

# OVOPRODUCTOS

Eva Cristina Correa Hernando<sup>1</sup>, Virginia Díaz Barcos<sup>2</sup>, Pilar Barreiro Elorza<sup>3</sup>,  
M<sup>a</sup> Carmen González Chamorro<sup>4</sup>, Joaquín Fuentes-Pila<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Profesora Titular de Universidad de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola.  
Departamento de Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola  
Tel.: 91 336 54 56, email: evacristina.correa@upm.es  
Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid

<sup>2</sup>Profesora Colaboradora de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola.  
Departamento de Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola  
Área de conocimiento: Tecnología de Alimentos.

<sup>3</sup>Profesora Titular de Universidad de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.  
Departamento de Ingeniería Rural

<sup>4</sup>Profesora Titular de Universidad de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.  
Subdirectora de Extensión Universitaria de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.  
Departamento de Tecnología de Alimentos.

<sup>5</sup>Profesor Contratado Doctor de la Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Agrícolas  
Subdirector de relaciones internacionales. Departamento de Tecnología de Alimentos.

## RESUMEN

La extrema sensibilidad de los ovoproductos al deterioro microbiano hace necesaria la aplicación de un tratamiento térmico que asegure su inocuidad. El hecho de que el tratamiento térmico no asegure la completa erradicación de la flora microbiana junto con la falta de mantenimiento de la cadena de frío a lo largo de la distribución y/o conservación del mismo limita y acorta la vida útil del producto. La degradación microbiana del ovoproducto afecta a ciertas propiedades físicas del mismo cuya alteración puede ser objeto de supervisión mediante técnicas ópticas siendo el objetivo de este trabajo la realización de un estudio preliminar para la supervisión de la degradación de ovoproducto mediante LED con el objeto de hacer una propuesta de implantación en laboratorios de calidad en la industria. Los resultados muestran que en clara líquida pasteurizada el aumento del contenido microbiano a lo largo del tiempo de almacenamiento se correlaciona (con valores de hasta  $r = 0.97$ ) con el incremento en el nivel de intensidad lumínica detectado en las muestras, siendo posible establecer modelos sencillos de predicción de la carga microbiana a través de este parámetro óptico y empleando la información correspondiente a un único LED.

**Palabras Clave:** Huevo líquido, pasteurización, diodo emisor de luz, degradación microbiana, dispersión.

## SUMMARY

Heat-treatment of ovoproducts is often required to ensure microbial safety. However, it has been shown that in most microbial species slow heating, or heat shocks may induce a higher heat resistance, that means that it is not possible to remove the microbial flora completely. These microorganisms produce ovoproducts spoilage especially when the cold chain is broken along the transport and/or storage. As result, the useful life for the product is shorten. The microbial activity in the product changes several physical properties which can be supervised using optical methods, so the goal of this work is to carry out a prospective study for the supervision of ovoproduct spoilage with scatter red LED light. For liquid and pasteurized white egg it has been found a correlation ( $r=0.97$ ) between microorganism growth and grey level of LED light passing through the sample.

**Keyword:** liquid egg, pasteurization, light emitter diodes, microbial spoilage, scattering.

## Huevo y ovoproducto

El sector avícola de puesta en España es un sector estable, firmemente implantado y consolidado en la economía ganadera nacional. Cuenta con 43 millones de ponedoras de las que en el año 2007 se obtuvieron 928 millones de docenas de huevos. El 85% del consumo interior se destina a la ingesta de huevos frescos, cuantificándose el consumo de hue-

vos en España en el año 2007 en 240 huevos per cápita (MAPA 2007; INPROVO). Aproximadamente el 15% restante es utilizado como materia prima por las industrias de ovoproductos (en torno a 35 instalaciones productoras en España), definidos por el Reglamento CE nº853/2004 como "los productos transformados resultantes de la transformación de huevos, de diversos componentes o mezclas de

huevos, o de la transformación subsiguiente de tales productos transformados". Menos del 1% de la producción se destina a usos industriales no alimentarios (entre los que se incluye la producción de cosméticos, vacunas o la extracción de compuestos químicos de interés en otros productos). Los huevos son altamente nutritivos y una fuente de proteína barata, pero se trata de un alimento perecedero, que

