

# MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE HUEVOS Y OVOPRODUCTOS. PROBLEMÁTICA ACTUAL.

**Alyssa Hidalgo, Margherita Rossi**

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari e Microbiologiche (DISTAM),  
via Celoria 2, 20133 Milano; alyssa.hidalgovidal@unimi.it

---

Alyssa Hidalgo se ha titulado como Ingeniero en Industrias Alimentarias (1990) en la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima, Perú y ha obtenido los títulos de Dottore di Ricerca en Biotecnología de los Alimentos (1996) y de Dottore en Ciencias y Tecnologías Alimentarias (1997) en la Università degli Studi di Milano. Del 1996 al 1997 ha trabajado como Jefe del Laboratorio de Análisis y de Control de Calidad en una industria de huevos y ovoproductos en Italia. Desde 1997 ha regresado al sector de la investigación científica universitaria en el DISTAM de la Università degli Studi di Milano y desde el 2001 es Ricercatore Confermato. Desde el 2004 enseña el curso de Biotecnologías Alimentarias en la Facultad de Agraria de la mencionada universidad. Ha publicado numerosos trabajos en revistas científicas y congresos internacionales sobre métodos de evaluación de la calidad y del proceso de producción de los alimentos, en particular huevos y ovoproductos.

## EL MERCADO DE LOS OVOPRODUCTOS

Se entiende como *ovoproducto* al producto obtenido de la preparación de las diversas fracciones edibles del huevo (yema, clara, o entero), en forma líquida, deshidratada o congelada, con o sin adición de otras sustancias como azúcar, sal o aditivos autorizados (figura 1). El uso de ovoproductos por la industria alimentaria en la producción de pasta, productos horneados, productos de pastelería, mayonesa y salsas, helados y otros, implica diferentes ventajas, como: seguridad, calidad, facilidad de empleo y almacenamiento. Sin embargo, a pesar de que resulta difícil obtener datos estadísticos precisos en el sector de los ovoproductos, se puede afirmar que la difusión de estos productos en el mundo es aún limitada, pues, el 70% de la producción se concentra en Europa y Estados Unidos. La producción anual se distribuye de la siguiente manera: Unión Europea (1.25 millones de toneladas); USA (1.2 millones t); Japón (240,000 t); Canadá (130,000 t); y Méjico (110,000 t) (Evans, 2004).

En USA el porcentaje de huevos destinados a la producción de derivados aumentó del 14.4 % en el año 1983 al 30.6 % en el año 2002 (Egg Industry, 2004), mientras que la China destinó sólo el 0.8% del total de huevos producidos en el año 2002, con un volumen de 80,000 t de ovoproductos (Ernst, 2004). En Italia, el 35% de huevos fue utilizado por la industria en el año 2004. De esta cantidad, el 76 % se usó como ovoproductos y el 24 % restante como huevos enteros en cáscara (UNA, 2005).

En cuanto a *tipología*, la producción de ovoproductos en USA se dividió, en 1998, de la manera siguiente: 79% de líquido, 16% de congelado y 5% de deshidratado. Y por *fracción*, en el 2004, se dividió en: 70.0% de huevo entero líquido, 23.5% de clara y de 12.5% de yema (NASS, 2005). Tales distribuciones serían muy similares en Europa; en tanto que en Japón existe una predominancia de albumen (40%) (Sinquin, 1994).

En Europa, la ley sobre la comercialización de huevos (CE, 2003) clasifica los huevos enteros en dos categorías de calidad: huevos frescos (categoría A) y huevos destinados a la industria (categoría B). Sin embargo, también si debido a los precios de mercado, a la industria le resulta más conveniente la venta de los huevos en cáscara antes que bajo la forma de ovoproducto, los huevos de la categoría B no son los únicos usados por la industria. Efectivamente, algunos productores en Europa procesan huevos de categoría A para tener la seguridad de llegar a satisfacer los requisitos

de calidad estipulados con el cliente o para balancear un exceso de producción de huevos en cáscara. Contrariamente, la industria de los ovoproductos puede ser erróneamente utilizada para procesar descartes de producción (huevos no aptos a la industria alimentaria) que, de otra manera, serían eliminados sin generar ninguna o muy reducida ganancia. Tal sería el caso de huevos rotos que, al no ser posible la venta en cáscara ni el cascado con máquinas idóneas, son recuperados mediante prácticas ilícitas como la centrifugación o el aplastamiento; o el caso de la adición de huevos de descarte de incubadoras; a veces, en porcentajes difícilmente evidenciables por los índices de ley.

