

VIII

CALIDAD DEL HUEVO CERRADO O ENTERO

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 CERRADO O ENTERO

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

La calidad general de los huevos, viene determinada por el estudio de dos tipos de factores: externos e internos.

Entre los externos destacan la limpieza, el color, la integridad y la homogeneidad de la cáscara que deberá ofrecer una buena resistencia a las fisuras y fracturas. Ha de ser suave y sin rugosidades al tacto. La integridad de la cutícula es, asimismo, de suma importancia. El peso del huevo es también un signo de calidad del mismo.

Entre los factores internos hemos de considerar fundamentalmente el tamaño de la cámara de aire, el espesor de la cáscara, el estado de la clara y de la yema, la densidad, etc.

Todos estos factores, en sus más altos valores, han de estar representados en el denominado “huevo fresco” que puede identificarse con la denominación vulgar de “huevo del día”, que se presenta en su estado natural, sin haber sido limpiado por ningún procedimiento, ni haber sufrido tratamiento de conservación o refrigeración.

Conviene recordar que el factor común en todas las evaluaciones de la calidad de un alimento está relacionada con las exigencias que sobre la misma tiene el consumidor, y así deseamos producir una buena calidad de acuerdo con estas exigencias para que el producto tenga mejor aceptación en el mercado y para estimular el deseo de consumo. El estado de frescura, el color de la cáscara y de la yema y la calidad de la clara constituyen posiblemente la preferencia del consumidor, si bien alguno de estos caracteres pueden estar ligados a determinados grupos, regiones, países o autonomías.

Pero fundamentalmente, hemos de facilitar al consumidor un producto sano, que contribuya a crear y mantener un estado de salud óptimo; por eso, hemos de tener presente que además de los factores mencionados, sencillos de evaluar, deberemos enfrentarnos a otros bastante complejos como es evitar la presencia de productos de origen bióticos o abióticos (residuos de distintas drogas, etc.) que pueden influir en la sanidad y en los demás caracteres de

calidad evitando que una combinación de estos y otros factores, alteren una calidad que debe mantenerse alta e igual, uniforme, durante el tiempo. Es de vital importancia conocer la correlación que puede existir entre las mediciones objetivas de calidad y los deseos que el consumidor tiene de estos atributos.

Las grandes compañías productoras de pollitas están muy interesadas en medir la calidad del huevo en poblaciones de aves, teniendo en cuenta el *pedigree* de las mismas, porque conocen que, generalmente, el comportamiento de las pollitas durante la puesta será producir huevos de la misma calidad que la de sus ancestros, si bien para algunos factores la heredabilidad es moderada.

Para los productores de huevos, la calidad se concreta en algunos parámetros entre los que destacan la resistencia a fracturas de la cáscara durante los muchos pasos por los que tienen que atravesar los huevos antes de llegar al consumidor; por consiguiente, un buen manejo será fundamental, al igual que el color de la yema y la calidad de la albúmina, que deberá tener abundancia de la zona media, gruesa, y ausencia de inclusiones de cualquier tipo.

En la práctica, la nutrición, el medio ambiente y las distintas enfermedades y sus tratamientos influyen sobre su calidad y esto es bien conocido. Especialmente, la alimentación actúa sobre el área de la pigmentación de la yema; los ingredientes naturales de los alimentos y los aditivos deben seleccionarse y evaluarse antes de realizar la fórmula alimenticia de las aves. Algunos ingredientes, como la semilla de colza y el turtó de algodón, si se introducen en el racionamiento pueden traer desagradables consecuencias, mientras que otras materias primas son beneficiosas al igual que algunos micronutrientes.

Por eso, sólo deben introducirse aditivos alimentarios, nuevos ingredientes y productos biológicos después de rigurosos estudios del efecto potencial que tienen sobre la calidad del huevo. Debe ponerse especial énfasis en vigilar todo aquello que pueda posibilitar la aparición de efectos no deseados tales como yemas moteadas, etc.

En el éxito del control de la calidad influye no sólo la elección adecuada de los parámetros que la caracterizan, sino también la habilidad del controlador para identificar y medir cada componente de los distintos parámetros establecidos.

Desde 1929 en que se estableció la primera clasificación de huevos, se ha perfeccionado mucho el sistema instrumental empleado, y actualmente se desecha aproximadamente un 7% en las envasadoras y el 80% de los huevos eliminados se deben a defectos del cascarón.

La determinación de las Unidades Haugh y el empleo del abanico de Roche son muy útiles para evaluar la calidad de la clara y el color de la yema, con el huevo abierto.

De todas formas, es fundamental y así se hace el normalizar los huevos para lo que es necesario su tipificación y necesariamente para cualquier producto, tipificarlo es clasificarlo en varias categorías y clases homogéneas con arreglo a ciertas características de tipo físico, las cuales determinan distintos valores comerciales basados en la distinta calidad que resulta de esta clasificación.

Pero la cualidad prioritaria de cualquier alimento, y el huevo es especialmente sensible en este punto, es la higiénica; es decir, que sea sano, que su estado higiénico sea impecable y que, por lo tanto, sea inocuo al consumidor, ya que, sin poseer esta connotación de salubridad, no existe calidad en ningún alimento. El estado higiénico del huevo viene determinado por la integridad de la cutícula y de la cáscara, membrana testáceas o fárfaras, albúmina que forma sacos o capas de distintas características, por las chalazas, por la lisozina de la albúmina y las proteínas que forman complejos con cationes y vitaminas.

El huevo íntegro tiene cierto número de defensas antimicrobianas naturales, por lo tanto, ni él ni sus ovoproductos contienen nada más que un mínimo de microorganismos de contaminación, debido además a la estructura que presenta.

El **cascarón o cáscara**, pese a ser poroso, estos poros están llenos de fibras proteicas que sirven de filtro impidiendo o reduciendo al máximo la entrada de microorganismos al interior del huevo; además la cáscara está recubierta por la cutícula que tapiza los poros impidiendo la entrada de microorganismos e inmediatamente debajo de la cáscara se encuentran íntimamente unidas a la misma las **membranas testáceas o membranas de la cáscara** que representan barreras difíciles de atravesar por los microorganismos; después se halla la **albúmina**, que es un medio de cultivo relativamente desfavorable para el crecimiento de microorganismos, puesto que un número de componentes de sus proteínas poseen **propiedades antimicrobianas**, incluyéndose aquí **inhibidores enzimáticos, inmunoglobulinas, vitaminas ligadas a las proteínas** e igualmente el hierro, ligado a las proteínas, las ovoporfirinas. Además, la **organización en sacos**, su elevada viscosidad y las chalazas mantienen a la **yema**, que es un **buen medio** de cultivo, en posición **central, alejada de las fárfaras** y del cascarón, origen de la posible contaminación, y por tanto normalmente a salvo del desarrollo de agentes microbianos. Además, la concentración de **lisozima, agente antimicrobiano** por su acción lítica sobre los componentes **peptidoglicanos** de las células de la pared de los microorganismos, y la existencia de **proteínas que forman complejos** con ciertos cationes y vitaminas requeridas por los microorganismos, constituyen barreras a su penetración y multiplicación.