puede perder rápidamente calidad durante el periodo que transcurre desde su puesta hasta el consumo (1). Además del problema de la conservación limitada, el huevo cáscara presenta algunos inconvenientes para su uso industrial derivados de su fragilidad, de su manipulación más o menos engorrosa, o por la necesidad de requerir solo uno de los componentes del mismo, la yema o la clara. Esto junto a la obligatoriedad de su uso por parte de la restauración colectiva (R.D. 1254/1991) ha obligado a la industria alimentaria a evolucionar para responder a la modificación de los hábitos de consumo actuales, desarrollando tecnología e ingeniería que permita la obtención de productos derivados del huevo, u ovoproductos, que eviten estos problemas e incrementen la Seguridad Alimentaria de los mismos.

**Tratamiento térmico del ovoproducto: Pasterización**

La práctica de transformación de los huevos en ovoproductos suprime los mecanismos naturales de protección del huevo, por lo que estos productos son particularmente vulnerables a la contaminación microbiana (2) haciendo obligatoria su pasterización. El objetivo de la pasterización de los ovoproductos, al igual que en el resto de alimentos líquidos, es la destrucción de todos los microorganismos patógenos y de la mayor parte de la flora banal que tiende a alterar el producto. El microorganismo patógeno más estrechamente relacionado con el huevo y los ovoproductos es *Salmonella spp.*, obligando la normativa CE vigente a tratar térmicamente los ovoproductos para inactivar este microorganismo, que no es especialmente termorresistente, aunque en el ovoproducto, rodeado de proteínas y grasa, su resistencia térmica aumenta. Un factor limitante en el desarrollo de los procesos de pasterización de los ovoproductos, es que las diferentes combinaciones de temperatura y tiempo necesarias para la destrucción de los microorganismos patógenos, se aproximan peligrosamente a las que afectan negativamente a las propiedades físicas y funcionales de sus proteínas, lo que limita la temperatura máxi-

Ovoproducto líquido	T° mínima necesaria (°C)	Tiempo de retención mínimo necesario (min)
Albumen (sin sustancias químicas)	57	3,5
	56	6,2
Huevo entero	60	3,5
Huevos enteros salados (2% o más de sal)	63	3,5
	62	6,2
Huevos enteros azucarados (2-12% de azúcar)	61	3,5
	60	6,2
Yemas simples	61	3,5
	60	6,2
Yemas azucaradas (2% o más de azúcar)	63	3,5
	62	6,2
Yemas saladas (2-12% de sal añadida)	63	3,5
	62	6,2

Tabla 1.- Binomios temperatura-tiempo requeridos para la pasterización de ovoproductos líquidos. (Fuente: FDA, 2002).

ma de calentamiento del fluido que puede utilizarse en la pasterización (3). El huevo es una solución muy rica en proteínas termosensibles que se desnaturalizan por el efecto del calor en el rango de temperaturas de 56 a 66 °C, dando como resultado un cambio en la viscosidad del medio. Por encima de estas temperaturas aparece una precipitación fraccionada de las proteínas y una rápida coagulación pasados los 73°C (4; 5; 6). Debido al estrecho margen de temperaturas que es posible aplicar, el tratamiento térmico de los ovoproductos es una etapa más difícil de realizar y controlar que en otros alimentos sometidos a pasterización; si se disminuye la intensidad del tratamiento existe el riesgo de que sobreviva *Salmonella spp.*, y, si se aumenta, el producto tiende a coagular. Como consecuencia, las características del tratamiento térmico (ver Tabla 1) deben variar según el tipo de producto al que se aplique, debido a la susceptibilidad de los diversos componentes del huevo a la desnaturalización por calor.

Actualmente los sistemas de pasterización empleados son de proceso continuo (ver Figura 2) realizándose en intercambiadores de calor de placas o tubulares. Un factor clave a la hora de elección del equipo y los tratamientos a aplicar es la búsqueda de aquellas condiciones que aseguren una pasterización eficaz sin producir la coagulación de las proteínas, que implica pérdida de producto y la aparición de problemas de limpieza en las instalaciones.