La buena calidad higiénica es el requisito principal de un ovoproducto y de la materia prima utilizada, requisito seguido por las propiedades funcionales y el porcentaje de sólidos que caracterizan al ovoproducto en cuestión. Otros aspectos -como la frescura de la materia prima y el tipo de proceso aplicado- influyen en estos tres factores de calidad.

## LA CALIDAD HIGIÉNICA Y SU EVOLUCIÓN

En la preparación de ovoproductos, la legislación europea (CEE, 1989) establece el uso de huevos intactos; o, al menos, con membrana intacta y sin pérdida del contenido interno del huevo. Es importante tener en cuenta que, al momento de la puesta -si se trata de ponedoras sanas y huevo con cáscara íntegra- el contenido interno es prácticamente estéril. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que el nivel de contaminación por microorganismos provenientes del ambiente (heces, polvo, tierra) de la cáscara, puede variar desde  $10^3$ - $10^5$  cfu/huevo -en buenas condiciones higiénicas de puesta- hasta  $10^7$ - $10^8$  cfu/huevo -en condiciones de gran suciedad- (Baxter-Jones, 1991). Por lo tanto, cualquier contacto entre el contenido interno del huevo y la cáscara debe ser evitado lo más posible durante el cascado; y, prácticas como la centrifugación y el aplastamiento de los huevos están claramente prohibidas por la ley.

Segun la misma legislación (CEE, 1989), los ovoproductos deben respetar los límites microbiológicos establecidos para *Salmonella*, enterobacteriaceas e estafilococos (tabla 1). Eligiéndose oportunas condiciones de pasteurización, es todavía posible resanar también una materia prima altamente contaminada y, en consecuencia, obtener un ovoproducto que respete los límites microbiológicos de ley. En este caso, el notable crecimiento de microorganismos, ocurrido antes del tratamiento térmico, conduce a la formación de metabolitos microbicos y provoca una profunda modificación del patrimonio enzimático nativo del huevo -con producción, en particular, de las proteasas y de las lipasas necesarias a los microorganismos- para utilizar el huevo como sustrato. Todo esto comporta una disminución de las propiedades funcionales y una alteración más o menos intensa de las características sensoriales del ovoproducto. Debido a ésto, se entiende por qué todas estas modificaciones no puedan ser evidenciadas por un análisis microbiológico del producto pasteurizado.

En cambio, existen índices químicos evaluados en el ovoproducto pasteurizado que se correlacionan con la calidad microbiológica del producto líquido antes del tratamiento térmico (crudo). Tales índices son: el ácido succínico y el ácido láctico, que son metabolitos microbianos. La ley establece límites para el contenido de estos compuestos en el ovoproducto pasteurizado (tabla 1).

Otro metabolito microbico llamado uracilo, ha sido propuesto recientemente. Se trata de un metabolito que evalúa -con mayor eficiencia que los índices de ley- la calidad higiénica de la materia prima utilizada para la producción de los ovoproductos (Hidalgo et al., 2004). Efectivamente, en este estudio ha sido evidenciada una influencia del tratamiento térmico sobre el contenido de ácido succínico y una baja sensibilidad del ácido láctico. El uracilo es una base nitrogenada altamente

termoresistente (Hidalgo et al., 2005) sintetizada por un amplio número de microorganismos. Ellos convierten la uridina exógena en uracilo por acción de la uridina-fosforilasa, una enzima que pertenece al grupo de las enzimas nucleosido-fosforilasas responsables de la síntesis bacteriana de los nucleosidos (Utagawa et al., 1985). Por último, la determinación del uracilo en un producto de segunda transformación ha sido aplicada exitosamente en la pasta fresca al huevo para evaluar la calidad higiénica de la materia prima empleada en la producción del ovoproducto utilizado como ingrediente (Alamprese et al., 2004).