Pero a pesar de estas barreras naturales, los huevos pueden contaminarse, bien porque la infección proceda del medio interno, es decir, de la propia ave, que en caso de estar enferma de salmonelosis contamina al huevo con *Salmonellas*, o bien porque la contaminación pueda ser secundaria, procedente del medio externo, por alteraciones de la cáscara, fisuras, supresión de la cutícula por lavado o cepillado, roturas, manchas de excrementos en la cáscara, etc. En este caso, los gérmenes encontrados pueden ser *Salmonellas*, *Arizona*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Proteus*, etc.

PROTEÍNAS DE LA CLARA DEL HUEVO

Proteínas	% del total	Naturaleza
Ovoalbúmina	54,0	Fósforo y glucoproteínas
Conalbúmina	13,0	Hierro ligado a glucoproteínas
Ovomucoides	11,0	Glucoproteínas Inhibidor tripsina
Lisozima	3,5	Enzima
Ovomucinas	1,5	Glucoproteínas
Ovoglucoproteínas	0,5	Glucoproteínas
Ovoinhibidores	0,1	Proteasa inhibidor, glucoproteínas
Ovomacroglobulina	0,5	Glucoproteínas, inmunoglobulina
Otras globulinas	4,0	
Flavoproteínas	0,8	Riboflavina, glucoproteína
Avidina	0,05	Biotina, glucoproteína

Una vez conocidos los parámetros de calidad del huevo debemos conocer también las modificaciones que se producen en ellos con el paso del tiempo para así poder valorarlos justamente.

ENVEJECIMIENTO

Antes de evaluar la calidad del huevo hemos de conocer los cambios que se producen en el mismo, con el paso del tiempo, ocurriendo una serie de transformaciones debidos a su envejecimiento. Inmediatamente después de puesto, las hojas de las membranas fáreales están soldadas íntimamente, no existiendo cámara de aire. Esta se inicia a los dos minutos y a las diez horas

se reconoce perfectamente su existencia, si bien la mayoría de las veces es visible entre los seis y sesenta minutos.

Desde el momento de la puesta del huevo hasta que llega al consumidor, se producen en el mismo una serie de cambios que terminan afectando a su calidad. La cáscara porosa permite el paso de gases, agua y gérmenes cuando se manejan los huevos en medios poco favorables.

La primera modificación que se produce en los huevos frescos se manifiesta por una pérdida de peso motivada por la evaporación del agua, lo que se acompaña con la entrada de aire, aumentando por eso el tamaño de la cámara de aire. Pero además de perder humedad y entrar aire, se absorben fácilmente sustancias volátiles contenidas en el aire del ambiente del almacén, contaminándose fácilmente con olores de queroseno, gasolina, gasoil, pinturas, barnices, frutas, verduras, etc., por lo que conviene evitar poner o guardar junto a los huevos productos que desprendan olores fuertes.

La medida del crecimiento del tamaño de esta cámara es un elemento valioso para apreciar la edad del huevo, ya que se va agrandando a medida que transcurren los días y así en huevos de una a cuatro semanas la altura de la cámara está comprendida entre 3-10 mm, subiendo a 11-18 mm entre las seis y las dieciséis semanas y cuando la cámara de aire aumenta mucho, los huevos suenan por succión, es decir, al sacudidos con la mano.

Lógicamente, a medida que aumenta la cámara de aire disminuye la densidad (cuando es fresco es de 1.08) en función de la edad del huevo y de las condiciones de temperatura y humedad; luego el examen de la densidad está indicado para determinar la edad y, por tanto, la calidad del huevo.

Si los huevos se guardan sobre lechos húmedos, toman olor y sabor a humedad y además su contaminación es más fácil; por eso, nuestra legislación exige que el embalaje esté limpio y seco, además de sin desperfectos, exento de olores y de cualquier producto que pueda afectar al sabor de los huevos, no admitiéndose embalajes ya utilizados anteriormente. La temperatura de conservación tiene gran influencia, no sólo porque las altas y secas favorecen la evaporación del agua interior, sino también porque favorecen la actuación de las enzimas.

En el huevo viejo se producen olores y sabores raros, extraños, que se atribuyen a los cambios de las estructuras del huevo y a veces también a la aparición de indicios de amoníaco y restos de aminoácidos alterados. Estos sabores se denominan "sabor a almacén" o "sabor a viejo". Estos cambios de olor y sabor se producen más o menos lentamente estando en función de la temperatura de almacenamiento, ya que con el calor el huevo transpira y pierde agua y CO_2 y el equilibrio de presiones se consigue con la entrada

de aire, lo que hace aumentar el tamaño de la cámara de aire, pudiendo ocurrir el envejecimiento en sólo 3 ó 4 semanas a 24°C y necesitando 6 ó 7 semanas cuando la temperatura es sólo de 10°C, y pudiéndose conservar 4-6 meses a -1°C y Humedad Relativa del 85%, admitiéndose de forma general que en sólo 7-10 días a temperatura de 28-29 °C el huevo puede sufrir una modificación similar a la que tardaría algunos meses en aparecer conservados a -1°C y con una Humedad Relativa del 85%.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL ENVEJECIMIENTO DEL HUEVO

Temperatura	Tiempo necesario para Cambio de olor y sabor
28-29°C	7-10 días
24°C	3-4 semanas
10°C	6-7 semanas
-1°C	4-6 meses

CLARA O ALBUMINA Y SU ENVEJECIMIENTO

La clara o albúmina es una sustancia blanca o ligeramente amarillenta, debido a su fuerte contenido en rivoflavina; es algo densa y con reacción claramente alcalina, con pH recién puesto de 7,6, después 8,24 y a los seis días nosotros hemos obtenido pH de 9,20-9,30. Representa una gran proporción del peso total del huevo, aproximadamente el 58,5%, conteniendo un 88,5% de agua por lo que puede considerarse como una solución acuosa de albúmina, glucoproteínas, azúcares y sales minerales conteniendo trazas de algunos lípidos. La albúmina está representada por la ovoalbúmina, que tiene un valor biológico de 100, por lo que se considera como "Proteína Patrón", conteniendo cantidades elevadas de lisina y triptófano. Está constituida por tres capas y por las chalazas, siendo la capa intermedia la más gruesa, densa y viscosa donde existe cuatro veces más ovomucina que en las otras capas de albumen claro. La capa externa es delgada, de clara fluida y la tercera capa, interna, se halla situada alrededor de la yema siendo muy fluida, casi líquida. La proporción relativa de estas capas depende de la raza y edad de la ponedora, condiciones ambientales, tamaño del huevo y de su estado de frescura. La proporción relativa de estas capas es:

*Capa externa, delgada y fluida	23,2 %
*Capa media, gruesa	58,3 %
*Capa interna, semifluida	16,8 %

Las chalazas en número de dos, tienen una estructura fibrosa y están situadas en los dos extremos, extendiéndose en espiral desde la membrana chalacífera de la yema, que recubre a la membrana vitelina, hasta cada uno de los polos, y sirven para mantener a la yema en su posición central.

