



Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias

<http://rccp.udea.edu.co>

RCCP

Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial[✉]

Effect of temperature and turning during storage on egg quality commercial

Efeito da temperatura e volteio durante a armazenagem sobre a qualidade do ovo comercial

Mónica M Estrada^{1,2*}, Zoot, Esp, MSc; Luis F Galeano¹, Zoot, MSc; Mágela R Herrera², Zoot, MSc, Luis F Restrepo¹, Estadístico, Esp.

¹Grupo de investigación en avicultura GIA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Antioquia, AA1226, Medellín, Colombia.

²Grupo de investigación GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Antioquia, AA1226, Medellín, Colombia.

(Recibido: 4 junio, 2009; aceptado: 13 abril, 2010)

Resumen

El huevo es uno de los alimentos más completos desde el punto de vista nutricional y sanitario, pero una vez fuera de la gallina estas propiedades comienzan a deteriorarse. Varios autores concuerdan que en el transcurso del tiempo y sobre todo a temperatura ambiente (24 °C), la calidad inicial va disminuyendo hasta desaparecer al cabo de 3 - 4 semanas. El presente estudio consistió en evaluar dos métodos de conservación para los huevos, en el primero se almacenaron los huevos a temperatura ambiente (23 °C) y en el segundo a refrigeración (4 °C). Ambos métodos de conservación se sometieron a la manipulación del huevo, que consistían en el volteo o no de las unidades experimentales. Se utilizaron 192 huevos con 32 replicas por tratamiento. Para el análisis estadístico se empleó el diseño de clasificación experimental completamente aleatorizado en arreglo factorial 2² efecto fijo balanceado con efecto interactivo del tiempo, donde se realizó el análisis particular para cada periodo y entre periodos; se utilizó la técnica MANOVA con contrastes canónicos ortogonales para determinar por el método de máxima verosimilitud, la dimensionalidad, donde se comparan los efectos de los tratamientos. Para comprobar los parámetros de calidad interna con respecto al índice de la yema (IY), y unidades Haugh (UH) se realizaron mediciones de altura de albúmina, altura y diámetro de yema a los 0, 10 y 20 días de almacenamiento en las unidades experimentales. El experimento presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) entre los ambientes de conservación, pero en los tratamientos volteo y no volteo no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$). El medio de conservación que presentó durante todo el periodo de evaluación los mejores resultados de calidad de huevo IY y UH fue el de refrigeración.

✉ Para citar este artículo: Estrada MM, Galeano LF, Herrera M, Restrepo LF. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. Rev Colomb Cienc Pecu 2010; 183-190.

* Autor para correspondencia: Mónica María Estrada. Escuela de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de investigación en avicultura GIA, Grupo de investigación GRICA, Universidad de Antioquia. AA1226, Medellín, Colombia. Correo electrónico: monicamariae@gmail.com.

En conclusión, este trabajo confirma la importancia que juega la temperatura en el almacenaje y la conservación de la calidad del huevo.

Palabras clave: albúmina, índice de yema, unidades haugh.

Summary

From a sanitary and nutritional point of view the egg is one of the most complete foods, however once outside of the hen its' properties begin to deteriorate. Several authors agree that in time and especially at a room temperature (24 °C), the initial quality decreases up to its disappearance at 3-4 weeks. The current study consisted of the assesment of two conservation methods for the eggs. The eggs were stored at room temperature (23 °C) in the first method and in the second at a refrigerating temperature (4 °C). Both conservation methods were submitted to egg manipulation which consisted of turning over or not the experimental units. 192 eggs were used with 32 replicas per treatment. For the statistic analysis the completely randomized experimental classification design was used in a factorial arrangement of 2² with a fixed balanced effect, with an interactive effect over the time where each particular analysis took place for every period and between periods. The MANOVA technique was used with orthogonal canonic contrasts to determine by the method of maximum verisimilitude the dimensionality where the effects of the treatments are compared. In order to prove the parameters of internal quality in regards to the yolk index (YI) and Haugh units (HU), albumin was measured in terms of height and the yolk was measured in height and diameter at 0, 10 and 20 days of storage of the experimental units. The experiment presented highly significant differences (p<0.001) between the conservation environments, however in the turned over and not turned over treatments no significant differences were found (p<0.05). The conservation method that proved best results during the whole evaluation period over egg quality YI and HU was the refrigeration. In conclusion, this essay confirms the importance that temperature has over the storage and preservation of egg quality.