Otro aspecto importante considerado por la legislación europea en relación a la calidad de la materia prima, es la explícita prohibición del uso de huevos incubados. En el marco de esta consideración, la ley también impone límites para el ácido 3-hidroxibutírico (3OH-butírico), ya que -junto al ácido láctico- es considerado índice del desarrollo embrional. Por estudios realizados en los laboratorios del DISTAM (Rossi et al., 1999), se ha podido verificar que efectivamente el ácido 3OH-butírico constituye un índice exclusivo del uso fraudulento de huevos descartados de las incubadoras. El problema principal radica en la detección de adiciones hechas en bajos porcentajes. Para resolver este problema, los autores sugieren la revisión de los límites legales y proponen un protocolo de análisis que llega a detectar adiciones desde el 3%.

Respecto a los métodos de análisis, los índices químicos legales pueden ser determinados mediante métodos enzimáticos, los cuales -tan sólo empleando un espectrofotómetro como instrumentación- requieren de un analista muy experto. Estos índices también pueden ser determinados mediante gas cromatografía y HPLC (a excepción de los ácidos succínico y 3OH-butírico). Y si bien es cierto que el método de análisis del uracilo requiere el uso de una instrumentación HPLC, este método proporciona una determinación rápida que requiere sólo las unidades fundamentales del sistema, pues, viene determinado en isocrática y requiere de una preparación muy simple de la muestra.

## PROPIEDADES FUNCIONALES Y LOS FACTORES QUE LAS DETERMINAN

Espumas, emulsiones, productos horneados y pasta al huevo son los productos más sensibles a las variaciones de las propiedades funcionales de los ovoproductos. En algunos casos, se puede resolver un defecto de funcionalidad aumentando la cantidad de huevo en la fase de producción; por ejemplo, en el bizcochuelo. En otros casos, el defecto se vuelve evidente sólo en fase de conservación del producto final. Este sería el caso de las cremas para postre refrigeradas que pueden mostrar pérdidas de volumen en fase de comercialización.

El uso de un ovoproducto de baja calidad -desde un punto de vista funcional- conduce, de todas maneras, a una pérdida económica debido a factores como: mayores costos de producción, cuando se resuelva aumentando la cantidad del ingrediente huevo; o, la necesidad de abaratar el alimento final imperfecto; o, incluso la necesidad de retirar del mercado el producto ya distribuido, cuando el defecto sólo se evidencia con posterioridad.

Como resultado del análisis de diferentes muestras de ovoproductos enviadas por industrias utilizadoras de los mismos, se ha podido observar un gran rango de valores de *overrun* (%) (entre ca. 190% y ca. 510%). A fin de entender el por qué de prestaciones tecnológicas tan variables, es necesario recordar que los componentes determinantes de las propiedades funcionales, son principalmente las proteínas de la clara (tabla 2) y las lipoproteínas de la yema, especialmente las LDL. Tales proteínas son sensibles a varios agentes: mecánicos (homogenización); ambientales (pH, tratamiento térmico, porcentaje de agua, temperatura el tiempo de conservación); y, químicos (sales minerales, azúcar).

Se ha observado, por ejemplo, que las propiedades espumantes de la clara vienen reducidas por el tratamiento de homogenización. Igualmente, se ha podido observar cómo la pasteurización tiene un efecto positivo sobre la propiedad emulsionante de la yema y sobre el volumen desarrollado, en los productos horneados que contienen huevo entero líquido (Rossi et al., 1997). Existen numerosos estudios sobre la influencia de las diferentes operaciones de la tecnología productiva sobre las propiedades funcionales del ovoproducto. En cambio, es más complejo precisar cuáles son los factores que determinan las prestaciones de un mismo tipo de ovoproducto obtenido con la misma tecnología.

