

Harina de crustáceos en raciones de gallinas ponedoras. Efecto en la calidad física del huevo almacenado en distintas condiciones

M. Elena Carranco¹, M. de la Concepción Calvo¹, Silvia Carrillo¹, Rebeca Ramírez², E. Morales³, Leonor Sanginés¹, B. Fuente⁴, E.Ávila⁴ y F. Pérez-Gil¹

¹Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"

²Universidad Nacional Autónoma de México

³Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco

⁴Centro de Experimentación, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Universidad Nacional Autónoma de México.

Correo electrónico: reprimero@hotmail.com

Para conocer el efecto de la harina de camarón (HC) y la harina de langostilla (HL) en el huevo fresco y almacenado, se utilizaron 135 gallinas distribuidas en tres tratamientos: testigo, HC (20 %) y HL (4 %). Después de cuatro semanas, se recolectaron huevos de cada tratamiento para evaluar su calidad física a 0, 15 y 30 d/4° y 20 °C. Los resultados se analizaron a partir de un diseño factorial 3 x 3 x 2 y la diferencia entre medias, por la prueba de rango múltiple de Duncan. Los valores más altos fueron para las unidades Haugh en los tres tratamientos a 0 d/20 °C. El color de la yema disminuyó con HC y HL, a los 15 y 30 d (20 °C). El grosor del cascarón disminuyó a 30 d/4 °C (P < 0.05). El pH aumentó con el tiempo. Se concluye que la calidad física del huevo se afectó por el tiempo y temperatura de almacenamiento, y no por la inclusión de las harinas de crustáceos.

Palabras clave: *harina de crustáceos, calidad física del huevo, almacenamiento.*

En México, las cabezas de camarón (*Litopenaeus spp.*), que son un subproducto natural, no tienen utilidad a nivel industrial (60,000 t/año) (Casas y Ponce 1999). Al no aprovecharlas y ser desechadas en basureros municipales y en altamar representan un problema para el medio ambiente. De igual manera sucede con la langostilla (*Pleuroncodes planipes*), que al considerarse como fauna de acompañamiento de la pesca del camarón, y al ser regresada al mar se puede considerar como un contaminante. Desde 1990 a la fecha, se han buscado alternativas para el uso de ambos subproductos en la industria de alimentos balanceados, ya que se ha comprobado que son ricas fuentes de proteína y pigmento (Casas y Ponce 1999). La manera más fácil de manejarlos es como harinas, por lo que estos subproductos pueden constituir una fuente alternativa de proteína y pigmento en la industria avícola (Castro *et al.* 1995, Carranco *et al.* 2003, Carrillo *et al.* 2005 y Carranco *et al.* 2006).

La preferencia por el alto valor nutricional y bajo costo de los huevos ha hecho de México el principal consumidor de huevo (22 kg per capita) a nivel mundial (UNA 2010). Esta predilección se basa en la calidad y frescura del huevo (Guerra 2000). Por tanto, es importante que estas propiedades se evalúen a partir de los factores que estimulan su compra, como son el tamaño, la resistencia del cascarón, la calidad de la albúmina y el color de la yema.

Durante el proceso de comercialización, el huevo llega al consumidor después de varios días de haberse almacenado y conservado a diferentes temperaturas, condiciones que pudieran modificar sus propiedades

físicas (Ahn *et al.* 1999, Guerra 2000, NMX-FF-079-SCFI-2004 y Carranco *et al.* 2006).

Al modificar la dieta de las gallinas con la inclusión de harina de camarón (*Litopenaeus spp.*) y de langostilla (*Pleuroncodes planipes*), es cuestionable si el valor nutricional del huevo permanece igual durante el período de almacenamiento hasta llegar a las manos de los consumidores. Por tanto, el objetivo de este estudio fue conocer el efecto de esta inclusión en la calidad física del huevo almacenado a diferentes tiempos y temperaturas.

Materiales y Métodos

Experimento 1. Durante cuatro semanas de ensayo, 135 gallinas ponedoras de la línea genética Isa-Brown, de 32 semanas de edad, se distribuyeron en tres tratamientos, con cinco repeticiones cada uno, de acuerdo con un diseño completamente al azar. Los tratamientos consistieron en una dieta testigo, y otras dos con la inclusión de 20 % de HC y 4 % de HL, respectivamente. Las harinas de los crustáceos sustituyeron, parcialmente, la soya y el sorgo en la formulación de las dietas. El agua y el alimento se ofrecieron a libre acceso.