Key words: albumin, haugh units, yolk index.

Resumo

O ovo é um dos alimentos mais complexos desde o ponto de vista nutricional e sanitário, mais, depois da postura as propriedades iniciais vão deteriorar-se. Vários autores concordam que no transcurso do tempo e sobre tudo à temperatura do ambiente (24 °C), a qualidade inicial vá diminuindo até desaparecer entre as 3 e 4 semanas. O presente estudo consistiu em avaliar dois métodos de conservação do ovo. O primeiro método armazenaram-se os ovos a temperatura do ambiente (23 °C) e o segundo a refrigeração (4 °C). Nos dois métodos os ovos foram submetidos a manipulação, a qual consistia no volteio ou não das unidades experimentais. Foram utilizados 192 ovos com 32 repetições por tratamento. Para a análise estatístico foi utilizado um delineamento fatorial 2², com efeito interativo do tempo, onde foi realizado um análises particular para cada período e entre períodos; foi utilizado um MANOVA com contrastes canônicos ortogonais, por máxima verossimilhança restrita. Para comprovar os parâmetros de qualidade interna com respeito ao índice da gema (YI), e unidades Haugh (UH) foram realizadas mensurações de altura da albumina, altura e diâmetro da gema aos 0, 10 e 20 dias de armazenamento mas unidades experimentais. O experimento apresentou diferenças altamente significativas (p<0.001) entre os ambientes de conservação, mais nos tratamentos volteio e não volteio não foram encontradas diferenças significativas (p>0.05). O meio de conservação que apresentou durante todo o período de avaliação os melhores resultados de qualidade do ovo YI e UH foi a refrigeração. Em conclusão, este trabalho confirma a importância que tem a temperatura na armazenagem e a conservação da qualidade do ovo.

Palavras chave: albumina, índice de gema, unidades haugh.

Introducción

Inmediatamente después de la puesta y durante el almacenamiento, varios cambios bioquímicos, físicos y mecánicos (Huyghebaert, 2006), se

producen en los constituyentes del huevo. Estas modificaciones son bien conocidas y refieren principalmente el aumento del volumen de la cámara de aire, la licuefacción de la parte densa de la albumina y el debilitamiento de la

membrana vitelina que separa la yema y el albumen (Berardinelli *et al.*, 2008).

Algunos factores que afectan la calidad del albumen, son principalmente la línea genética, la edad de la gallina, el tiempo transcurrido luego de la ovoposición, las condiciones de almacenamiento y la influencia del tiempo (Jones and Musgrove, 2005; Scott and Silversides, 2000 and 2001; Oliveira *et al.*, 2009). Con respecto a las condiciones de almacenamiento, se conoce que las bajas temperaturas prolongan la calidad del huevo, sin embargo, en muchas regiones, la refrigeración y manipulación de los huevos no es controlada durante la distribución y comercialización. (Bell *et al.*, 2001, Jones and Musgrove, 2005; Oliveira *et al.*, 2009).

Las incrementos en la temperatura y el tiempo prolongado de almacenamiento causan un rápido decrecimiento en la calidad interna (Van den Brand *et al.*, 2008); con temperaturas por encima de 15.5 °C, se presentan transformaciones de la albumina densa a líquida, este cambio posiblemente involucra al H_2CO_3 , uno de los componentes del sistema búfer del albumen, el cual es disociado en agua y CO_2 , (Oliveira *et al.*, 2009), los cuales incrementan las pérdidas de humedad, las pérdidas de dióxido de carbono (CO_2), y conllevan a la alcalinización del huevo (Brake *et al.*, 1997; Davis and Reeves, 2002; Quality egg guide, 2007), afectando su sabor y disminuyendo la viscosidad de la albúmina (Jeffrey, 2007; Hassan *et al.*, 2005; Hasler, 2000).