La calidad interna del huevo depende de la presencia y estabilidad de la capa de albumen denso. Los componentes α y β ovomucina dan lugar al desarrollo de la estructura gelatinosa, debido a la naturaleza ácida de las ovomucinas y especialmente a la naturaleza catiónica de la lisozima.

El mecanismo de **fluidificación de la clara**, es decir la destrucción de la naturaleza gelatinosa de la capa gruesa, no es suficientemente conocido, pero con toda probabilidad se cree que se produce por la despolarización de la β -ovomucina por el ión hidroxílico al incrementarse los valores de pH, influyendo también la hidrólisis por proteasas, la actuación de agentes reductores (tipo iones thiol) de la unión disulfuro-complejo glucoproteico y la interacción con la lisozima.

Queda claro que debido a la composición química de la ovomucina nativa, con un enlace disulfuroso ligado a un complejo glucoproteico la actuación de las enzimas proteolíticas y de los agentes reductores de los enlaces disulfuros, despolarizan la ovomucina, y, por tanto, se produce la licuación de la capa densa de la albúmina. Los iones Mg intervienen en este proceso inhibiendo esta interacción, al formar, probablemente, complejo de Mg-ovomucina que harían la clara más estable a la degradación.

Desde el momento de la ovoposición, el CO₂ disuelto en el albumen durante el proceso de formación del huevo pasa a la atmósfera y esta pérdida produce un aumento del pH de la clara que se alcaliniza pudiendo llegar a 9,7¹, por lo que la determinación del pH puede ser una medida indicadora de la calidad o frescura del huevo, siendo la caída de calidad más rápida y violenta en los primeros 3-4 días después de puesto el huevo.

Con la evaporación de agua se produce una concentración salina en la clara y, como consecuencia de ello, se establece una corriente osmótica entre la yema y la clara, produciéndose el paso a la clara de líquidos que llevan sustancias disueltas (sales, enzimas, etc.). Debido al paso de las enzimas de la yema se producen fenómenos de hidrólisis enzimáticas que causan cambios morfológicos lentos de la albúmina apareciendo productos del desdoblamiento de los nutrientes orgánicos.

1. Mateos-Nevado, en huevos de seis días de edad obtiene 9,20-9,30.

Debido a la acción de la tripsina y otros fermentos proteolíticos procedentes de la yema, y una vez inactivado el ovomucoide inhibidor de la tripsina de la capa media, comienza el fenómeno de licuación de la mucina, desapareciendo poco a poco la clara densa y desorganizándose las chalazas.

A medida que avanza la edad del huevo la clara se va haciendo más líquida y la proporción de clara densa es cada vez menor en proporción con la clara delgada. Finalmente, toda la clara es delgada o poco densa, acuosa, y no puede apreciarse la presencia de clara densa.

La edad de la ponedora ejerce influencia en la calidad de la clara y, en general, en la del huevo, decreciendo después de 12-14 meses de puesta, disminuyendo 1.5-2 Unidades Haugh por mes hasta el final de la puesta. La magnitud del declive está relacionada con la sanidad de las ponedoras. La influencia de la edad sobre la calidad, puede deberse a que en las aves viejas los oviductos están más afectados, el nivel sanitario suele ser menor y los huevos tienen la cáscara más delgada, con lo que la pérdida de CO₂ es más rápida y la calidad interna decrece a mayor velocidad.

Las materias primas que entran en la alimentación pueden mejorar la calidad del albumen, y así ocurre con los subproductos de destilería y las habas cuando intervienen por encima del 10-15%, las harinas animales, hoy prohibidas por la enfermedad de las vacas locas², mientras que la harina de algodón por contener gosipol y la de colza la perjudica; en éste último caso sobre todo las variedades ricas en glucosinolatos.

Ya hemos mencionado como los iones Mg inhiben las interacciones ovomucina-lisozima, formando, posiblemente, complejos Mg-ovomucina que le darán más estabilidad frente a la degradación.

Además del Mg, el Cr, Zn, la vitamina C, y el cloruro amónico, que aunque mejoran espectacularmente la calidad del albumen, perjudican la de la cáscara. Un exceso de riboflavina puede producir coloraciones excesivamente oscuras de la yema, y algunos ácidos grasos como el estercúlico y el málvico procedentes del aceite de algodón pueden provocar una decoloración rosácea de la clara.

La muda, tanto natural como inducida, tiene gran influencia en la calidad del albumen y, si bien la mejoría es grande, cuando se realiza, nunca será igual la recuperación de la calidad a las del ave joven. Mudas realizadas a los 13-14 meses de puesta logran recuperar después de la misma sólo un nuevo periodo de producción, con incremento de la calidad de la clara durante periodos cortos de tiempo. Realmente, lo que se consigue con la muda es una regeneración de oviducto y, por consiguiente, del estado fisiológico del

2. Encefalitis espongiforme bovina.

mismo, mejorándose también los niveles de producción, pero no siempre con la muda se consigue la misma extensión de resultados.

Así pues, existe la hipótesis de que la pausa artificial de la puesta incrementa la calidad de los parámetros de calidad al estar estos relacionados con factores endocrinológicos y fisiológicos.

YEMA

La yema es visible al trasluz bajo forma de sombra, sin contorno aparente, no separándose sensiblemente de la posición central en caso de rotación del huevo, y debe estar exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza.

La posición central la mantiene gracias a las chalazas, a la membrana chalacífera y a la capa media o densa del albumen, como ya hemos apuntado anteriormente.

El germen o mácula germinal está situado en la parte alta, sin desarrollo apreciable, no debiendo medir más de 3-4 mm.

Modificaciones con el envejecimiento

Con el paso del tiempo, la membrana vitelina de la yema (membrana celular) se adelgaza, la yema se deforma en su esfericidad, se ensancha, pierde homogeneidad, adquiere color blanco-amarillento, se desvíta de su posición central, actuando sobre ella los diferentes fermentos proteolíticos (peptidasas, ovomucosidasas, etc.), glucolíticos (amilasa) y lipolíticos, deformándose y pudiendo llegar a romperse cuando el envejecimiento es avanzado. Con frecuencia, la yema se deposita en uno de los polos o en las partes laterales del huevo, sobre las membranas testáceas, quedando pegadas, facilitándose con esto la entrada de las hifas de los mohos, así como de las bacterias.

