

IX

CALIDAD DEL HUEVO ABIERTO O PARTIDO

Prof. Dr. D. BENITO MATEOS-NEVADO ARTERO
Universidad Hispalense
Presidente de la Real Academia Sevillana de Ciencias Veterinarias

Dra. M.^a DOLORES MATEOS-NEVADO ALONSO
Cuerpo Superior de Instituciones Sanitarias (Junta de Andalucía)

CALIDAD DEL HUEVO ABIERTO O PARTIDO

BENITO MATEOS-NEVADO ARTERO
M.^a DOLORES MATEOS-NEVADO ALONSO

Aunque con el huevo cerrado, mediante la utilización del ovoscopio, puede apreciarse su interior y es posible determinar ciertos cambios que ocurren con el paso del tiempo, es con el huevo abierto o partido cuando podemos determinar en profundidad estos cambios y, por tanto, tener un conocimiento objetivo y profundo de la calidad del mismo, pudiéndose estudiar perfectamente la calidad interior del huevo mediante estudio directo de la cáscara, de la clara y de la yema, y otros parámetros.

La calidad interior del huevo (Huevo Abierto), puede determinarse:

15. *De visu*.
16. Estudio de la cáscara (espesor, color, resistencia)
17. Unidades Haugh (clara o albumen)
18. Yema (índice de la yema, color)
19. pH
20. Índice de refracción
21. Punto crioscópico.
22. Estudio bacteriológico.
23. Viscosidad.

DE VISU

La calidad interior del huevo aparece ante nosotros cuando lo abrimos, rompiéndolo y depositando su contenido sobre una superficie plana como en un plato, cristal o espejo. Y a simple vista –“*de visu*”–, podemos apreciar los distintos atributos que determinan su calidad, observando el aspecto general, el espesor de la cáscara, color de la clara –que en el huevo fresco deberá ser blanco–, olor y densidad de la misma que presentará un aspecto gelatinoso,

formando una masa homogénea y adhesiva, presentando una zona densa seguida de otra zona que la rodea, menos densa, extendida, pero no líquida. El conjunto debe ser firme, limpio y atrayente.

Las chalazas deberán apreciarse formando una espiral sobre la membrana vitelina de la yema, como hilos pegados, formadas como de una gelatina consistente.

A medida que el huevo es menos fresco, la clara se hace más fluida. No existirán manchas de carne, sangre o cualquier otra sustancia extraña. El aroma ha de ser suave, *sui generis*, con ausencia de cualquier olor extraño.

La yema deberá presentarse redondeada, o ligeramente ovalada, turgente, y en ella deberemos observar el color de la misma que constituye un atributo de calidad. Éste es debido en un 70% a las xantofilas, en un 2% a los carotenos y el resto a otros pigmentos.

Los carotenos y la vitamina A que se encuentran en algunos piensos de buena calidad dan una yema muy pálida, mientras que las xantofilas dan yemas subidas de color, muy apreciadas por muchos consumidores. Las yemas pálidas, por llevar gran cantidad de carotenos y de vitamina A, son de gran importancia bromatológica pues son más nutritivas que las de color subido. Estas yemas pálidas suelen aparecer en los huevos procedentes de la avicultura industrial.

Unos cortes longitudinales y transversales de un huevo cocido nos dan una imagen muy gráfica que pone en evidencia la frescura del mismo, observando fundamentalmente la posición central de la yema o su grado de desviación hacia la cáscara.

COCIDO
(Corte long. y transv.)





Alusiones al huevo. SALVADOR DALÍ, *Metamorfosis*.

En Estados Unidos los huevos clasificados en el grado superior AA, se conocen como huevos frescos “de lujo”, “de fantasía”, “de capricho”, y por eso algunos avicultores y envasadores toman muestras y realizan pruebas del huevo abierto antes de realizar la clasificación normal.

Un problema asociado con el examen del huevo abierto es la ausencia de un equipo de medida simple con validez para el comercio, ya que el equipo utilizado por los investigadores en el laboratorio no suele ser apropiado para operaciones comerciales, si bien se tienen fundadas esperanzas en que pronto un equipo electrónico unido a un ordenador facilitará y dará seguridad a la evaluación de la calidad del huevo abierto.