La membrana vitelina aporta características de calidad física y microbiológica al huevo, la fuerza de esta membrana disminuye con el aumento de la edad de huevo (Jones and Musgrove, 2005; Keener *et al.*, 2006; Nilipour, 2008). Esto se ha asociado a la disolución de la capa chalazifera del albumen cuando el tiempo de almacenamiento es prolongado (Brake *et al.*, 1997) además, puede permitir a los nutrientes en la yema estar disponibles para cualquier microorganismos que están presentes en el albumen (Keener *et al.*, 2006).

Otro factor involucrado en el proceso de almacenamiento, es la manipulación de los huevos,

conferida en posición y frecuencias de rotación del mismo, este parámetro ha sido estudiado en el proceso de incubación de huevos fértiles, pero no como afecta la calidad interna para huevos comerciales. Se ha reportado que los huevos fértiles normalmente son almacenados por el polo más grande hacia arriba, sin embargo, huevos fértiles almacenados en forma invertida han mejorado la incubabilidad en periodos largos de tiempo y con una alta frecuencia de rotación en el periodo de almacenamiento (Elibol and Brake, 2008), lo anterior determina que la posición de almacenamiento es importante para mantener las condiciones de calidad interna.

Así, durante el almacenamiento, la calidad interna de los huevos puede ser determinada por el incremento en el pH del albumen, decrecimiento en el peso de los huevos, y el decrecimiento en los sólidos totales contenidos en el albumen. Basados en esos fenómenos, un índice de calidad fue desarrollado Unidades Haugh (UH), el cual es calculado usando la altura de la albumina y el peso del huevo (Jones and Musgrove, 2005; Scott and Silversides, 2000;). Valores mayores a 72 UH representan una excelente calidad, valores entre 60 y 72 representan alta calidad y valores más bajos de 60 representan inferior calidad (Oliveira *et al.*, 2009).

Como consecuencia de la migración de agua a través de la membrana vitelina, la yema tiende a aplanarse, modificando la relación entre la altura y diámetro de la yema, esto se denomina índice de yema, donde Valores entre 32 y 58% denotan buena calidad (Berardinelli *et al.*, 2008; Kırıkç et al, 2007; Çağlayan *et al.*, 2009; Yande *et al.*, 2007).

Con el presente estudio se evaluó la aplicación de dos métodos de conservación y manipulación del huevo comercial en un período de 20 días y su efecto en la calidad interna del huevo con respecto a la calidad de la albúmina medida por las Unidades haugh y a la calidad de la yema medida por el Índice de Yema.

Materiales y métodos

De un lote de gallinas de la línea Hy line brown de 60 semanas de edad, se recolectaron los huevos

de un mismo día, estos fueron clasificados por categorías de tamaño, de la categoría AA se extrajo una muestra de 192 huevos, con un peso promedio de 63 gr. Tres horas después de que los huevos fueron puestos y clasificados, se realizaron mediciones de peso, y se tomó una submuestra de 64 huevos para hacer mediciones del diámetro de yema, altura de la yema, y altura de la albúmina, para determinar los parámetros de calidad interna; la calidad de la albúmina depende de la consistencia de la misma, para medir ésta característica se emplean las unidades Haugh (UH), usando la fórmula $UH=100 \log(a-1.7p^{0.37}+ 7.6$, donde: a= altura de la albúmina en mm y p= peso del huevo en gramos) que relacionan el logaritmo del espesor del albumen denso con el peso del huevo. Un valor mayor de 75 UH indica un huevo de muy buena calidad (Bell et al., 2001; Jones and Musgrove, 2005; Scott and Silversides, 2000). La calidad de la yema se mide por el índice o coeficiente de yema el cual relaciona la altura y la amplitud de esta; Índice de yema (IY), usando la fórmula $IY= (\text{altura yema}/\text{amplitud yema}) \times 100$ (Kırık, 2007 Yande et al., 2007). Estas primeras mediciones de los parámetros de calidad fueron los referentes con los cuales se compararon las demás sub-muestras en el tiempo.

