritivo del huevo. En: *Lecciones sobre huevo*. 1a ed. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p. 155-166.
9. Demirel, S and Kırıkci, K. Effect of different egg storage time son some egg quality characteristics and hatch ability of pheasants (*Phasianus colchicum*) 1. *Poult Sci*, 2009, no 88, p. 440-444.
10. Ebeid, T. A., Suzuki, T and T. Sugiyama. High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin- D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poult Sci*, 2012, no 91, p. 2282-2287.
11. Elibol, O., Brake, J. Effect of egg position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs 1. *Poult Sci*, 2008, no 87, p. 1237- 1241.
12. Estrada, M., Galeano, L., Herrera, M., Restrepo, L. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 2010, vol. 23, no 2.
13. Felver-Gant, J. N., Mack, L.A., Dennis, R. L., Eicher, S. D and H.W. Cheng. Genetic variations alter physiological responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poult Sci*, 2012, no 91, p.1542-1551.

14. Franco-Jimenez, D.J and M. M. Beck. Physiological Changes to Transient Exposure to Heat Stress Observed in Laying Hens. *Poult Sci*, 2007, no 86, p. 538-544.
15. Fuentes, P. Calidad interna del huevo y su conservación. En: *Lecciones sobre huevo*. 1a ed. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p. 57- 74.
16. Gudev, D., Popova-Ralcheva,S., Yanchev, I., Moneva, P., Petkov, E and M. Ignatova. Effect of betaina on egg performance some blood constituents in laying hens reared indoor under natural summer temperaturas and varying levels or air ammonia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2011, vol. 17, no 6, p. 859-866.
17. Hackbart, K. S., Ferreira, R.M., Dietsche, A.A., Socha, M.T., Shaver, R.D., Wiltbank, M.C and P. M. Fricke. Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *J. Anim Sci*, 2010, no 88, p. 3856-3870.
18. Havlicek, Z and P. Slama. Effect of heat stress on biochemical parameters of hens. *Proceedings of ECOpole*, 2011, vol, 5, no 1.
19. Keener, K.M., McAvoy, K.C., Foegeding, J.B, Curtis, P.A, Anderson, K.E., Osborne, J.A. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. *Poult Sci*, 2006, no 85, p. 550-555.
20. Martín, F. Contaminación y microbiología del huevo. En: *Lecciones sobre huevo*. 1a ed. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p. 75-88.
21. Mashaly, M. M., Hendricks, G. L., Kalama, M. A., Gehad, A. E., Abbas, A.O and P. H. Patterson. Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens. *Poultry Science*, 2010, no 83, p. 889–894.
22. Mertens, K., Vaesen, I., Loffel, J., Kemp, B., Kamers, B., Perianu, C., Zoons, J., Darius, P., Decuyper, E., De Baerdemaeker, J and B. De Ketelaere. The transmission color value: A novel egg quality measure for recording shell color used for monitoring the stress and health status of a brown layer flock. *Poult Sci*, 2010, no 89, p. 609-617.
23. Oliveira, G.E., Figueiredo, T.C., Souza, M.R., Oliveira, A.L., Cancado S.V and M.B Gloria. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. *Poult Sci*, 2009, no 88, p. 2428-2434.
24. Ortiz, A. La granja de puesta: nutrición y sanidad del ave. En: *Lecciones sobre el huevo* 1a ed. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p. 29-44.
25. Reyes, S. Los ovoproductos: tipos y procesos de obtención. En: *Lecciones sobre huevo*. 1a ed. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo, 2002, p. 119-130.
26. Rodríguez, A., López, E y Y. Valdés. Evaluación de indicadores agregados ambientales en la producción de huevos. *Revista OIDLES*, 2011, vol. 5, no 10.
27. Rozenboim,I.,Tako,E.,Gal-Garber,O.,Proudman,J and Z.Uni. The Effect of Heat Stress on Ovarian Function of Laying Hens. *Poult Sci*, 2007, no 86, p. 1760-1765.
28. Sánchez,S.El estrés calórico y su amortiguamiento a través de las proteínas del estrés, hsp. *REDVET*, 2007, vol. VIII, no 12B.
29. Selye H. 1973.The evolution of the stress concept. *AmSci*,1973, vol. 6, no 61, p. 692-8.
30. Star, L., Kemp, B., Vanden Anker,I and H.K.Parmentier.Effect of Single or Combined Climatic and Hygienic Stress in Four Layer Lines: 1. Performance. *Poult Sci*, 2008, no 87, p. 1022-1030.
31. Sunil Kumar,B. V., Kumar, A and K. Meena. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 2011, vol. 7, no 1, p. 45-54.
32. Vander Brand H, Reijrink IAM,Hoekstra LA and B.Kemp.Storage of eggs in water affects internal egg quality, embryonic development, and hatchling quality. *Poult Sci*, 2008, no 87, p. 2350-2357.
33. Vélez Marín,M y L. F. Uribe Velásquez.¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción? *Biosalud*, 2010, vol. 9, no 2, p. 83 – 95.
34. Yande, Y. Y., Aigou, O and L. Yanbin Li. Measurement of internal quality in chicken eggs using visible transmittance spectroscopy technology. *Food control*, 2007, no 18, p. 18 -22.

[Volver a: Estrés de las aves](#)