ESTUDIO DE LA CÁSCARA

La calidad de la cáscara o cascarón tiene una gran importancia en la industria avícola, ya que con cáscaras finas, de poca calidad, se producen fisuras o roturas, causando enormes pérdidas económicas. Por este motivo, se calcula que en Europa se pierde un 8% de los huevos producidos y en Estados Unidos existen unas pérdidas anuales por encima de 240 millones de dólares.

Por su naturaleza y situación, el cascarón es el componente más vulnerable del huevo y el que produce mayores pérdidas cuando existen fisuras o roturas. El espesor de la cáscara es el carácter que determina la resistencia del huevo a las roturas, y aquellos que tienen un espesor inferior a 3,5 mm son poco aptos para la comercialización por su fragilidad.

La medida más simple, rápida y método habitual, es determinar directamente el espesor de la cáscara mediante un pie de rey si bien puede también hacerse mediante otros métodos como su peso, ya que éste representa entre el 9 y el 15,5% del peso total del huevo fresco (media 11,0%). Y, por tanto, el peso¹ es un buen índice de referencia para la calidad de cáscara, teniendo muchos huevos una proporción menor a estos porcentajes.

La correlación entre el espesor de la cáscara, y las fisuras y roturas de la misma es mayor que la correlación entre otras estimaciones de resistencia y los mismos daños mencionados. Las medidas del espesor de la cáscara y el porcentaje de fracturas de la misma están correlacionadas en un rango de -0,678 a -0,769.

1. Oscila entre 5 a 8 g., siendo 7,2 g. en un huevo de 65,2 g.

COLOR DE LA CÁSCARA

El color de la cáscara se determina mediante métodos de reflectancia, y parece que el consumidor en estos momentos muestra ciertas preferencias por la cáscara coloreada.

CLARA O ALBUMEN (UNIDADES HAUGH)

La clara representa aproximadamente el 58,5% del total del huevo y contiene el 88,5% de agua. Al igual que en la yema, en las proteínas de la clara se ha descubierto un amplio polimorfismo genético.

La capa gruesa del albumen representa en el huevo fresco aproximadamente el 58,3% del total del albumen. La naturaleza gelatinosa de la clara densa y la integridad de las chalazas están consideradas como la única estructura molecular de ovomucina-glucoproteínas, existiendo en esta zona gruesa cuatro veces más ovomucina que en la fracción delgada y ahí reside la importancia de la ovomucina en este gel. Esta concentración, como ya conocemos, declina con el paso del tiempo, con el almacenaje, a medida que se va licuando la clara del huevo.

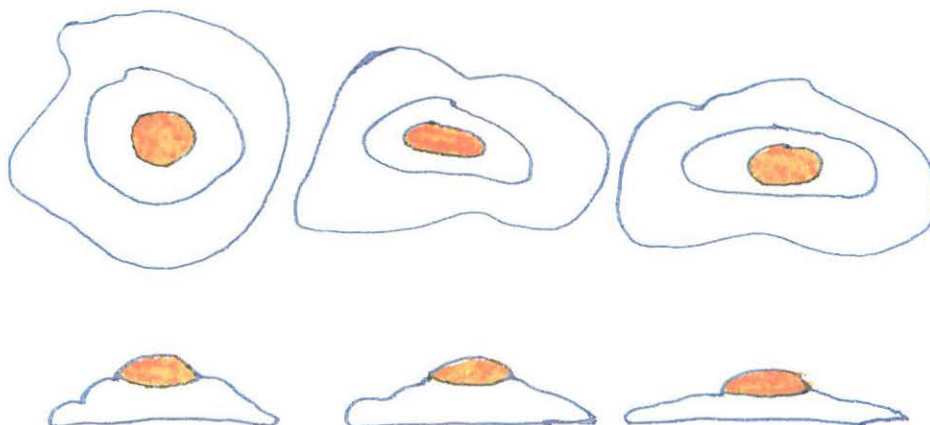
La capa delgada externa representa el 23,2%, y la interna semifluida e 16,8% del total de la clara.