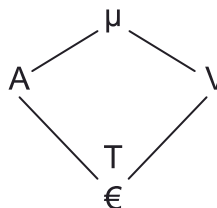
Los huevos restantes (128) se dividieron en cuatro tratamientos, los cuales consistieron en la combinación de los factores: condiciones de almacenamiento (temperatura: almacenamiento ambiente / almacenamiento refrigerado, ambos ambientes con humedad relativa al 65%) y manipulación (volteo del huevo y no volteo del huevo), cada tratamiento contó con cuatro replicas, cada una con ocho huevos. Durante los 20 días que duró el experimento los huevos del factor manipulación fueron girados 180° sobre su eje horizontal alternando los polos una vez por día. En cada periodo de 10 días se abrieron 64 huevos (16 por tratamiento) para la evaluación de calidad cualitativa, índice de yema y calidad de albúmina.

Para el pesaje de los huevos se utilizó la balanza Mettler Toledo® Pb 3002-s con sensibilidad de 0.01 g, y para las mediciones del diámetro de la yema, altura de la yema y albúmina se utilizó el piederey marca Hopex Quality Tools Varnier Caliper®.

Análisis estadístico

Se empleó un diseño de clasificación experimental completamente aleatorizado en arreglo factorial 2^2 efecto fijo balanceado, con efecto interactivo del tiempo donde se realizó el análisis particular para cada periodo y entre periodos. Los datos de Índice de Yema y Unidades Haugh fueron transformados con base en la función arcoseno. Además, el análisis se complementó con la técnica MANOVA con contrastes canónicos ortogonales (Restrepo, 2007), determinándose por el método de máxima verosimilitud la dimensionalidad donde se comparan los efectos de los tratamientos (Cramer and Bock, 1966). Se empleó el paquete estadístico SAS 9.0 (Statistical Analysis Systems, 2005).

Adicionalmente, se hizo análisis de correlación por tratamiento por el método de Spearman y análisis descriptivo exploratorio de tipo unidimensional (Salinas, 2007). Utilizándose el siguiente modelo de estructura:



El modelo estadístico empleado fue:

$$Y_{ijks} = \mu + A_i + V_j + T_k + AV_{ij} + AT_{ik} + VT_{jk} + AVT_{ijk} + \epsilon_{s(ijk)}$$

En donde:

Y_{ijk} = es igual a la variable de respuesta.

μ = es el efecto de la media.

A_i = es el efecto del método de conservación.

V_j = es el efecto de la manipulación por volteo.

T_k = es el efecto del tiempo.

AV_{ij} = es el efecto de la interacción entre el método de conservación y la manipulación por volteo.

AT_{ik} = es el efecto de la interacción entre el método de conservación y el tiempo.

VT_{jk} = es el efecto de la interacción entre la manipulación por volteo y el tiempo.

AVTijk= es el efecto de la interacción entre el método de conservación, la manipulación por volteo y el tiempo.

Es(ijk)= es el error experimental.

Resultados

Para la sub-muestra inicial de 64 huevos no existió relación estadística ($p > 0.05$) entre las variables Índice Yema y Unidades Haugh en el momento de efectuar el control sobre la información. Posteriormente el análisis de correlación de Spearman de las variables Índice Yema y Unidades Haugh para el tratamiento ambiente no volteo presentó una relación positiva media (0.45), con efecto significativo ($p < 0.05$), en los tratamientos ambiente volteo, refrigeración no volteo, refrigeración volteo no se encontró relación entre variables ($p > 0.05$).