El primer factor es la concentración del agente funcional, es decir, las proteínas. Efectivamente, para huevos enteros líquidos del comercio con un contenido de proteínas totales variable de 10.4 a 13.1g/100g, hemos observado una correlación directa significativa ( $p < 0,01$ ) entre contenido en proteínas y capacidad espumosa de la clara. Se deben considerar fundamentales, otros dos factores: la calidad higiénica y las condiciones del proceso.

La importancia de la calidad microbiológica de la materia prima usada para la elaboración del ovoproducto ha sido estudiada por Barone (2001), quien ha concluido que a una buena calidad funcional corresponde siempre una buena calidad microbiológica del ovoproducto crudo. En cambio, lo contrario no siempre sucede. Y esto, debido a que algunos ovoproductos obtenidos con materia prima de buena calidad microbiológica presentan deficientes propiedades funcionales. La baja calidad microbiológica del ovoproducto crudo produce siempre ovoproductos de baja calidad funcional. Lo cual significa que una buena calidad microbiológica de la materia prima constituye una condición necesaria –pero no suficiente– para garantizar buenas propiedades funcionales del ovoproducto, ya que otros importantes factores pueden intervenir.

Estos factores, además de las condiciones de homogenización y pasteurización, son: la frescura de los huevos utilizados como materia prima; la contaminación recíproca entre clara y yema en los ovoproductos constituídos por solo albumen o solo yema; la proporción de clara y yema en el entero líquido; el congelamiento (sea como velocidad de disminución de la temperatura, sea como tiempo de conservación en el estado congelado); la deshidratación, etc.

Incluso el uso de prácticas ilícitas o prácticas no declaradas pueden justificar comportamientos o resultados anómalos de los ovoproductos. Por ejemplo, en base a estudios preliminares que necesitan de futura confirmación, ha sido observado cómo el uso de la centrifugación provoca –en sinergia con el tratamiento de homogenización– un efecto negativo sobre la propiedad espumante del entero líquido y sobre la consistencia de la espuma. Por lo tanto, las pobres características espumantes de un ovoproducto pueden resultar del uso ilícito de la centrifugación.

El estudio realizado para evaluar las propiedades funcionales de huevo entero líquido del comercio ha evidenciado también que otra causa de pobres propiedades es la dilución, voluntaria o involuntaria, del ovoproducto. La dilución involuntaria puede suceder por contacto accidental con el agua de lavado probablemente en el pasteurizador o en las cisternas de transporte. Hemos encontrado también un caso de sospecha dilución voluntaria realizada con el objetivo de corregir con álcalis el pH de un ovoproducto obtenido de huevos muy contaminados. En este caso, el motivo de las deficientes propiedades funcionales es identificable sea en la dilución, sea en la alteración microbica del ovoproducto.

## **EL PORCENTAJE DE SÓLIDOS**

Es una importante característica que depende de muchos factores y que se especifica en el contrato de venta del ovoproducto. Entre los factores que determinan el porcentaje de sólidos del

huevo y derivados, se pueden citar: raza, edad y estado de salud de la ponedora; período del año; dimensión del huevo; frescura del huevo; eficiencia de la separación de las fracciones durante el procesamiento (Froning, 2003).

Cuando se trata del huevo entero líquido, el porcentaje de sólidos puede variar según las características necesarias para el producto al que será destinado. Por lo tanto, puede ser corregido con la adición de yema o clara. El control en línea del porcentaje de sólidos es de rigor. No sólo por la influencia sobre las propiedades funcionales sino también porque en ovoproductos destinados a la elaboración de algunos alimentos -como pasta al huevo-, se trata de una característica que es controlada en el producto final mediante el análisis del extracto etéreo y del contenido de esterol total, con el objeto de verificar la cantidad de huevo usada como ingrediente. Efectivamente, en Italia a 1 kg de harina se deben añadir al menos 200 g de huevo (DPR, 2001).