Por otra parte, los huevos frescos con diferente firmeza en el albumen difieren también en el contenido en ovomucina, teniendo más aquellos que poseen más albumen grueso.

Huevo más grueso

Fresco

Poco fresco



En cuanto a los procesos infecciosos en las aves, éstos perjudican la síntesis de albúmina en el *magnum* o glándula albuminógena, lo que, sin duda alguna, afecta a la calidad interna del huevo.

En el período de formación del huevo, en su paso por el oviducto, se ha demostrado que cuando se extraen antes de su paso al útero o glándula cascarógena, contienen mayor proporción de clara espesa y mayor concentración de ovomucina, pues ambos factores decrecen a su paso por la glándula cascarógena, debido a la absorción de agua, minerales y otras sustancias que pasan a la clara gruesa aumentando su presencia y haciendo descender el contenido en ovomucina.

Ya conocemos cuál es la composición de las glucoproteínas de la clara. En la clara constituye el mayor interés su constitución física, debido a que una vez eliminada la cáscara vaciando el huevo, es esta constitución física de la clara la que determina la forma e imagen del huevo completo al depositarlo sobre una superficie lisa.

En la yema, en cambio, lo que tiene mayor interés es su composición química.

Por consiguiente, la calidad del huevo está en función de la de su albumen o clara ². Ya en 1937, Haugh descubrió la forma de valorar la calidad del albumen describiendo por primera vez un método, el de las Unidades que llevan su nombre, que es universalmente aceptado para determinar la calidad de la clara.

No obstante, este método exige gran cuidado y precisión en las medidas, y para poderlas comparar con otras, conviene que sean realizadas por la misma persona, siendo necesario el peso del huevo.

En 1971, Buckley y Reid ponen al servicio un nuevo aparato que mejora la técnica para medir la altura de la clara, que antes se realizaba con un trípode con un micrómetro incorporado con el que podía producirse un error en la determinación exacta del punto concreto donde se debería introducir el micrómetro. El nuevo método de estos autores evita este problema y el punzón medidor elige exactamente el punto adecuado.

En 1981, se creó otro modelo por Arnour y Fairfull en que el calibrador tiene la ventaja de que la lectura digital puede automatizarse, y también puede pasar a un aparato externo situado en otro lugar donde puede visionarse. El peso del huevo también puede apreciarse en el aparato externo y leerse las Unidades Haugh, computerizándose ambas determinaciones automáticamente.

2. La calidad se determina también mediante el denominado Índice del Albumen o clara, que es la relación entre la altura de la albúmina y su anchura.

Los fabricantes del micrómetro montado en el trípode por la compañía B.C. Acme, Waltham, Massachusetts han modificado el medidor de altura del albumen de forma que si se introduce el peso del huevo, las Unidades Haugh pueden leerse directamente en el dial de la escala.

Para calcular estas unidades, el peso de los huevos y la altura de la clara se miden independientemente.

Un factor que conviene tener en cuenta en estudios que utilizan las Unidades Haugh como método de evaluar la calidad es que, la variación en los valores de Unidades Haugh de los huevos individuales tienden a incrementar, por lo que el tamaño de la muestra requerido para dar resultados precisos debe ser concienzudamente estudiado. Y así, al tomar las Unidades Haugh en gallinas de dos tipos genéticos diferentes, unos aceitados y otros no, 1, 7 ó 14 días después de puestos se encontró que en huevos frescos de 1 día, se requiere una muestra de 18 huevos para pollitas y 28 para gallinas viejas. Con huevos de 7 y de 14 días varía la muestra entre 20 y 30 huevos, y con huevos más viejos hacen falta aproximadamente 50 huevos que deberán medirse todos el mismo día.

Se han ensayado también otras medidas técnicas como la resonancia magnética nuclear para estudiar las diferencias en las propiedades del agua de la clara tanto en la clara densa como en la delgada; y aunque se encontraron diferencias entre ambas capas, esta técnica no se ha utilizado en la práctica.