Con respecto a la variable Índice Yema se encontró que en el modelo, los tratamientos, el tiempo y la interacción de los tratamientos en el tiempo presentaron efecto altamente significativo ($p < 0.001$). Además, se presentó un efecto altamente significativo ($p < 0.001$) entre el método de conservación al ambiente y en refrigeración, de igual forma existe relación altamente significativa entre el efecto de la conservación al ambiente con volteo o no volteo del huevo (Tabla 1).

El tratamiento con mejor índice de yema fue el de refrigeración con volteo (50.61 ± 1.98), frente a los demás, siendo el de más bajo índice el tratamiento de ambiente con no volteo (32.86 ± 4.84).

Asimismo, para la variable Unidades Haugh, el modelo y los tratamientos presentaron efecto altamente significativo ($p < 0.001$). Igualmente, entre los tratamientos de refrigeración y ambiente se presentó un efecto altamente significativo ($p < 0.001$) (Tabla 1).

El tratamiento que obtuvo el mejor índice de calidad de la albúmina medida por Unidades Haugh fue de refrigeración con volteo (88.84 ± 4.98) y el de menor índice fue el tratamiento para ambiente con volteo (67.23 ± 8.32) (Tabla 1).

Tabla 1. Calidad interna del huevo: Índice Yema y Unidades Haugh y su efecto frente a los métodos de conservación en frío y al ambiente y a la manipulación.

Tratamiento	Índice de yema (IY)	Unidades Haugh (UH)
Refrigeración volteo	50.61 ^a ± 1.98	88.84 ^a ± 4.98
Refrigeración no volteo	50.22 ^a ± 2.44	87.83 ^a ± 4.39
Ambiente volteo	37.54 ^b ± 4.47	67.23 ^b ± 8.32
Ambiente no volteo	32.86 ^c ± 4.84	71.85 ^b ± 8.45
Modelo	$p < 0.001$	$p < 0.001$
Tratamientos	$p < 0.001$	$p < 0.001$
Tiempo	$p < 0.001$	NS
Tratamiento * tiempo	$p < 0.001$	NS

Los superíndices con letras distintas indican diferencias altamente significativas ($p < 0.001$)

Interacción de los tratamientos en el tiempo

Índice de yema. A los 10 días de conservación, el mejor Índice de Yema lo presentó el tratamiento de refrigeración con volteo (51.34 ± 2.01) en comparación con el tratamiento de conservación al ambiente no volteo (37.04 ± 2.81). Por lo tanto, hubo efecto altamente significativo entre el método de conservación con refrigeración y el ambiente ($p < 0.001$), de la misma forma, para el método de conservación al ambiente, se presentó efecto altamente significativo entre los tratamientos con volteo y ambiente no volteo ($p < 0.001$) (Tabla 3).

A los 20 días de conservación se presentó diferencia altamente significativa ($p < 0.001$) entre tratamientos refrigeración y ambiente, siendo el tratamiento con mayor índice de yema el tratamiento de refrigeración no volteo (50.27 ± 2.30) en comparación con el tratamiento ambiente no volteo (28.69 ± 1.86). De igual forma que a los 10 días se presentó efecto altamente significativo entre ambiente con volteo y ambiente no volteo ($p < 0.001$).

Unidades Haugh. A los 10 días el mejor índice de Unidades Haugh lo obtuvo el tratamiento de conservación a refrigeración con no volteo (87.73 ± 6.12) en comparación con el tratamiento al ambiente no volteo (71.28 ± 7.73), presentándose diferencia altamente significativa entre los tratamientos de refrigeración y ambiente ($p < 0.001$).