El proceso térmico de **pasterización tradicional (PT)** del huevo entero, mediante intercambiadores de placas,



Figura 1.- Cascado del huevo (Fuente: Coenraads).

consiste en mantener el producto a una temperatura entre 64°C y 65°C durante 2-4 minutos. Para evitar la pérdida de valor nutritivo y la funcionalidad de los huevos enteros, se ha desarrollado en los últimos años el **tratamiento de ultrapasterización (HTST)** de huevos líquidos utilizando binomios de temperatura-tiempo que oscilan entre 60-72°C y 30-90 segundos, gracias al empleo de intercambiadores tubulares. Cuando se compara con un producto pasterizado convencionalmente, los productos ultrapasterizados presentan mayor estabilidad microbiológica a temperatura de conservación de 1-4°C, una mayor seguri-

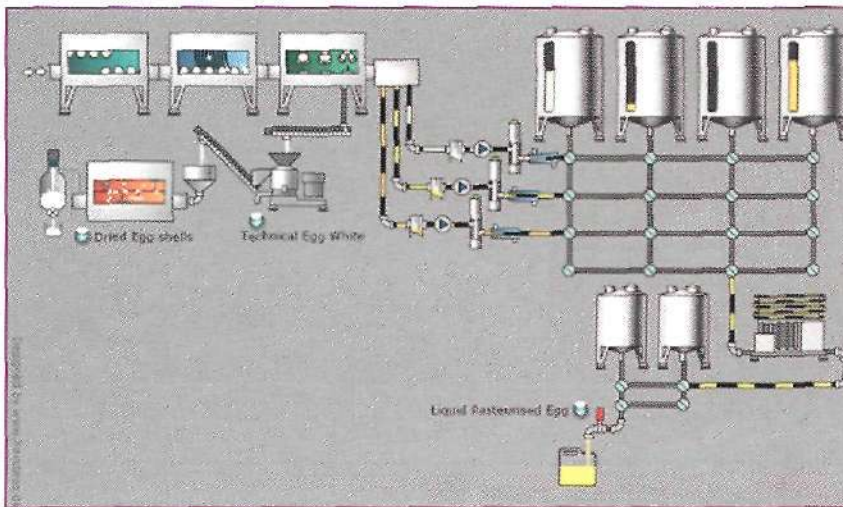


Figura 2.- Proceso de elaboración de huevo entero, yema y clara líquida pasteurizada mediante intercambiador tubular (Fuente: Sanovo Engineering).

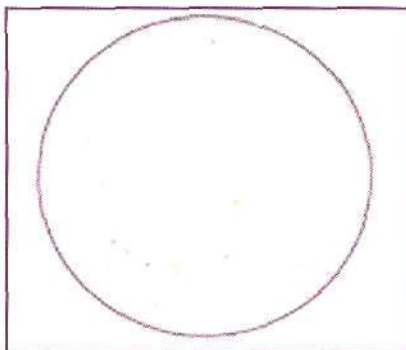


Figura 3.- Crecimiento de colonias sobre placa listas para el conteo.

dad frente a *Salmonella* y una mayor inactivación de *Listeria monocytogenes*. Mientras que la pasteurización tradicional presenta una inactivación de microorganismos de 2,1-2,7 unidades logarítmicas (D), el proceso de ultrapasteurización reduce su población 6,7-7,3 D (7). Este proceso complementado con un envasado aséptico puede alargar la vida útil del producto varios meses, extensión de la vida útil que también dependerá del uso de una materia prima cruda de excelente calidad microbiológica, y del mantenimiento de la temperatura de refrigeración apropiada (1-4 °C) en la distribución y almacenamiento por parte del consumidor final.

### Refrigeración del ovoproducto

El tratamiento de pasteurización no asegura la completa erradicación de la flora microbiana del producto (8), sobreviviendo al mismo los microorga-

nismos termorresistentes al binomio tiempo-temperatura empleado. Además, es conocido que tanto los calentamientos lentos como los choques térmicos (calentamientos a temperaturas elevadas durante un corto período de tiempo) favorecen la aparición de termorresistencia en algunos de los microorganismos (9). Todos ellos constituirán la flora alterante que limita la vida útil del producto, siendo necesario para su correcta conservación el almacenamiento en condiciones de refrigeración a una temperatura máxima de 4°C (8). Según las recomendaciones de la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC) para la logística, los ovoproductos pasteurizados se clasifican como alimentos refrigerados de Tipo 1, que deben mantenerse a temperaturas entre 0 y 5°C a lo largo de toda la cadena de comercialización.