### LA FRESCURA DE LA MATERIA PRIMA

La frescura del huevo disminuye después de la puesta, principalmente en función del tiempo y de la temperatura. Tal disminución de calidad está asociada a cambios químicos, nutricionales, funcionales e higiénicos. De ahí que el principal criterio de clasificación de los huevos es la frescura.

El único parámetro cuantitativo considerado por la legislación europea (CE, 2003) para evaluar la frescura del huevo es la altura de la cámara de aire. La legislación estado unidense considera, además, la altura de la clara densa llamada Unidad Haugh (USDA, 1995). La eficiencia de estos dos índices ha sido varias veces discutida. Por un lado, porque la altura de la cámara de aire depende del peso del huevo y de la humedad relativa del ambiente; y, por otro lado, porque la Unidad Haugh depende de la edad de la ponedora. Incluso, la exactitud de la ecuación usada para calcular la Unidad Haugh es dudosa.

En los últimos años, han sido propuestos dos métodos químicos que presentan, en primer lugar, la ventaja de poder también determinarse en el ovoproducto. El primero es el contenido de furosina [ $\epsilon$ -N-(2-furoilmetil-L-lisina)] en la clara, producido por hidrólisis ácida de los compuestos de Amadori (Hidalgo et al., 1995; Hidalgo et al., 2006). Este índice presenta una alta repetibilidad y una baja variabilidad natural. Además, es independiente del peso del huevo, así como de la humedad relativa del ambiente. La desventaja está en que se trata de una metodología de análisis sofisticada, tratándose de una determinación cromatográfica en gradiente. El segundo es el método del test de la reacción entre clara y tetrametilbenzidina (Rossi et al., 2001), que presenta las mismas características del contenido en furosina, además de tratarse de una determinación más rápida y requerir como instrumentación sólo un espectrofotómetro.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alamprese, C., Rossi, M., Casiraghi, E., Hidalgo, A., Rauzzino, F. 2004. Hygienic quality evaluation of the egg product used as ingredient in fresh egg pasta. *Food Chem.*, 87: 313-319.
- Barone, V. 2001. Proprietà funzionali del misto d'uovo pastorizzato in relazione alla qualità igienica della materia prima. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano.
- Baxter-Jones, C. 1991. Egg hygiene: microbial contamination, significance and control. In *Avian Incubation*. S. G. Tullett (ed) p. 269. Poultry Science Symposium 22. Butterworth-Heinemann. Northants.