A los 20 días, el comportamiento continuo igual al tiempo de 10 días, el tratamiento refrigeración no volteo mostró mejor índice de unidades haugh (89.94 ± 3.35) y el tratamiento ambiente no volteo obtuvo el menor índice de Unidades haugh (63.18 ± 6.94). Por lo tanto, se observó efecto altamente significativo ($p < 0.001$), entre los tratamientos refrigeración y ambiente, y de la misma forma se presentó efecto altamente significativo ($p < 0.001$) entre los tratamientos de ambiente volteo y ambiente no volteo (Tabla 3).

Efecto del tiempo y las interacciones entre tratamientos y el tiempo. En cuanto al Índice de Yema, presentó efecto altamente significativo ($p < 0.001$), entre tratamientos a través del tiempo, obteniéndose mejor índice cuando el tiempo de conservación es menor a 10 días, (44.99 ± 6.5).

Por otro lado, para las unidades haugh que evalúan la calidad de la albúmina, el tiempo no tuvo efecto significativo ($p > 0.05$).

Con respecto al Índice de Yema, las interacciones entre el método de conservación y volteo, y el método de conservación y el tiempo, presentaron efecto altamente significativo ($p < 0.001$). Por otro lado, para las Unidades haugh se encontró efecto significativo ($p < 0.05$), para la interacción entre los métodos de conservación y volteo y los métodos de conservación y el tiempo (Tabla 4).

El análisis de contrastes canónicos para los tratamientos confirman el efecto altamente significativo ($p < 0.001$) entre ellos para cada una de las variables de calidad del huevo (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis MANOVA

Coeficientes canónicos					
IY	3.70432094	-1.18090125	41.9510893	-13.3735965	
UH	0.34980408	1.73730472	2.3539816	11.6910683	
Estadístico	Valor	F-Valor	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.53384321	14.62	6	238	<.0001
Pillai's Trace	0.47740933	12.54	6	240	<.0001
Hotelling-Lawley Trace	0.85213079	16.83	6	156.9	<.0001
Roy's Greatest Root	0.82663168	33.07	3	120	<.0001

NOTA: El estadístico F para la raíz mayor de Roy es un límite superior.
NOTA: El estadístico F para Lambda de Wilks es exacto.

Tabla 3. Interacción de los tratamientos en el tiempo

Tratamiento	Índice de yema (IY)				Unidades Haugh (UH)			
	tiempo				Tiempo			
	10 días		20 días		10 días		20 días	
Refrigeración volteo	51.34 ^a	± 2.01	49.88 ^a	± 1.72	86.39 ^a	± 4.75	89.28 ^a	± 3.58
Refrigeración no volteo	50.16 ^a	± 2.64	50.27 ^a	± 2.30	87.73 ^a	± 6.12	89.94 ^a	± 3.35
Ambiente volteo	41.43 ^b	± 2.4	33.65 ^b	± 1.84	72.63 ^b	± 6.98	71.07 ^b	± 9.87
Ambiente no volteo	37.04 ^c	± 2.81	28.69 ^c	± 1.86	71.28 ^b	± 7.73	63.18 ^c	± 6.94
Modelo	$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$	
Tratamientos	$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$		$p < 0.001$	

Los superíndices con letras distintas indican diferencias altamente significativas ($p < 0.001$)

Tabla 4. Efecto promedio del tiempo y las interacciones entre tratamientos

Tiempo (to)	Índice de yema (IY)		Unidades Haugh (UH)	
10 días	44.99 ^a	± 6.5	79.50 ^a	± 9.93
20 días	40.62 ^b	± 9.9	78.37 ^a	± 13.3
Modelo	$p < 0.001$		$p < 0.001$	
Tratamiento conservación	$p < 0.001$		$p < 0.001$	
Tratamiento manipulación	$p < 0.001$		NS	
Tiempo	$p < 0.001$		NS	
Conservación * manipulación	$p < 0.001$		$p < 0.05$	
Conservación * tiempo	$p < 0.001$		$p < 0.05$	
Manipulación * tiempo	NS		NS	
Conservación * manipulación * tiempo	NS		NS	

Los superíndices con letras distintas indican diferencias altamente significativas ($p < 0.001$)