Principalmente, los destinatarios de este tipo de producto son otras industrias alimentarias y la hostelería o restauración. Esta última, en su actividad industrial, emplea una gran variedad de productos que precisan de diferentes temperaturas de conservación en frío, lo que obligaría al establecimiento a contar con varias cámaras de almacenamiento en un rango de temperaturas entre 2 y 10°C. En general, la carencia de varias cámaras dado el coste económico y la necesidad de espacio que precisería, junto con las continuas operaciones de apertura y cierre de puertas hace que en las ins-

talaciones de refrigeración lleguen a alcanzarse temperaturas efectivas de almacenamiento entre 8 y 9 °C, lejos de la Tª adecuada de conservación para el ovoproducto, lo que acorta su la vida útil.

### Control de calidad

Tradicionalmente, el control de calidad microbiológico de un alimento se lleva a cabo mediante la siembra de la muestra en un medio de cultivo adecuado y posterior conteo de las colonias características (unidades formadoras de colonia (UFC)), método de referencia que requiere elevados consumos de tiempo en laboratorio, material fungible y personal especializado. La Figura 3 muestra una placa de siembra lista para el conteo de las colonias, que para alcanzar este grado de desarrollo requieren un tiempo de incubación de 72h.

Los inconvenientes derivados del uso de métodos microbiológicos tradicionales ha puesto en evidencia la necesidad de desarrollar nuevos procedimientos rápidos y no destructivos para el control de la calidad. En el caso de los ovoproductos se han descrito los efectos que tratamientos térmicos y degradación microbiana ejercen sobre algunas de sus propiedades físicas como son el color, la turbidez y la viscosidad (10), o sobre la coagulación (11), (12). Todas ellas propiedades que se adaptan a la aplicación de técnicas ópticas para la supervisión de la degradación del producto. Actualmente existen algunos desarrollos en el mercado que emplean la tecnología de diodos emisores de luz (LED) para la supervisión de procesos como, por ejemplo, el de la gelificación durante el cuajado de la leche (13).

### Supervisión de la degradación de ovoproducto mediante LED

En este apartado se va a hacer referencia a los trabajos preliminares realizados en el Laboratorio de Propiedades Físicas y Técnicas Avanzadas en Agroalimentación (LPFTAG. <http://www.lpftag.upm.es>), en colaboración con los Departamentos de Tecnología de los Alimentos y de

Ciencia y Tecnología Aplicadas a la Ingeniería Técnica Agrícola, todos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), para la **supervisión de la degradación de ovoproducto mediante LED**. Se trata por tanto de unos experimentos realizados a nivel de prototipo no industrial pero que pueden poner de manifiesto el potencial del método.

El estudio se llevó a cabo en la época de verano por ser la más desfavorable para la conservación de los productos perecederos. Se utilizaron muestras de clara de huevo líquida pasteurizada transportadas en refrigeración directamente desde las industrias productoras a las cámaras de almacenamiento de la EUIT Agrícolas de la UPM para su conservación a 2°C (control) y 9°C (favorecedora de la degradación). Se consideraron dos tipos de productos comerciales; al primero se le denominó PT por responder a los criterios de elaboración correspondientes a la pasterización tradicional (57-58°C+3min), y al segundo, HTST por corresponder con una pasterización a altas temperaturas y cortos tiempos (60-62°C+90s). Se realizó un seguimiento de las muestras a lo largo de su vida útil mediante la determinación de su carga microbiana (microorganismos mesófilos totales(UFC/ml)) junto a ensayos ópticos.

**Dispositivo experimental y análisis de datos**

La Figura 4 muestra el dispositivo experimental para la realización de los ensayos ópticos. En la parte inferior se observa la matriz de LEDs (rojo: 650 nm) sobre la que apoya directamente la muestra de ovoproducto (1 cm de espesor) contenida en un recipiente transparente. Una cámara IRRB (MS3100 Duncantech®) con una ventana de sensibilidad a 650nm de ±20nm detecta la radiación roja que emitida por los diodos atraviesa la muestra.