CONTROL DE LA CALIDAD CON EL HUEVO CERRADO O ENTERO

Una vez conocido en qué consiste la calidad del huevo recién puesto y las modificaciones que en él se producen con el paso del tiempo, durante el periodo de comercialización, estamos en condiciones de poder realizar el control de su calidad, que siempre deberá realizarse lo más objetivamente posible, tanto en el huevo cerrado o entero, como en el huevo abierto, siendo lógicamente en este caso las determinaciones más precisas y objetivas.

Para mantener una calidad adecuada es fundamental monitorizar el proceso de producción con técnicas precisas para asegurar la calidad del huevo.

La yema debe de estar libre de manchas de cualquier naturaleza. En posición central y translúcida bajo forma de sombra, sin contornos aparentes, sin estar claramente señalado el contorno por la luz. No debe apreciarse desplazamiento del centro al rotar el huevo. Las células germinativas con desarrollo imperceptible.

La clara translúcida, limpia, de consistencia gelatinosa, exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza.

El huevo fresco no deberá presentar olores extraños.

CONTROL DE LA CALIDAD CON EL HUEVO CERRADO (ENTERO)

Muestreo

La legislación actual establece el tamaño mínimo de la muestra estadísticamente representativa que deberá someterse a análisis para determinar las categorías y clases, la tolerancia establecida y el control de la calidad (B.O.E. 29/05/72 y Reglamento 1.907/90).

Número de huevos que constituye el lote	Número de huevos a examinar	
	% Del lote	Nº
Hasta 360	100	360
361 a 1.800	20	360
1.801 a 3.600	15	360
3.601 a 10.800	10	450
10.801 a 18.000	5	540
18.001 a 36.000	4	720
36.001 a 360.000	2	1.080
Más de 360.000	1	5.400

Categorías

Observando las características que exige la legislación comunitaria y, por tanto, la española (Reglamento 1907/90, Art. 6) se establecen, según su calidad, las siguientes categorías:

- A:** Huevos frescos, con un máximo de 6mm de cámara de aire³
- B:** Huevos de segunda calidad o conservados. Su máximo de cámara de aire es de 9 mm⁴
- C:** Huevos clasificados como inferiores destinados a las industrias alimentarias autorizadas con arreglo a la Directiva 89/437/CEE⁵

La categoría B comprenderá tres grupos de huevos: a) huevos no refrigerados ni conservados, b) huevos refrigerados y c) huevos conservados.

Los criterios de calidad para ésta clasificación se basan en los siguientes parámetros (R-1907/90, Art. 20):

- Aspecto de la cáscara.
- Consistencia de la cáscara.
- Altura de la cámara de aire.
- Aspecto y posición de la yema.
- Ausencia de manchas u otros cuerpos extraños en la clara
- Desarrollo de las chalazas.

ESTUDIO DE LA CÁSCARA

Aspecto

La cáscara deberá estar limpia, sin manchas, de buena textura y de forma regular; sin finuras, rugosidades o decoloraciones; la cutícula íntegra, recubriendo regularmente toda la cáscara. Se establecen las categorías que se determinan para conseguir la uniformidad, con la finalidad de favorecer la comercialización.

3. Con mención „extra”, máximo 4mm.

4. Estos huevos no deben utilizarse para freír.

5. Estos huevos no podrán venderse para el consumo directo; sólo para industrias alimentarias y otros fines industriales no alimentarios.

Resistencia

Es vital la resistencia a la rotura durante el manejo del huevo para su comercialización y se ha demostrado que existe un incremento logarítmico en las roturas cuando existe un descenso del peso de la cáscara e igualmente existe relación entre el porcentaje de fisuras y roturas con el espesor de la cáscara medido como gravedad específica del huevo.

El porcentaje de huevos fisurados o rotos depende fundamentalmente de la calidad intrínseca de la cáscara y, en segundo lugar, del manejo del huevo desde su recogida hasta su consumo. El calor perjudica la calidad de la cáscara; por eso, en verano es fundamental disponer de naves de puesta con buena ventilación y si es posible con aire acondicionado.

El huevo contiene aproximadamente un 2,2% de calcio, por lo que este nutriente es fundamental en la alimentación de las ponedoras, con el fin de obtener una buena calidad de la cáscara, puesto que en el huevo representa el 10% de la existencia total de calcio en el organismo completo de la gallina, cifrándose en 150mg/h el paso de calcio desde el útero hacia el huevo, cuando se forma la cáscara del mismo.

La medida de su espesor con el huevo cerrado puede hacerse mediante la gravedad específica, basada en la diferente densidad de la clara y de la yema –semejante a la del agua– y la de la cáscara aproximadamente de 2,2, por lo que se hunde en el agua dulce. Este método resulta bastante complicado y, por tanto, poco práctico.

Para medir la resistencia de la cáscara teniendo en cuenta la fuerza mecánica necesaria para fracturarla se utilizan tanto el método de la libre caída de objetos como las bolas de acero. Otro método basado en el impacto fortuito de una carga sobre la cáscara, consistente en colocar 25 huevos en cajas de madera de 305 mm x 305mm x 50mm de profundidad y desde 75mm de distancia con “sacudidas” durante 2 minutos a 60 ciclos/minuto. Este procedimiento rompe aproximadamente un tercio de los huevos; esto se relacionó con la selección genética de los padres y parece que en una sola generación se mostró efectivo para mejorar la resistencia de la cáscara. La heredabilidad de esta medida se estimó en 0,4860. Posteriormente, en 1985, se ha estudiado un equipo similar, con resultados análogos.

También se utiliza la compresión quasi estática, mediante presión hidráulica, donde el huevo se comprime entre dos superficies planas y paralelas: una de ellas estática, la otra se mueve lentamente hacia la fija, utilizándose un mecanismo electrónico donde queda registrada la fuerza ejercida. Este mismo método se puede utilizar para medir la deformación de la cáscara antes de que llegue a fracturarse. La velocidad de compresión óptima es 20 mm/min

y la deformación de la cáscara se detecta con un circuito electrónico que suministra la lectura utilizando un voltímetro digital. Otro método consiste en medir la resistencia a la perforación mediante un punzón.

Naturalmente que estos dos métodos miden diferentes propiedades de la cáscara y, con ellos, se analiza el tipo de fractura que causan.

Ha sido muy estudiado el test del impacto de objetos pesados que son dejados de caer como con un cuentagotas sobre el huevo, pero el mismo sistema conlleva una fuerza o aceleración que se traduce sobre la cáscara, siendo este método prácticamente igual al de la libre caída de objetos.

El aparato de Schoorl y Boersma (1962) para el estudio de la deformación de la cáscara ha sido muy utilizado. Otros autores encontraron que el aparato provocaba algunos errores y diseñaron uno propio modificando el existente.