Los ultrasonidos (1980) se han utilizado para estudiar las capas gruesa y delgada de albúmina, siendo sus propiedades acústicas diferentes. Por consiguiente, es posible su utilización diferenciadora, pero en 1985 Povey indicó que esta técnica sólo es válida en huevos de alta calidad, es decir, en aquellos en que la proporción de clara densa es muy alta, pero su utilización en huevos de calidad inferior es problemática.

Con sus limitaciones, las Unidades Haugh siguen siendo el método universalmente aceptado y utilizado, representando entre todas las medidas que se han ensayado la más objetiva y precisa para determinar la calidad del huevo, basada en determinación de la altura de la clara densa y el peso del huevo.

Las Unidades Haugh vienen dadas para cada huevo por la expresión matemática:

$$UH = 100 \text{ Log } (A + 7,57 - 1,7 p^{0,37})$$

en donde:

UH: Unidades Haugh; **A:** Altura de la clara densa en mm. y décimas de mm. y **P:** Peso del huevo en gramos.

Material

- Micrómetro, para medir la altura de la clara densa.
- Ménsula, con plano de cristal superior y espejo inferior (para permitir la observación de la cara inferior del huevo).
- Balanza.
- Bandeja colectora de huevos partidos.
- Esponja y paño para limpiar la ménsula.
- Calculador de Unidades Haugh.

Método Operativo

- A) La temperatura interna de los huevos en el momento de realizar la prueba debe estar comprendida entre 7° y 15°C. Cada 10° más de temperatura supone 1,15 Unidades Haugh menos.
- B) Tener dispuesta la ménsula, perfectamente limpia y nivelada.
- C) Pesar el huevo y anotarlo.
- D) Romper el huevo sin lesionar la clara densa o saco albuminoso y vaciarlo lo más cerca posible de la superficie de la ménsula. El contenido del huevo debe ser vertido suavemente.
- E) Realizar inmediatamente la medida de la altura de la clara densa. Las Unidades Haugh declinan linealmente con el logaritmo del tiempo transcurrido después del huevo abierto.
- F) La medida de la altura de la clara densa debe realizarse seleccionando el punto de medida en la superficie más extensa. Es recomendable obtener la media de dos lecturas en cada huevo. Evitar al tomar la medida en áreas donde existan chalazas o burbujas de aire.
- G) Expresar en milímetros y décimas de milímetro el resultado de la medida de la altura de la clara densa.
- H) Fijar en el calculador el peso, en la ventana inferior, y la altura de la clara densa, en la escala del disco móvil. Las Unidades Haugh las obtendremos en la escala del disco externo, en correspondencia con los milímetros de la altura.

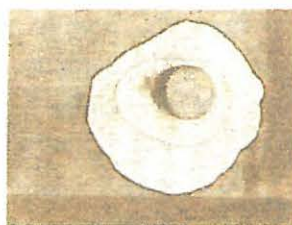
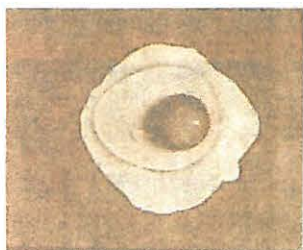
Atendiendo al estado de conservación del huevo y, por tanto, a los cambios que se producen con la edad del mismo, los americanos los clasifican de la siguiente forma:

- * **Clase AA.** Cuando la cámara de aire tiene 3 mm o menos de profundidad y es prácticamente regular; la albúmina es transparente y consistente, y la yema no tiene defectos, está en posición central y con contorno definido. Cáscara limpia, íntegra, normal. UH: 79 o más. Los huevos del día son de excelente calidad, denominados de fantasía, de capricho, de lujo.
- * **Clase A.** La cámara de aire tiene menos de 6 mm de profundidad y es regular; la albúmina es transparente y razonablemente consistente, y la yema no tiene defectos. El contorno, en cambio, es bastante definido y su posición tiende a ser ligeramente excéntrica. La cáscara es limpia, íntegra y normal. UH: 55 a 78.
- * **Clase B.** La cámara de aire tiene menos de 9,5 mm de profundidad y puede ser móvil; la albúmina es clara y puede ser ligeramente líquida y la yema puede tener defectos no graves, estar ligeramente dilatada o aplanada y de colocación excéntrica. La cáscara, tiene algunas manchas, íntegra, ligeramente anormal. UH: 31 a 54.
- * **Clase C.** La cámara de aire tiene más de 9,5 mm de profundidad y puede ser móvil y espumosa; la albúmina puede ser inconsistente y acuosa, e, igualmente, puede presentar manchas o puntos de sangre de hasta 3 mm de diámetro. Por su parte, la yema puede mostrar un desarrollo embrional incipiente, claramente visible pero sin sangre, estar dilatada o aplanada y estar colocada excéntricamente. UH: inferior a 31.