Discusión

Este estudio ratificó que los niveles más altos alcanzados para las características internas de calidad como el Índice de yema y Unidades Haugh, se obtuvieron con el tratamiento de conservación en refrigeración, esto nos indica que la temperatura de almacenamiento juega un papel importante en el mantenimiento de la calidad interna como lo exponen Bell *et al.*, 2001; Keener *et al.*, 2006 y Çağlayan *et al.*, 2009. Con respecto a la manipulación del huevo el tratamiento volteo o no volteo, no afectó la calidad del huevo expresada en el Índice Yema y Unidades haugh, esto es corroborado por Elibol y Brake, 2008.

A pesar del paso del tiempo, el Índice de Yema y las Unidades haugh no presentaron cambios significativos cuando fueron conservados bajo una ambiente de refrigeración (Tabla 3). Pero al conservarlos a temperatura ambiente, con el tiempo tanto el Índice de Yema como las Unidades Haugh, decrecieron, esto lo ratifican, Demirel y Kırıkçı, 2009; Scott y Silversidest, 2000, quienes dicen que el principal cambio con el almacenamiento se debe al decrecimiento en el peso del albumen, aunque varios autores citados por los anteriores afirman que el peso de la yema se incrementa con el tiempo debido al movimiento de aminoácidos a través de la membrana vitelina desde el albumen. En este estudio el peso de la yema no se tuvo en cuenta, ya que el IY sólo evalúa el cambio en la altura de la misma, por lo tanto se observó que a medida que el tiempo avanza la yema se va aplanando.

El descenso en la calidad de la yema, es debido al detrimento de las características físicas de gelificación en la albúmina que al ser vertida sobre la superficie se extiende, lo que ocasiona que la yema se distienda al máximo que le permita la membrana vitelina ya que esta también pierde sus propiedades de resistencia, lo que disminuye su tamaño en comparación con un huevo recién puesto o fresco; esta observación se ve sustentada por lo propuesto por Jones y Musgrove 2005, Brake 1997; Keener *et al.*, 2006

Aunque los tratamientos volteo y no volteo, no presentaron un efecto estadísticamente significativo ($p > 0.05$) sobre las variables de calidad, Silversides y Scott (2001), recalcan la necesidad, desde el punto de vista físico y estructural del huevo, que al empacarlos se debe poner cuidado en colocarlos con la parte más ancha hacia arriba, porque de otra manera la yema podría quedar adherida a la cascara, además pueden ocurrir alteraciones perjudiciales por ruptura de las membranas internas durante el transporte.

Para el tiempo máximo de evaluación (20 días) los huevos sometidos a condiciones de refrigeración y sin manipulación no presentaron efecto significativo ($p > 0.05$), lo que denota que la calidad del huevo depende de la temperatura de almacenamiento y no de su manipulación.

En conclusión, este trabajo confirma la importancia que juega la temperatura en el almacenaje y la conservación de la calidad del

huevo, de acuerdo a Quality egg guide (Jones y Musgrove 2005), inmediatamente después de ser puesto la calidad interna comienza un proceso de deterioro irreversible que ni siquiera el almacenamiento en condiciones óptimas puede detener, tan sólo disminuye la nivel de deterioro que sufre el huevo a medida que envejece, por lo tanto, mientras más rápido se refrigeren los huevos mejor se conserva su calidad. Y abre las puertas para el desarrollo de investigaciones sobre el efecto del sistema de conservación y duración del

almacenamiento sobre las características químicas y nutricionales del huevo.

Referencias

Bell DD, Patterson PH, Koelkebeck KW, Anderson KE, Darre, MJ Carey JB, Kuney DR, and Zeidler G. Egg marketing in national supermarkets: egg quality—part1. *Poult Sci* 2001; 80:383-389.

Berardinelli A, Ragni L, Giunchi A, Gradari P, and Guarnieri A. Physical-mechanical modifications of eggs for food-processing during storage. *Poult Sci* 2008; 87:2117-2125.