Más recientemente se ha utilizado el bombardeo de los huevos con ultrasónidos y la dispersión de las β -partículas. Utilizando los ultrasónidos se ha estimado el espesor de la cáscara sin necesidad de romperla, es decir, con el huevo cerrado, puesto que la onda se refleja al cambiar de medio en la interfase líquida del huevo. Este sistema comparado con el del micrómetro tiene mayor precisión, llegando a una fiabilidad de 0,01mm. Su costo es alto.

La técnica de la dispersión con β -partículas puede tener un valor aceptable en la predicción del espesor de la cáscara, pero igualmente no es práctico y además el equipo que hay que utilizar resulta muy costoso.

La medida de la resistencia de la cáscara es, sin duda, un medio de predecir las posibles roturas de la misma. Por otra parte, los estudios recientes han demostrado que la fisura de la cáscara afecta desfavorablemente a la calidad de la clara y al color de la yema.

La determinación del área superficial de la cáscara también se ha estudiado, pero el esfuerzo y el tiempo necesarios para esto no justifica su utilidad, así que este método no tiene valor real en el comercio de los huevos.

Un aspecto del espesor de la cáscara que puede influir en la resistencia de la misma a las roturas es su contenido en materia orgánica. Aquí se quiso ver la importancia que la propia cutícula tendría en este punto, pero, finalmente si bien es cierto que la cutícula tiene una contribución significativa en el espesor de la cáscara, no es menos cierto que por sí misma no ejerce ninguna influencia importante sobre su resistencia. La relación de la estructura de la cáscara con la calidad de la misma comenzó a estudiarse hace más de un siglo, pero será el advenimiento del microscopio electrónico el que ha hecho posible el poder entender esta estructura con la gran profundidad y realismo con que hoy la conocemos.

Autores japoneses han estudiado la estructura de la cáscara y de los distintos componentes del huevo tomándolo cuando se está formando en varios lugares

del oviducto. En Canadá, se han estudiado profundamente las propiedades mecánicas de la cáscara e incluso del huevo entero.

Las microfotografías con el microscopio electrónico han puesto de manifiesto la estructura de la misma, habiendo merecido estudios profundos en la relación entre la estructura y la resistencia. En la propia cáscara existen diferencias en la dirección de las fracturas y, así, en la zona mamilar la mayoría de las fracturas son radiales, es decir, en ángulo recto a la superficie de la cáscara; en la zona de empalizada algunas fracturas se producen transversalmente, paralelas a la superficie, pensándose que reflejan la diferente estructura cristalina de las dos capas. La capa cristalina delgada tiene una estructura cristalina diferente desde la zona de empalizada, y su espesor varía de 3 a 8 μm . Esta capa es relativamente rica en materia orgánica y sobre su superficie exterior contacta la delgada membrana irregular denominada cutícula.

Con la edad de las gallinas de puesta no sólo se disminuye la producción de huevos, sino que se deteriora la calidad del cascarón, pudiendo ser reversibles estos cambios si las aves están en muda. Esto es debido a las alteraciones que se producen en el metabolismo de la vitamina D₃ que afecta, fundamentalmente, a la producción del metabolito 1,25(OH)₂D₃ producido a nivel renal, produciéndose menores cantidades en las aves viejas. Entre las funciones de este metabolito está la absorción del calcio y el hecho de contribuir a evitar su eliminación por vía renal. También mejora la síntesis de proteínas ligadas a la observación del calcio por las células de revestimiento interno del intestino e incrementa, por tanto, su absorción a partir del intestino. La resistencia de la cáscara aumenta con el incremento del contenido en magnesio.

El R-1274/91, Art.5

Establece que:

1) Los huevos de **categoría A** (altura cámara de aire, máx. 6 mm.) no deberán ser lavados ni limpiados antes ni después de la clasificación y no deberán ser sometidos a ningún tratamiento de conservación ni refrigeración en locales o plantas en los que la temperatura se mantenga artificialmente a menos de 5°C.

No obstante, no se considerarán refrigerados los huevos que se hayan mantenido a una temperatura inferior a 5°C, bien en el curso de su transporte con una duración no superior a 24 horas, bien en locales dedicados a la venta al por menor o en sus anexos, siempre que la cantidad almacenada no sobrepase la necesaria para 3 días de venta al por menor en dichos locales.

El huevo fresco, del día, está en la categoría A y nuestro Código Alimentario define lo que es el huevo fresco entendiéndose por tal: los que se presentan en su estado natural, sin haber sido limpiados por ningún procedimiento tanto en seco como en húmedo, ni haber sufrido tratamiento de conservación o refrigeración(entendiéndose por tal cuando se mantiene en locales con temperatura artificial inferior a 5°C).

Dentro de los huevos frescos hay quien distingue como “huevos del día” a los que tienen una cámara de aire inferior a 5 mm. Hace unos años, esta calificación se hacía por la edad del huevo en días, extremo éste difícil de conocer sino es, naturalmente por el tamaño de la cámara de aire, por lo que se utiliza éste parámetro.

En algunos países, se comercializan “huevos para consumo en crudo” (bebidos) que deberán ser muy recientes, sobre pasando los requisitos de los huevos frescos o como mínimo cumpliéndolas con todo rigor.

2) La **categoría B**(Art.6 del mismo Reglamento) comprenderá tres grupos de huevos:

- a) Huevos no refrigerados ni conservados, como en la categoría A (altura de la cámara de aire máx. 9 mm.).
- b) Huevos refrigerados, en locales en los que la temperatura se mantenga artificialmente por debajo de los 5°C.
- c) Huevos que se hayan conservado, refrigerados o no, en una mezcla gaseosa con una composición diferente de la del aire atmosférico y huevos que hayan sido sometidos a cualquier otro procedimiento de conservación.

3) Los huevos de **categoría C** (Art.7) serán los que no cumplan los requisitos de las categorías A y B.

Únicamente, podrán destinarse a industrias alimentarias autorizadas según el Art. 6 de la Directiva 89/437/CEE o a industrias no alimentarias.

*DETERMINACIÓN DE LA CATEGORÍA (A,B,C)

1. Aspecto externo o visura.
2. Prueba de Heestermann
3. Examen ovoscópico o miraje.
4. Examen con luz ultravioleta.
5. Examen de la densidad
6. Métodos instrumentales.

El conjunto de estos procedimientos se complementan y nos permiten formar un juicio correcto.

1. La apreciación del aspecto externo o visura, nos proporciona datos acerca de:

- Forma del huevo.
- Limpieza de la cáscara.
- Color.
- Homogeneidad.
- Integridad de la cáscara.
- Integridad de la cutícula.
- Presencia de posibles olores anormales.