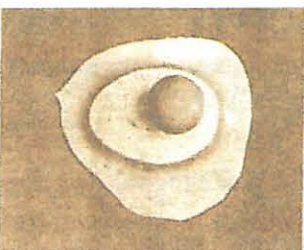
YEMA

La yema alcanza como mínimo el 30% del peso total del huevo, siendo sus características más importantes, aparte de la composición química, su imagen o apariencia física y, sobre todo, su color.

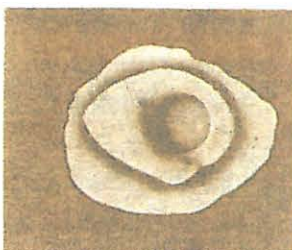
La forma de la yema o “Índice de la Yema” –o Índice de la frescura del huevo– está en función de la calidad de la clara –altura de la clara–, y la de la yema y el diámetro de la yema (altura yema-altura clara: diámetro yema) efectuadas estas mediciones en condiciones definidas. A medida que el huevo se deteriora al envejecer, el Índice de la yema decrece.

1. "AA" Alta o
"Especial"2. "AA" Promedio o
"Especial"3. "AA" Baja o
"Especial"

4. "A" Alta



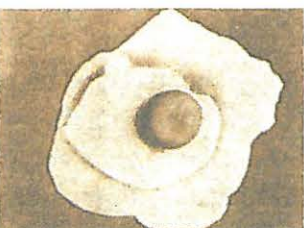
5. "A" Promedio



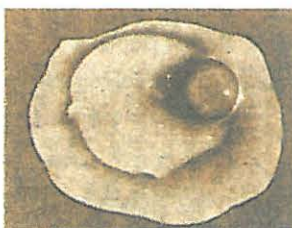
6. "A" Baja



7. "B" Alta



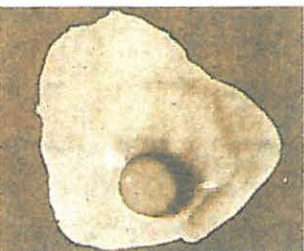
8. "B" Promedio



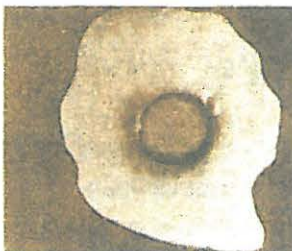
9. "B" Baja



10. "C" Alta

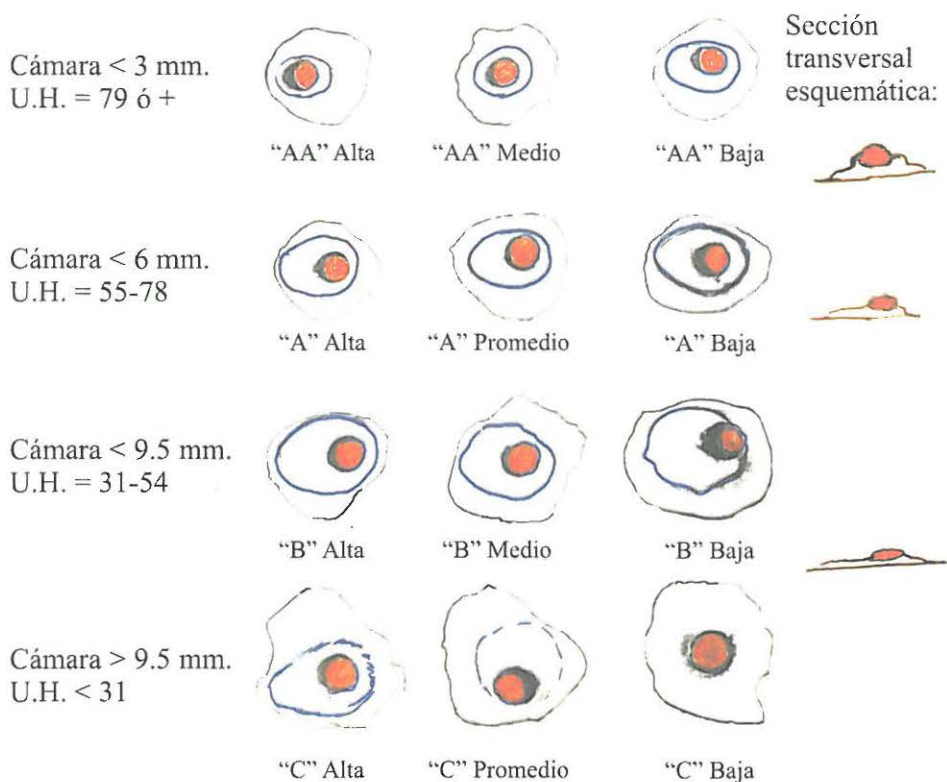


11. "C" Promedio



12. "C" Baja

CARACTERÍSTICAS DE LOS HUEVOS DE LOS CUATRO GRADOS DE CALIDAD



LOS CUATRO GRADOS DE CALIDAD, CON EXPRESIÓN DE LAS U.H. Y SECCIÓN TRANSVERSAL ESQUEMÁTICA

La medida del color de la yema tiene una importancia considerable y los consumidores tienen una fuerte preferencia por un color específico de la yema no sólo en las diferentes partes del mundo, sino incluso dentro de un país determinado. El color es extremadamente sensible a la presencia en la dieta de carotinoides o de sus precursores y por tanto debe tenerse esto muy en cuenta en los programas y fórmulas de alimentación. Por su parte, la xantofilas le dan un color subido.