Brake J, Walsh TJ, Benton CE, Petite JN, Meijerhof R, And Pen ALVA G. Egg Handling and Storage1. *Poult Sci* 1997; 76:144-151.

Cağlayan T, Alaşahan S, Kırıkçı K, and Gunlu A. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poult Sci* 2009; 88:1330-1333.

Cramer EM, Bock RD. Multivariate analysis. Review of Educational Research 1966; 36:604-617.

Davis C, Reeves R. High value opportunities from the chicken egg. Rural Industries Research and Development Corporation August 2002. Publication No 02/094. [01/10/2008]. URL: <http://www.rirdc.gov.au/reports/EGGS/02-094.pdf>.

Demirel Ş, Kırıkçı K. Effect of different egg storage times on some egg quality characteristics and hatchability of pheasants (*Phasianus colchicus*) 1. *Poult Sci* 2009; 88:440-444.

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 eggs1. *Poult Sci* 2008; 87:1237-1241.

Hasler, CM. The changing face of functional foods. *J Amer Coll Nut* 2000; 19 :499-506.

Hassan SM, Siam AA, Mady ME, Cartwright AL. Egg storage period and weight effects on hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. *Poult Sci* 2005; 84:1908-1912.

Huyghebaert G. Fisiología de la puesta con énfasis en la calidad de la cascara. *Selecciones avícolas*. Abril 2006. p. 227-230.

Jeffrey, AC. Optimum egg quality: a practical approach 2007 [01/10/2008]. URL: www.thepoultrysite.com/

Agradecimientos

Los autores agradecen al coordinador del Laboratorio Integrado Bioquímica, Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia, Químico Silvio Antonio Ayala Lopera, por su valiosa colaboración en la realización.

publication/1/egg-quality-handbook/5/internal-and-external-egg-quality.

Jones DR, Musgrove MT. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. *Poult Sci* 2005; 84:1774-1777.

Keener KM, McAvoy KC, Foegeding JB, Curtis PA, Anderson KE, Osborne JA. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. *Poult Sci* 2006; 85:550-555.

Kırıkçı K, Gunlu A, Etin OC, Garip M. Effect of hen weight on egg production and some egg quality characteristics in the Partridge (*Alectoris graeca*). *Poult Sci* 2007; 86:1380-1383.

Nilipour A. Efecto del transporte y recepción del pollito en granja sobre la productividad. 2008. [01/10/2008]. URL:<http://www.wattpoultry.com/IndustriaAvicola/Article.aspx?id=27362>

Oliveira GE, Figueiredo TC, Souza MR, Oliveira AL, Cancado SV, Gloria MB. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. *Poult Sci* 2009; 88:2428-2434.

Quality egg guide. [01/10/2008].URL: www.defra.gov.uk/foodrin/poultry/pdfs/eggqual.pdf.

Restrepo L F. Tipos de suma de cuadrados en el análisis de la varianza. *Rev Col Cienc Pec* 2007; 20:209-215.

Salinas M. Modelos de Regresión y Correlación IV. Correlación de Spearman. *Cienc Trab* 2007;9:143:145.

Scott TA, Silversides FG. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality1. *Poult Sci* 2000; 79:1725-1729.

Silversides FG, Scott TA. Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens1. *Poult Sci* 2001; 80:1240-1245.

Statistical Analysis Systems. SAS®, versión 9.1 para Windows, User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute. Inc., Cary, North Carolina; 2005.

Van den Brand H, Reijrink IAM, Hoekstra LA, Kemp B. Storage of eggs in water affects internal egg quality, embryonic development, and hatchling quality. *Poult Sci* 2008; 87:2350-2357.

Yande lui, Yibin Ying, Aigou OuYang, Yanbin Li. Measurement of internal quality in chicken eggs using visible transmittance spectroscopy technology. *Food control* 2007; 18:18 -22.