La forma normal es típicamente oval, estando su diámetro comprendido aproximadamente una vez y media en su longitud máxima, la cáscara tendrá una superficie regularmente lisa, sin arrugas ni concreciones calizas y estará limpia, libre de material extraño de cualquier naturaleza y de manchas o decoloraciones. Puede considerarse también como cáscara limpia cuando la suciedad quede limitada a manchas muy pequeñas que por su extensión y número no modifican el aspecto general del huevo. Deberá estar intacta, es decir, con la cutícula integra y la cáscara igualmente integra, sin fisuras.

Los huevos a la cal se reconocen fácilmente: tienen la cáscara muy blanca y si no han sido lavados, pulverulenta. Al tacto ofrecen una ligera sensación áspera, que desaparece si se los limpia con un paño mojado en una solución ácida. Al comerlos tienen un sabor ligeramente alcalino que recuerda al medio donde fueron conservados.

Los huevos conservados en silicato ($\text{Na}_2\text{S}_1\text{O}_2$ al 1%) se reconocen por la capa protectora de la sal o por gotitas de sílice sobre la misma; al comerlos tienen un sabor amargo, a veces desagradable.

También podemos auxiliarnos, mediante escáner con el microscopio electrónico que puede revelarnos cuando está la cutícula fisurada, tomando la apariencia resquebrajada de la tierra seca.

2. Prueba de Heestermann

Sirve para poner de manifiesto la integridad total de la cutícula. Para realizar esta prueba se utiliza una solución de fucsina fenicada al 1% en permanganato potásico al 0,5%. En esta solución se sumergen los huevos durante 3 minutos, lavándolos después. Los huevos frescos y los conservados por el frío presentan una coloración rosácea, debido a la tinción de la cutícula. En los

huevos lavados o limpiados en seco la cutícula no está íntegra y la porción de cáscara privada de ella permanece blanca.

3. Examen ovoscópico o miraje

Es un método diafanoscópico que se basa en la traslucidez de la cáscara y en la diferencia de transmisión de la luz que presentan las distintas estructuras internas del huevo, que se modifican con el paso del tiempo, como ya hemos visto, y con las alteraciones. El huevo no debe haber sido conservado por ningún método. La cámara de aire será inmóvil y su altura máxima será de 6 mm.

Fundamentalmente, consiste en colocar el huevo entre un foco luminoso y el ojo del observador. La luz se proyecta al exterior y el observador puede ver la cáscara y el contenido interior. De todas formas, cuando verdaderamente aparece la auténtica calidad interior del huevo es cuando lo partimos y lo depositamos sobre una superficie lisa por lo que en muchas clasificadoras de huevos se rompen algunos antes de pasar por el ovoscopio, con objeto de identificar *de visu* una posible calidad inferior para reforzar la labor de las personas que atienden el ovoscopio, pues la velocidad a que funciona y el cansancio y la escasez de estos trabajadores puede hacer difícil la evaluación exacta.

Por eso, algunos detallistas consideran muy importante el test del huevo abierto para complementar y suplementar la clasificación con el fin de asegurar la exactitud de la estipulada en el contrato, y al mejorar la calidad vendida, aumentará el crédito del envasador y sus productos tendrán mayor demanda.

La ovoscopia representa el punto crítico de la clasificación del huevo, según su calidad. Desde su introducción en el mercado de huevos, en 1929, constituyen la norma fundamental en el comercio de los huevos con el fin de apreciar el estudio de la cáscara y el contenido interior.

Al principio, los huevos eran iluminados individualmente, técnica que aún hoy es muy útil para inspectores, managers y directores. La luz se proyecta al exterior por un orificio donde se sitúa el huevo en posición vertical, con el extremo agudo hacia dentro. En las manos de un experto, el ovoscopio individual puede dar una gran seguridad para determinar la calidad basada en la observación de los diversos parámetros que componen la calidad. El interior del huevo queda completamente iluminado y la cáscara muestra su estructura porosa y la presencia o ausencia de fisuras, el espesor y la suciedad si existiese.

En el polo obtuso se observa la cámara de aire que presenta una tonalidad ligeramente gris. Su altura se toma en la vertical que coincide con el eje longitudinal del huevo. No deberá exceder de 6 mm en el huevo fresco.

A escala comercial, los huevos pasan por una zona iluminada con doce filas paralelas, donde pueden visualizarse 150 huevos al mismo tiempo, si bien existen muchas otras posibilidades, pudiendo visualizarse 40-45.000 huevos a la hora por un trabajador especializado. Modernamente existen mecanismos y técnicas de iluminación más sofisticados que se utilizan con el fin de ayudar al controlador, pero siempre existirá un factor subjetivo.

Al haberse aumentado la velocidad del paso del huevo por la luz ha aumentado la dificultad de observación e interpretación de la calidad interna, dependiendo esto no sólo de la velocidad a que pasa el huevo, sino del color de la cáscara, ofreciendo las marrones mayores dificultades.

El tamaño y defectos de la cámara de aire da muy buenos resultados cuando los huevos tienen gran calidad, pero no es posible hacer una distinción muy fina, para clasificaciones intermedias. Fisuras muy finas son difíciles de apreciar, así como manchas minúsculas de sangre y carne, habiéndose probado varias fuentes luminosas para tener mayor seguridad. De todas maneras debemos tener en cuenta:

- 1) Los huevos marrones son extremadamente difíciles de observar si no se elimina la luminosidad que se produce alrededor del huevo.
- 2) En los huevos frescos, las fisuras muy finas no son visibles hasta que la humedad no se encuentra dentro de la misma, lo que resta fiabilidad.
- 3) Las marcas y rasguños en la cáscara son identificadas frecuentemente como fisuras muy finas (pelos).
- 4) Las motas y puntos sobre cáscaras marrones son frecuentemente identificadas como huevos sucios.
- 5) Se reconocen muchas manchas de sangre, pero pequeñas manchas de carne, particularmente asociadas con la yema y chalazas, escapan a la detección.
- 6) Las características de la clara son difíciles de identificar y como el porcentaje de defectos en un día de trabajo puede ser abundante, se tiene la tendencia a concentrar subconscientemente la atención a un tipo concreto de defecto.
- 7) Cuando el porcentaje de defectos en un día de trabajo se aproxima al 10%, la tarea de eliminar físicamente los huevos no clasificados se hace difícil.
- 8) También existe el problema de que se eliminan huevos no defectuosos, debido a una identificación falsa, pudiendo llegar los huevos eliminados con “defecto fantasma” al 2-3%.

Para ayudar a los examinadores se han estudiado la utilización de equipos electrónicos que marquen los huevos defectuosos para que puedan ser separados automáticamente después de clasificados.

Con el huevo abierto se facilita una mayor información del color, la posición y la aceptabilidad de la yema, la presencia de clara diluida o fina, la presencia de manchas de sangre y las manchas de carne, así como el espesor de la cáscara, por lo cual muchos envasadores en el momento actual, rompen algunas muestras de huevos y las analizan antes de pasar los huevos por el ovoscopio. El objeto es identificar una posible calidad baja del conjunto, siendo rentable el esfuerzo y el costo al poderse de esta forma reconocer más rápidamente los huevos que se encuentran por debajo del estándar e incluso poner a disposición de los productores los datos obtenidos.