Experimento 2. Al término de las cuatro semanas, se recolectaron 250 huevos y se distribuyeron de la siguiente forma: 1) análisis de 50 huevos/tratamiento (día 0); 2) análisis del huevo almacenado (50 huevos 15 d/20 °C y 50 huevos 15 d/4 °C); 3) análisis del huevo almacenado (50 huevos 30 d/20 °C y 50 huevos 30 d/4 °C).

A los huevos frescos como a los almacenados se les midió el peso, la albúmina, unidades Haugh, peso y grosor de cascarón y color de yema, mediante un sistema semi-automatizado para la medición de calidad de huevo

(Technical Service and Supplies, Inc., England, UK). Este sistema se basó en un microprocesador (QCM+), conectado a una balanza digital y a un micrómetro para medir la albúmina.

El QCM+ recopila los datos de los instrumentos en línea y muestra una lectura. Estos datos se transfieren a una computadora, equipada con el software de calidad de huevo. Las Unidades Haugh (UH) se calcularon a partir de los resultados de la albúmina y del peso de huevo través del mismo procesador. El grosor del cascarón se midió con un micrómetro cerca del ecuador del huevo. El pH del huevo (albúmina y yema mezclados) fresco y almacenado se midió con un potenciómetro Hand-Held pH (Cole-Palmer).

Análisis estadístico. Los resultados se analizaron de acuerdo con arreglo factorial 3 x 3 x 2 (tratamiento, tiempo y temperatura). Para la comparación entre medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan, con un nivel de confianza de 95 % (SPSS, versión 11.0 para Windows).

Resultados y Discusión

En la formulación de las dietas para gallinas de postura (NRC 1999), tanto la testigo como las que incluyeron HC (20 %) y HL (4 %), y de acuerdo con el aporte nutricional, quedaron isocalóricas (11.41 KJ/g) e isoprotéicas (15.11%).

Al realizar el análisis de varianza con arreglo factorial, se observaron las siguientes interacciones en las variables evaluadas:

Peso del huevo. Hubo diferencias altamente significativas para las variables tiempo/temperatura ($P < 0.05$) (tabla 1). El peso del huevo, a 0 y 15 d/20 °C, fue mayor, disminuyendo a los 30 d en ambas temperaturas. Desrosier (1994) observó que a los 15 d hubo pérdida

de peso del huevo entre 5-6 % y a los 30 d hasta de 10 %, sin importar el método de conservación. Bell (2001) informó que a los 15 d/7.2 °C hubo pérdida de 1.4 %, mientras que a 22 °C fue de 2.9 %, pero en refrigeración a 30 d fue de 3.1%. Posiblemente, los resultados de estos autores y los de este estudio puedan deberse a una pérdida de agua por evaporación, en función de la duración del almacenamiento, temperatura, superficie y porosidad del cascarón, así como de la humedad relativa del medio ambiente. La evaporación es en función lineal del tiempo de conservación y se traduce en una pérdida de peso y aumento en la cámara de aire.

Unidades Haugh (UH). El método más popular para la medición de la frescura del huevo es por medio de las UH. La NMX (2004) clasifica al huevo de acuerdo con su peso, y lo correlaciona con la altura de albúmina informada en mm y con las UH. Para el huevo extra grande, el peso deberá ser superior a los 64 g, con albúmina por encima de 5.5 mm, y UH mayor a 70.

En este estudio se presentó interacción ($P < 0.05$) (tabla 2), y se observó que los mayores resultados fueron para el huevo fresco, los cuales disminuyeron según transcurrió el tiempo/20 °C. Esto pudiera deberse a que la estabilidad de la albúmina se rompe fácilmente por cambios de temperatura y largos plazos de almacenamiento, por lo que se lleva a cabo una disociación entre la lisozima y ovomucina, que son las responsables del aspecto gelatinoso de la albúmina. Este fenómeno se presenta cuando se incrementa el pH, debido a la pérdida de anhídrido carbónico durante el almacenamiento. Posiblemente, los valores más altos en este estudio, que fueron para HC y HL, se debieron al contenido de proteína, que proporcionó a la albúmina mejor estabilidad.

Color de yema. La NMX (2004) especifica que el

Tabla 1. Efecto de la interacción tiempo x temperatura en el peso (g) del huevo almacenado

Tiempo de (días)	Temperatura (°C)	
	20	4
0	63.57 ^{bc} ± 4.40	63.57 ^{bc} ± 4.40
15	63.95 ^c ± 4.36	63.09 ^{bc} ± 4.81
30	59.77 ^a ± 4.68	61.96 ^b ± 4.68

^{abc} Literales diferentes en la interacción indican diferencias altamente significativas (Duncan $P < 0.05$).