La mayoría de las determinaciones del color de la yema se hacen *de visu*, mediante comparaciones con preparados estándar. La evaluación óptica de extractos de pigmentos y la reflexión de la luz son técnicas igualmente utilizadas pero, sobre todo, se han utilizado patrones estándares y así durante muchos años se empleó en ésta finalidad el Rotor de color de Herman-Caver, que consiste en 24 cristales coloreados desde un blanco-crema claro hasta el amarillo y del naranja al naranja-rojo.

En 1956, F. Hoffmann-La Roche Company Limited produjo el primero de los abanicos de colores. Consistía en una serie de hojas de 12 colores de 3x16 cm., aguzados en forma de ángulo agudo por la punta y 10 años más tarde, en 1965, fue reemplazado por el abanico de Roche que todos conocemos, para evaluar las distintas coloraciones de la yema y que ha reemplazado a todos los estándares anteriores. Se caracteriza por tener 15 colores que se corresponden con el gradiente de pigmentación encontrado en los diferentes colores de la yema, abarcando pues todos los matices de pigmentación que se producen en la misma en condiciones normales con una alimentación natural. Los colores elegidos se han seleccionado de acuerdo con las normas del sistema colorimétrico estándar de la C.I.E.³ (1931), proporcionando así una norma objetiva y sencilla para la determinación del color de la yema.

Naturalmente, esta técnica tiene un factor subjetivo importante, como las que presentan todas las reacciones volumétricas coloreadas. A pesar de lo cual el Abanico de Roche se utiliza ampliamente, y en manos experimentadas y competentes los resultados son buenos.