Las dificultades del control de la calidad con el ovoscopio hizo que en USA, en 1949, la industria del huevo desarrollara un programa para introducir métodos más fiables mediante procedimientos mecánicos y automáticos para detectar la calidad del huevo cerrado, llegando a la conclusión de que es fundamental la intervención de personas especializadas y con mucha práctica. No obstante, el ojo humano puede reemplazarse por mecanismos electrónicos admitiéndose que una luz muy intensa sobre los extremos del huevo puede hacer resaltar aspectos esenciales para averiguar la calidad del mismo. Se ha experimentado con cámaras de alta resolución, resistentes al deslumbramiento, capacitadas para observar seis filas de ocho huevos, lo cual produce una matriz de 48 huevos pasando con una cinta transportadora a velocidad normal. La imagen se proyecta a una pantalla de televisión situada en otra habitación, lo que permite a cada operador ver los huevos problemáticos sobre la pantalla (como ocurre con el triquinoscopio de proyección) pudiéndose marcar estos huevos electrónicamente con un lápiz en la pantalla, y el huevo marcado es descargado automáticamente del transportador en una etapa posterior.

Las ventajas potenciales son que el operador se encuentra en condiciones muy confortables, la imagen del huevo es aumentada por la cámara y los huevos son automáticamente descargados con posterioridad. Este sistema se utilizó en 1983 en el Reino Unido y USA como opción para la clasificación comercial. La cámara de iluminación es convencional, la luz se sitúa debajo del transportador pasando a través de matriz transparente y de los huevos. Una varilla o lápiz emite una señal que es recogida en la matriz y deja una huella que permite la retirada de los huevos que han sido "tocados". Entre las ventajas incluye la reducción del deslumbramiento porque los huevos defectuosos permanecen en el transportador y además la varilla es más pequeña que la mano y, por tanto, oscurece menos el campo de visión. Los huevos no tienen que ser eliminados físicamente permitiendo un mayor tiempo de inspección. Al reemplazar el ojo humano por un visor electrónico la inspección se hace más rápida y segura.

El inconveniente de que la ovoscopia sea una técnica en parte subjetiva se puede obviar utilizando láminas patrones, si bien no existen las correspondientes a la tipificación oficial española, pero dado que, en realidad, las categorías A, B y C españolas se corresponden prácticamente con las AA y A; B y C de la tipificación norteamericana, se puede utilizar los patrones publicados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, teniendo en cuenta, repetimos, que la categoría A española se corresponde con la AA y la A norteamericana.

El huevo fresco aparece al ovoscopio de color amarillo-rosado claro.

Clara

La clara deberá estar transparente, limpia, firme, libre de colores extraños, turbidez, manchas de sangre, de carne u otras partículas anormales. Las manchas de sangre y de carne, cuando las hay, aparecen como sombras de color oscuro o rojizo, más o menos extendidas. Las inclusiones heterogéneas se ponen fácilmente en evidencia, así como las variaciones de color.

Yema

Visible al ovoscopio en forma de una ligera sombra, resulta difícil de distinguir, por lo que habrá que fijarse detenidamente, estará en posición central e inmóvil, sin contorno aparente, de color rosado. En el caso de la rotación del huevo no se separa sensiblemente de la posición central. Deberá estar exenta de cuerpos extraños de cualquier naturaleza.

La sombra de la yema suele estar mal definida y sólo se aprecia un ligero indicio de sombra o puede aparecer claramente neto su contorno según la "edad" del huevo.

Cuando el huevo envejece se produce la licuefacción del saco albuminoso y de las chalazas mejorando la transmisión de la luz, lo que facilita la movilidad de la yema, la sombra de ésta se aprecia entonces con más intensidad, así como su color, su tamaño, su posición, etc.

En los primeros días (huevos del día comercialmente hablando) la cámara de aire no debe pasar de 3-5 mm, admitiéndose en los huevos frescos un máximo de 6 mm, pero con el tiempo pueden llegar a 9 mm o más, no debiéndose destinar estos huevos al consumo humano directo cuando la cámara tiene más de 9 mm. Cuando la cámara tiene próximo a los 9 mm no deben destinarse a freír.

En los huevos con la yema adherida a la cáscara la yema aparece inmóvil, dando una sombra más oscura en la zona de contacto. La mácula de los huevos

con desarrollo embrionario se detecta con gran facilidad, tanto si el embrión está vivo, lo que se aprecia por una red de vasos que rodea una mancha rojiza, como si está muerto, por el halo hemorrágico que lo circunda. Las putrefacciones microbianas y los enmohecimientos se aprecian perfectamente.

Como resumen de todo lo anteriormente expuesto, el Reglamento 1274/91, Art.5 resume:

Concepto	Categoría A	Categoría B	Categoría C
Cáscara y cutícula	Normales, limpias, intactas	Normal, intacta	—
Cámara de aire	Inmóvil, su altura no excederá los 6 mm	Su altura no excederá de los 9 mm	—
Clara de huevo	Transparente, limpia, de consistencia gelatinosa, exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza	Transparente, limpia, exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza	Transparente, exenta de cuerpos extraños
Yema de Huevo	Visible al trasluz bajo forma de sombra solamente, sin contorno aparente, no separándose sensiblemente de la posición central en caso de rotación del huevo, exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza	Visible al trasluz bajo forma de sombra solamente, exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza	Visible al trasluz bajo forma de sombra solamente, exenta de cuerpos extraños de toda naturaleza.
Germen	Desarrollo imperceptible	Desarrollo imperceptible	Desarrollo imperceptible
Olor y sabor	Exento de olores y sabores extraños ⁶	Exento de olores y sabores extraños ⁶	Exento de olores y sabores extraños ⁶

6. Para contrastar el sabor es necesario abrir o romper el huevo.

4. Examen con luz ultravioleta

Es importante el examen del huevo con la lámpara de cuarzo para determinar su fluorescencia. La luz ultravioleta, al incidir en la cutícula de la cáscara del huevo produce fluorescencia debido a la ovoporfirina que contiene. Los huevos frescos de cáscara blanca producen fluorescencia azul violeta y los de cáscara marrón, tonos rojos púrpura.

A medida que los huevos envejecen, con la luz, con el calor o cuando se lavan, se destruye la ovoporfirina y presentan una fluorescencia más débil, más apagada y con tonos azulados los de cáscara blanca y tonos violáceos los de cáscara oscura. Los lavados presentan tonos tanto más apagados, cuanto más se han lavado.

Los huevos a la cal iluminados con la luz ultravioleta dan la impresión de que se están viendo a través de una capa de pintura blanca.