- CE. 2003. Reglamento (CE) 2295/2003 de la Comisión de 23 de diciembre de 2003 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CEE) 1907/90 del Consejo relativo a determinadas normas de comercialización de los huevos. *Diario Oficial la Unión Europea* L340 del 24/12/2003, p. 16-34.
- CEE. 1989. Directiva 89/437/CEE del Consejo del 20 de junio de 1989 sobre los problemas de orden higiénico y sanitario relativos a la producción y a la puesta en el mercado de los ovoproductos. *Diario Oficial*, L212de 22/07/1989, p. 87-100.
- DPR. 2001. Presidential Decree n. 187, 9 febbraio 2001. Regolamento per la revisione della normativa sulla produzione e commercializzazione di sfarinati e paste alimentari, a norma dell'articolo 50 della legge 22 febbraio 1994, n. 146. *Gazzetta Ufficiale Italiana Serie Generale*, n. 117: 6.
- Egg Industry, 2004. A 20-year perspective. *Egg Industry*, February: 12-14.
- Ernst, 2004. Egg processing in China- an industry responding to new challenges. *Egg Industry*, April: 12-15.
- Evans, 2004. Egg output heads for 57 million tons. *Egg Industry*, August: 12.
- Froning, G. 2003. Egg solids variation in egg products. *Egg Industry*, May: 26.
- Hidalgo, A.; Pompei, C.; Galli, A.; Cazzola, S. 2005. Uracil as an index of lactic acid bacteria contamination of tomato products. *J. Agric. Food Chem.*, 53(2): 349-355.
- Hidalgo, A.; Rossi, M.; Pompei, C. 1995. Furosine as a freshness parameter of shell eggs. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 1673-1677.
- Hidalgo, A., Rossi, M., Pompei, C., Casiraghi, E. 2004. Uracil as an index of hygienic quality evaluation in egg products. *Ital. J. Food Sci.*, 4(6): 429-436.
- Hidalgo, A.; Rossi, M.; Pompei, C. 2006. Estimation of equivalent egg age through furosine analysis. *Food Chem.*, 94: 608-612.
- NASS, 2005. Egg Products. February. <http://usda.mannlib.cornell.edu/reports/nassr/>
- Rossi, M. 1998. Proprietà funzionali degli ovoprodotti. *Rivista di Avicoltura*, 67(6): 28-34.
- Rossi, M., Pompei, C., Casiraghi, E., 1997. The chemical, physical and functional properties of pasteurized and frozen egg products. In "Proceeding of the VII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products", September 21-26, Poznan, Poland, pp. 299-306.
- Rossi, M.; Hidalgo, A.; Pompei, C.; Giuffrida, F. A. 1999. A new approach to the identification of incubator reject eggs in pasteurized whole egg products obtained from fresh eggs. In Eggs and egg products quality. In "Proceedings of the VIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products", September 19-23, Bologna, Italy, pp 451-456.
- Rossi, M.; Hidalgo, A.; Pompei, C. 2001. Reaction between albumen and 3,3',5,5' tetramethylbenzidine as a method to evaluate egg freshness. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 3522-3526.
- Sinquin, J. P. 1994. La production et le marché des œuf. In *L'Œuf et les ovoproduits*. J. L. Thapon e C. M. Bourgeois (Eds) Technique et Documentation, Lavoisier, Parigi.
- UNA, 2005. <http://www.unionenazionaleavicoltura.it/>
- USDA, U. S. Department of Agriculture. U. S. 1995. Standards, grades, and weight classes for shell eggs, 56.200 et seq. USDA Agricultural Marketing Service: Washington, DC.
- Utagawa, T.; Morisawa, H.; Yamanaka, S.; Yamazaki, A.; Yoshinaga, F.; Hirose, Y. 1985. Properties of nucleoside phosphorylase from *Enterobacter aerogenes*. *Agric. Biol. Chem.*, 49: 3239-3246.

**Tabla 1. Límites legales europeos (CEE, 1989) para los ovoproductos.**

Parámetros microbiológicos	
<i>Salmonella</i>	ausente en 25g o ml
Bacterias aerobias mesófilas	max $1 \times 10^5$ en 1g o ml
Enterobacteriaceas	max $10^2$ en 1g o ml
Estafilococos	ausencia en 1g
Parámetros químicos	
Acido 3-idroxitubúrico	< 10 mg/kg de materia seca
Acido láctico	< 1000 mg/kg de materia seca
Acido succínico	< 25 mg/kg de materia seca
Cáscaras, membranas y otras partículas	< 100 mg/kg

**Tabla 2. Proteínas de la clara del huevo que contribuyen al poder espumante.**

PROTEINA	% <sup>1</sup>	pI	PM (D)	Principales características
Ovoalbúmina	54	4.7	45000	coagulando al calor, mantiene la estructura aerada en el producto cocido
Ovotransferrina (conalbumina)	12	6.1	77000	confiere buena estructura al calor
Globulina G2	4	5.5	45000	elevada capacidad montante
Globulina G3	4	4.8	—	elevada capacidad montante
Ovomucina	3.5	4.5-5.0	110000	forma un film insoluble alrededor del glóbulo de aire que ayuda a estabilizar la espuma

<sup>1</sup> en la clara

**Figura 1. Esquema general para la obtención de ovoproductos (Rossi, 1998).**