Tabla 2. Efecto de la interacción tiempo x temperatura x tratamiento en las unidades Haugh (UH) del huevo almacenado

Tratamientos	Día 0		Día 15		Día 30	
	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C
Testigo	76.1 ^g ± 8.03	69.5 ^{ef} ± 7.39	49.6 ^b ± 13.10	64.4 ^d ± 9.60	41.5 ^a ± 11.24	
HC (20 %)	78.3 ^h ± 8.37	64.1 ^f ± 12.59	57.4 ^b ± 14.86	65.8 ^d ± 8.87	43.9 ^a ± 13.42	
HL (4 %)	81.9 ^{gh} ± 8.62	70.7 ^d ± 7.97	50.6 ^c ± 9.94	63.4 ^{de} ± 7.66	41.1 ^a ± 9.14	

^{abcdefgh} Literales diferentes en la interacción indican diferencias altamente significativas (Duncan $P < 0.05$).

color de la yema del huevo para plato puede ser entre 9 y 13 en la escala del abanico colorimétrico de Roche. En este estudio, el color de la yema se afectó por la inclusión de las harinas, como por el tiempo y la temperatura ($P < 0.05$), (tabla 3) y disminuyó con la inclusión de HC y HL, a los 15 y 30 d/20 °C. A las dietas con HC y HL no se les adicionó xantofilas rojas. Asimismo, la reducción significativa del color a temperatura ambiente se pudo deber a que la astaxantina (xantofila roja presente en crustáceos) es susceptible a la acción de la luz y a las condiciones de almacenamiento. Rojkind (1977) informó que la aplicación de mayor concentración de antioxidantes a las dietas es una forma de proteger a los pigmentos que se hallan en ellas por la degradación oxidativa. Los antioxidantes les proporcionan estabilidad y las hacen disponibles. Se obtiene en la yema un color agradable al consumidor, aún pasado algún tiempo de almacenamiento.

Otros factores que pudieron afectar la coloración pudieran ser la cantidad de grasa presente en la dieta, ya que esta ayuda a la deposición del pigmento, sobre todo si predominan los ácidos grasos insaturados (Hencken 1989 y 1992); además de las xantofilas. De estas, se destaca su calidad, oxidación, absorción, cantidad y estrés en el ave que reduce el transporte de xantofilas al

ovario (Coon 2002).

Peso y grosor del cascarón. El peso del cascarón (tabla 4) se afectó por la inclusión de HC y HL ($P < 0.05$), y no por el almacenamiento. En cambio, sí hubo efecto de interacción entre los tratamientos y el tiempo ($P < 0.05$) (tabla 5). La disminución fue de 13.9 % para el testigo, 14.23 % para HC y de 11.67 % para HL, hasta los 30 d.

El peso, como el grosor del cascarón, están influenciados por la dieta de la gallina y por otros factores que están presentes en el momento de la formación del huevo. Por ejemplo, si es expulsado del útero del ave antes de su formación total, el resultado será una cáscara fina y quebradiza. North y Bell (1993) mencionan que es muy importante en la formación de una cáscara resistente, la proporción y cantidad de minerales, como el calcio, fósforo, magnesio y vitamina D, contenidos en los alimentos del ave.

El calcio es importante para la resistencia del cascarón, desde su absorción, metabolismo y deposición en el retículo. La fragilidad del cascarón se incrementa proporcionalmente al peso/tamaño del huevo y con elevadas temperaturas de almacenamiento. Estas conducen a problemas de fragilidad en el cascarón, lo mismo cuando se presenta aumento en la temperatura

Tabla 3. Efecto de la interacción tiempo x temperatura x tratamiento en el color de yema (Abanico Roche) del huevo almacenado.

Tratamientos	Día 0		Día 15		Día 30	
	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	20°C
Testigo	10.8 ^h ± 0.93	11.3 ⁱ ± 0.88	10.1 ^s ± 0.63	11.2 ⁱ ± 0.66	11.0 ^{hi} ± 0.76	
HC (20 %)	8.9 ^f ± 0.91	8.9 ^f ± 0.85	8.3 ^c ± 1.49	9.2 ^f ± 0.65	8.1 ^{bc} ± 1.02	
HL (4%)	8.8 ^f ± 0.79	8.5 ^{de} ± 0.84	7.7 ^a ± 0.93	8.4 ^{cd} ± 0.65	7.8 ^{ab} ± 1.04	

^{abcdefghi} Literales diferentes en la interacción indican diferencias altamente significativas (Duncan $P < 0.05$)

Tabla 4. Efecto del tratamiento en el peso del cascarón (g) del huevo almacenado.