Color cáscara	Color fluorescencia	
	Fresco	Envejecido Se destruye la ovoporfirina, fluorescencia más débil, más apagada y con tonos:
Blanca	Azul violeta	Azulados
Marrón	Rojo Púrpura	Violáceos

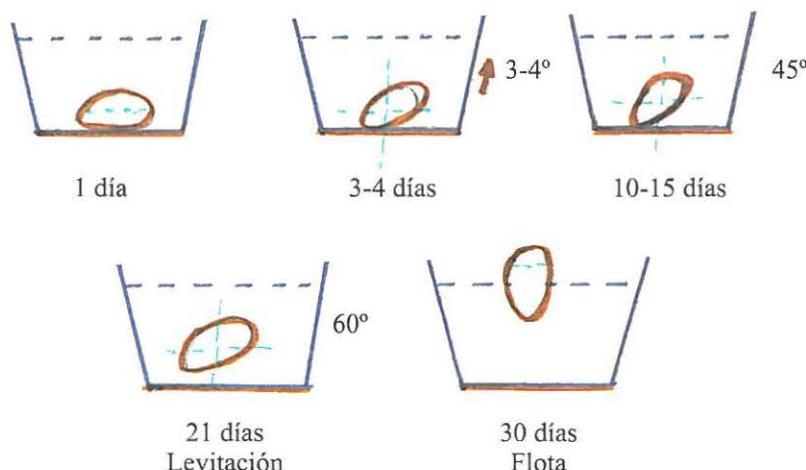
5. Examen de la densidad

El examen de la densidad es muy útil para la inspección casera, cuando no se tiene ovoscopio o se desconocen los atributos de calidad interna. El peso específico del huevo varía entre 1.06 y 1.09, siendo la densidad media del huevo fresco de 1.084. El huevo va perdiendo densidad por la evaporación de agua y la entrada de aire a medida que envejece. Por tanto, la determinación de la densidad del huevo puede ser un método para poder apreciar la edad del mismo; se emplea la llamada „prueba del agua” que consiste en colocar agua potable a temperatura ambiente y sumergir dentro e ella los huevos a examinar. Si el huevo es de *un día*, permanecerá en el fondo en posición horizontal; si tiene *tres o cuatro días* se inclinará 3 ó 4° elevando el polo grueso que alberga la cámara de aire; en los huevos de *diez a quince días* el ángulo formado será más o menos de 45° y a los *veintiún días* de 60°. A partir de este momento y sobre todo cuando los huevos tienen un *mes* de edad, el huevo toma posición vertical, separándose del fondo y pudiendo llegar a flotar emergiendo de la superficie.

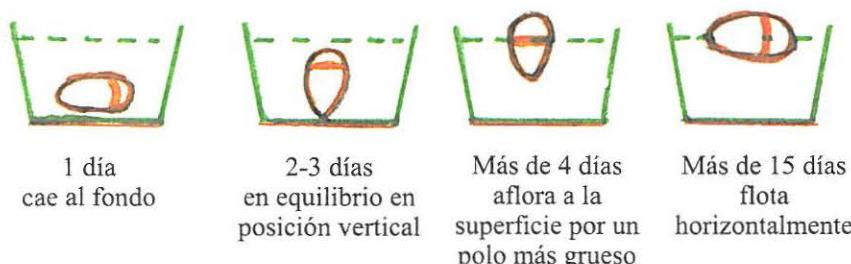
Densidad: 1,06-1,09

Densidad Huevo Fresco: 1,084

A) PURA (POTABLE)



B) CON 12% DE SAL O AGUA DE CAL



PRUEBA DEL AGUA

Si sumergimos los huevos en agua de cal o con NaCE al 12%, comprobaremos que: el huevo del *día* cae al fondo; el de *doso tres* días se mantiene en equilibrio en el centro del líquido en posición vertical, el de *cuatro* días aflora a la superficie por su polo obtuso en posición vertical y hacia los *quince* días el huevo flota horizontalmente.

6. Métodos instrumentales

Como métodos técnicos y automáticos para determinar la calidad del huevo, se han utilizado los *ultrasonidos* para investigar el espesor de la cáscara, estudio de la clara y de la yema, *microondas* para la clara o albumen, *espectrofotografía* para el color de la cáscara, de la yema y de las manchas de sangre y carne, *radiofrecuencia* para la clara o albumen, *ultravioletas* para huevos envejecidos, putrefactos, etc., *escáner* con láser para roturas de la cámara, la *resonancia magnética* nuclear ha sido utilizada con éxito para el estudio del desarrollo embrionario y para la calidad del albumen con el huevo cerrado.

MÉTODOS TÉCNICOS Y AUTOMÁTICOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL HUEVO

Técnicas	Componente investigado
1) Ultrasonidos	* Espesor de la cáscara * Clara o albumen
2) Microondas	* Clara o albumen
3) Espectrofotometría	* Color de la cáscara * Color de la yema * Manchas de sangre y carne
4) Radiofrecuencia	* Clara o albumen
5) Radiación	* Dureza de la cáscara
6) Viscosimetría	* Clara o albumen
7) L. Ultravioleta	* Descomposición, putrefacción
8) Escáner con láser	* Roturas de la cáscara.
9) Resonancia magnética Nuclear	* Desarrollo embrionario * Calidad de la clara o albumen

DETERMINACIÓN DE LA CLASE

La clase se determina en función del peso de los huevos.

La muestra será proporcional a la masa a controlar y la precisión deseada; si hay alguna duda, el envasador puede realizar la toma de una muestra mayor.

Se pesa la muestra y se clasifica de acuerdo con las normas vigentes. Disposición del 29-7-96, que entró en aplicación en 1997:

Clases	Gr. por unidad	Producción aproximadamente(%)
Supergrande XL	73 ó más	18
Grande L	63 a 73	52
Medianos M	53 a 63	20
Pequeños S	<53	10

Para su venta al público, todos los huevos deberán ser clasificados, envasados y embalados por centros de clasificación autorizados (situados en Granjas, Cooperativas, Agrupaciones de Productores y Empresas privadas de mayoristas) excepto los que se consumen en el medio rural.

El embalaje se realizará en bandejas nuevas, limpias y secas, sin olores anómalos.

Algunos autores proponen una clasificación o categorización, que sea el resultado de valorar las distintas características de los huevos. La puntuación varía de 0 a 100, exigiéndose para cada categoría una puntuación mínima, ligando categoría y clase.

Por ejemplo:

Tamaño(peso total)	15
Uniformidad de peso	15
Uniformidad de color	12
Estado y contextura de la cáscara	18
Calidad interior	40
Total	100

Como complemento a lo que llevamos dicho podemos realizar otras determinaciones, como el estudio del pH, la viscosidad, el índice de refracción, el punto crioscópico y el contenido microbiológico.