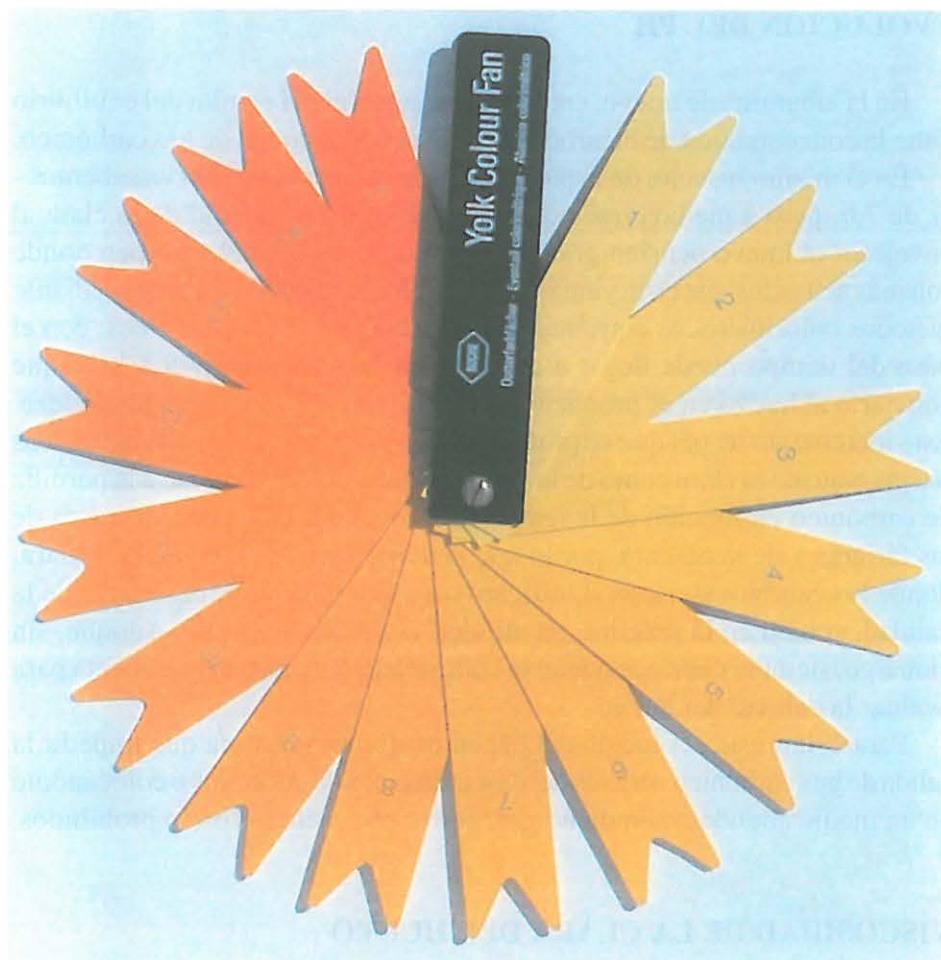
El método colorimétrico estándar de la Asociación Oficial de Químicos analíticos (A.O.A.C.) de 1980, conlleva la extracción de los pigmentos de la yema, utilizando acetona y posteriormente su valoración colorimétrica mediante la determinación de la absorbancia natural, comparando los resultados con una curva estándar—curva patrón—que nos permite el poner de manifiesto los equivalentes en β -carotenos. Este método elimina claramente la subjetividad en la comparación visual, pero pueden cometerse errores ya que puede no ser sensitivo a todos los pigmentos que participan en la formación del color de la yema.

En 1980, Fletcher utilizando el método de la AOAC encuentra en unas muestras valores de 14,3 y 14,2 μg , mientras que las mismas muestras, testadas visualmente con el Abanico de Roche, dan unos valores de 7 y 15 μg respectivamente.

La medida de la luz reflejada por la superficie de la yema representa otra posibilidad analítica y una alternativa a los métodos anteriores, habiéndose descrito varios métodos, entre los cuales, la determinación de la longitud de onda dominante y los valores de extinción constituyen parámetros para definir con absoluta precisión la pigmentación de la yema.