Tratamientos	Peso cascarón (g)
Testigo	6.19 ^a ± 0.55
HC (20%)	6.30 ^b ± 0.58
HL (4%)	6.48 ^c ± 0.58

^{abc} Literales diferentes indican diferencias altamente significativas (Duncan $P < 0.05$)

Tabla 5. Efecto de la interacción tiempo x tratamiento en el grosor del cascarón (micras) del huevo almacenado.

Tiempo (días)	Tratamientos		
	Testigo	HC (20%)	HL (4%)
0	0.472 ^c ± 3.11	0.471 ^c ± 3.08	0.463 ^c ± 3.41
15	0.405 ^b ± 2.96	0.394 ^a ± 3.94	0.392 ^a ± 3.14
30	0.401 ^{ab} ± 3.51	0.408 ^b ± 3.61	0.407 ^b ± 3.53

^{abc} Literales diferentes en la interacción indican diferencias altamente significativas (Duncan $P < 0.05$)

en las casetas de las aves, debido a una disminución del consumo de alimento, como consecuencia de que la ingestión del calcio en la ración es inferior a los niveles deseables. Cuando se dan estos casos, el organismo intenta compensar, eliminando aniones de bicarbonato en la orina. El anión carbónico es necesario en la formación del cascarón, al igual que el calcio. Al incrementar la temperatura, entre 30 y 34 °C, se produce una reducción del grosor del cascarón de aproximadamente 12 % (North y Bell 1993).

Otro factor importante para el grosor del cascarón son las capas interna y externa, que presentan pequeños orificios llamados poros, un huevo puede tener hasta 8000. El aire penetra al huevo a través de ellos para suministrar oxígeno al embrión en desarrollo, y eliminar el bióxido de carbono y la humedad. Los poros están cerrados casi por completo en un huevo recién puesto, pero el número de poros abiertos se va incrementando conforme transcurre el tiempo de postura. La edad de la gallina también es importante, ya que el tamaño del huevo aumenta con la edad, y la asimilación del calcio se dificulta más. Esta condición se deberá considerar al formular la dieta (North y Bell 1993).

El pH. Los datos de pH (tabla 6) muestran que conforme pasó el tiempo de almacenamiento, este se fue alcalinizando, sin importar el tratamiento o la temperatura. Esto concuerda con lo señalado por Li-Chan *et al.* (1995), quienes encontraron que en el huevo fresco (en el momento de la postura) el pH osciló entre 7.6 y 8.5. Los resultados obtenidos en el huevo almacenado a los 15 d, a diferentes temperaturas, muestran que el pH estuvo entre 8.65 y 8.85, valores inferiores a los informados por los autores citados, ya que estos midieron esta variable a los tres días de almacenamiento a 3°C, y encontraron valores de 9.18 y después de 21 de 9.4. Esto concuerda con lo obtenido en este estudio, ya que a los 30 d, en ambas temperaturas, los valores fueron de 9.25-9.4.

Tabla 6. Efecto del tiempo en el pH del huevo almacenado

Tiempo (días)	pH
0	7.40 ^a ± 0.80
15	8.75 ^b ± 0.72
30	9.32 ^c ± 0.33

^{abc} Literales diferentes indican diferencia altamente significativa (Duncan P < 0.05)

El pH del huevo (principalmente de la albúmina) es un factor importante en el control de las propiedades reológicas de geles formados durante el tratamiento térmico (80 °C). Este depende del equilibrio entre el dióxido de carbono disuelto, iones bicarbonato e iones de carbono que se rigen por la presión parcial del dióxido de carbono del medio ambiente, aumentando

las concentraciones de iones bicarbonato, a medida que el carbonato disminuye (Li-Chan *et al.* 1995). También el pH está relacionado con la acción de las proteínas y la reactividad de los grupos sulfhidrilo. Para usos prácticos en áreas como la gastronomía, los cambios del pH en el huevo almacenado pueden llegar a alterar la formación de espumas, disminuyendo la elasticidad del gel, la penetración de la fuerza y el índice de viscosidad (Croguennec *et al.* 2002).