En 1980, Karunajeewa y Col. llegaron a la conclusión de que *“existe claramente la necesidad de desarrollar métodos más precisos y rápidos, para la medida objetiva del color de la yema.”*

3. Colour Internach. Europ.



YEMAS MOTEADAS

Desde hace muchos años se conoce este problema, habiéndose identificado factores físicos y químicos que pueden influir en el moteado de la yema. El moteado afecta a la yema mucho más profundamente que en lo meramente visual, existiendo diferencias significativas en el contenido de las yemas control y las moteadas, en humedad, grasas, proteínas, cenizas, calcio, fósforo y hierro, así como en el color evaluado por el método AOAC (1980) mediante la extracción de pigmentos y su valoración.

Diferencias similares se obtuvieron en las propiedades funcionales tales como capacidad emulsificante, viscosidad y espumante.

EVOLUCIÓN DEL PH

En la albúmina de huevo, como en la sangre, el pH resulta del equilibrio entre la concentración de bicarbonatos y la presión parcial de gas carbónico.

En el mismo instante de la puesta del huevo, su pH —como ya sabemos— es de 7,6, pero a medida que ocurren cambios en la calidad de la clara al envejecer el huevo ocurren grandes cambios en el pH del albumen donde son más acusados que en la yema. Su determinación puede hacerse mediante métodos colorimétricos corrientes o por métodos potenciométricos: con el paso del tiempo puede llegar a alcanzar un máximo de 9,7-9,8⁴, lo que convierte al huevo en el producto biológico más alcalino de la naturaleza. Este incremento de pH que se produce con el deterioro de las características físicas tanto de la clara como de la yema, se debe principalmente a la pérdida de carbónico en función de la temperatura de almacenamiento a través de las fáfarras y de la cáscara, por lo que la determinación del pH de la clara, donde los cambios son más significativos, es un indicador importante de la calidad, si bien en la práctica, su utilidad está muy discutida. Aunque, sin embargo, siempre debe considerarse como un dato más a tener en cuenta para evaluar la calidad del huevo.

Para evitar esta evolución del pH en la albúmina habría que impedir la salida de gas carbónico a través del cascarón tapando sus poros o colocándolo en un medio abundante en dicho gas, pero estos métodos están prohibidos.

VISCOSIDAD DE LA CLARA DEL HUEVO

Debe señalarse que la viscosidad de la clara de huevo depende de muchos factores ligados al huevo —edad, duración y condiciones de almacenamiento—, a la heterogeneidad de la clara —clara líquida y espesa—, y al método de medición —temperatura, gradiente de velocidad, equipo de medición. Con un viscosímetro rotativo para gradientes de velocidad elevados ($g > 3,000 \text{ seg}^{-1}$), la albúmina se comporta como un líquido newtoniano en el rango de temperatura de 5 a 50°C. Su viscosidad es constante, independiente del gradiente de velocidad seleccionado y, además, su valor depende de la temperatura y presión. Por el contrario, para velocidades de deformación más bajas —de 8,1 a 147 seg^{-1} —, la albúmina se comporta como líquido pseudoplástico. Su viscosidad decrece cuando el gradiente de velocidad aumenta. Para una velocidad de deformación constante, esta viscosidad disminuye con el tiempo para

4. Mateos-Nevado, en huevos de seis semanas de edad obtiene 9,20-9,30.

alcanzar su equilibrio después de varios minutos. Así pues, a 21°C, la viscosidad de la clara de huevo es de 3,5 cP para un pH de 7 a 9,5. Las variaciones de ésta viscosidad en función de la temperatura han sido estudiadas, y a partir de 60°C se observa una variación exagerada de la viscosidad, correspondiente a la desnaturalización de las proteínas de la clara de huevo. Este método permite determinar con precisión la temperatura de coagulación del producto.

ESTUDIO HIGIÉNICO

1. Gérmenes totales [(15x10⁴ x g. ó ml.)]
2. Colimetría.
3. Hongos y levaduras.
4. Gérmenes patógenos: *Salmonellas*, *Estafilococos*, *B. Cereus*, *B. tuberculoso*, etc.
5. Pesticidas, Plomo, Cadmio, etc.

Son numerosos los trabajos publicados sobre la investigación de pesticida como el *lindano*, *heptacloro*, *aldrín*, DDT, etc.