Se concluye que, independientemente del tratamiento, la calidad física del huevo (peso del huevo, unidades Haugh, peso y grosor del cascarón y pH) se afectó por el tiempo y la temperatura de almacenamiento. Se sugiere consumir el huevo hasta los 15 d/ambas temperaturas. Sin embargo, si se va a almacenar por más tiempo, debe hacerse en refrigeración (4 °C).

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo para la realización de este estudio, así como al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Unidad Guaymas, Sonora, México, por la donación de la harina de langostilla.

Referencias

- Ahn, D.U. & Sell, J.L., Chamruspollet, M. & Jeffrey, M. 1999. Effect of dietary conjugated linolenic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poult. Sci.* 78:922
- Carranco, J.M.E., Calvo, C.C., Arellano, M.L., Pérez-Gil, R.F., Ávila, G.E. & Fuente, M.B. 2003. Inclusión de la harina de cabezas de camarón *Penaeus sp.* en raciones para gallinas ponedoras. Efecto sobre la concentración de pigmento rojo en yema y calidad de huevo. *Interciencia* 28:328
- Carranco, J.M., Sanginés, G.L., Morales, B.E., Carrillo, D.S., Ávila, G.E., Fuente, M.B., Ramírez, P.M. & Pérez-Gil, R.F. 2006. Shrimp head meal in laying hen rations and its effects on fresh and stored egg quality. *Interciencia* 31: 822
- Carrillo, D.S., Carranco, J.M., Castillo, D.R.M., Castro, G.M.I., Ávila, G.E. & Pérez-Gil, R.F. 2005. Cholesterol and n-3 and n-6 Fatty Acid Content in Eggs from Laying Hens Fed with Red Crac Meal (*Pleuroncodes planipes*). *Poult. Sci.* 84:167
- Casas, V.M. & Ponce, D.G. 1999. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I. SEMARNAP, Gob. Edo. BCS, FAO, INAPESCA, UABCS, CIB, CICIMAR y CET del MAR. México. pp. 187-206.
- Castro, G., Carrillo, D., Pérez-Gil, R. & Calvo, C. 1995. Composición química de la langostilla y procesos tecnológicos. En: La Langostilla: biología, ecología y aprovechamiento. Eds. D. Aureoles-Gamboa y E.F. Balat. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. pp. 163-177
- Coon, C.N. 2002. Digestion and Metabolism. En: Comercial Chicken Meat and Egg Production. Ed. D.D. Bell & D.W. Weaver. 5th Ed. Kluwer Academic Publishers. United States of America. pp. 199-213
- Croguennec, T., Nau, F. & Brulé, G. 2002. Influence of pH and Salts on Egg White Gelation. *J. Food Sci.* 67:608

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 2, 2011.

Guerra, M. 2000. Factores que afectan la calidad del huevo. Agricultura 4: 38

Hencken, H. 1989. Pigmenting agents for the mixed feed manufacturing. Feed Magazine. March/April.

Hencken, H. 1992. Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects of pigmentation. Poultr. Sci. 71:711

Li-Chan, E.C., Powrie, D.W. & Nakai, S. 1995. The chemistry of eggs and egg products. En: Egg Sci. and Tech. Eds. W.J. Stadelman y O.J. Cotterill ed. 4th ed. Food Products Press, New York. 591 pp.

N.R.C. 1999. Nutrient Requirement of Poultry. 8th. Ed. National Research Council. National Academy Press. Washington D.C. USA.

NMX. 2004. Norma Mexicana NMX-FF-079-SCFI-2004. Para productos avícolas. Huevo fresco de gallina. Especificaciones y métodos de prueba. 23 pp.

North, M.O. & Bell, D.D. 1993. Manual de producción avícola. Ed. El Manual moderno. México. 829 p.

Rojkind, A.R. 1977. Algas marinas bentónicas como suplemento en la alimentación animal. I Ensayos con pollos y gallinas ponedoras. Contribución Técnica No.19. Centro de investigación de biología marina. Estación Puerto Deseado y Estación Austral. Buenos Aires, Argentina. 24 pp.

UNA. 2010. Unión Nacional de Avicultores. El huevo una costumbre muy mexicana. Disponible: www.instituto-nacionalavicola.org.mx. Consultado: 11/9/2009

Wilkie, D.W. 1972. The carotenoid pigmentation of *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustacea:Decapoda:Galatheidae). Com. Biochem. Physiol. 423: 731

Recibido: 14 de junio de 2010