Se ha desarrollado un programa en MATLAB® para el tratamiento de las imágenes obtenidas con la cámara IRRB y la extracción de los parámetros de interés. El tratamiento de imagen consiste en la segmentación en blanco y negro de las imágenes originales según dos niveles de segmen-

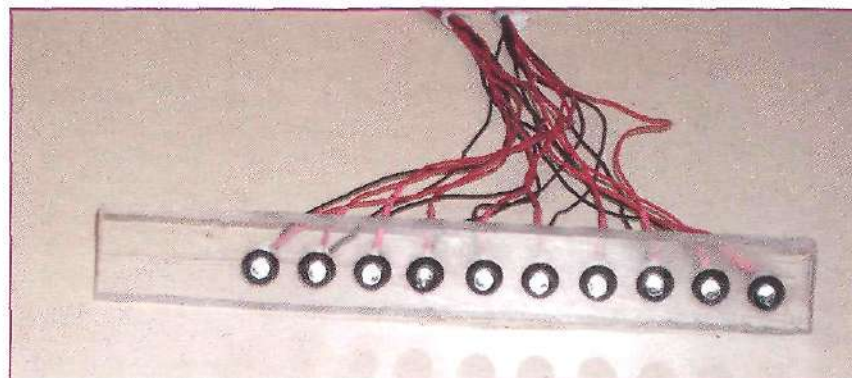


Figura 4.- Esquema del dispositivo óptico desarrollado. A la derecha matriz lineal de LEDs.

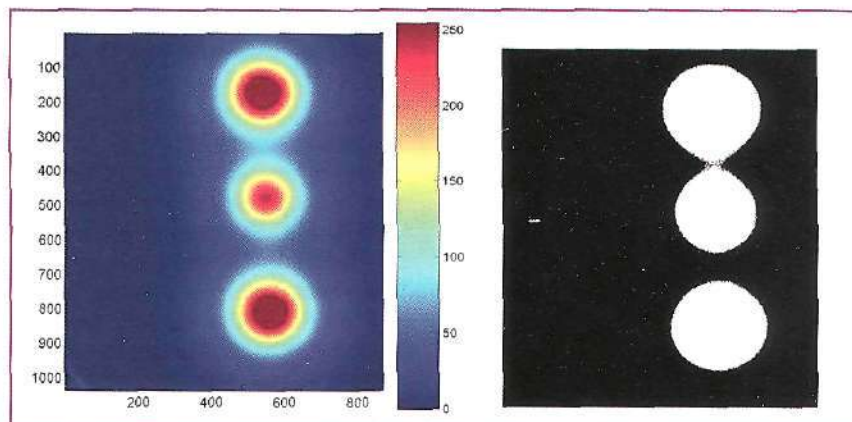


Figura 5.- A la izquierda imagen original auto-escalada correspondiente al canal rojo de la cámara IRRB. A la derecha la misma imagen segmentada según el nivel de segmentación NG1.

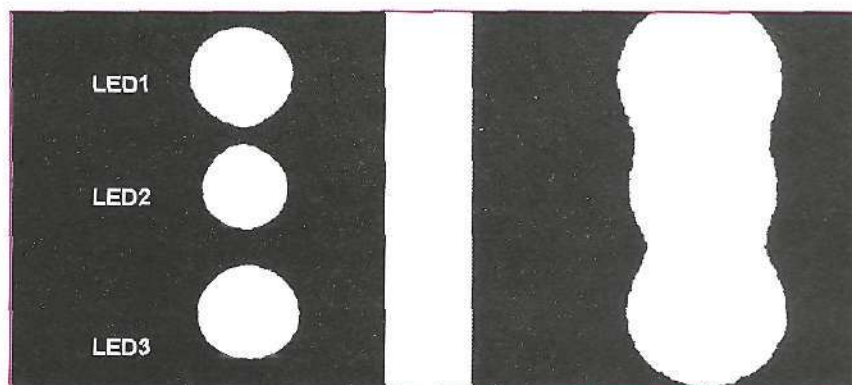


Figura 6.- A la izquierda imagen de LED individualizados. A la derecha la misma imagen segmentada según el nivel de segmentación NG2.

tación: el primero (ver Figura 5) por aplicación de un umbral de segmentación según un nivel de gris (NG1), calculado por aplicación del método Otsu, que maximiza la varianza interclases blanco y negro y al mismo tiempo minimiza la varianza intra-clases.

El segundo nivel de segmentación (NG2) se calcula de nuevo por aplica-

ción del método Otsu, pero esta vez sobre el histograma modificado de la imagen original, por ajuste de los niveles de gris de menor intensidad (entre 0 y 50) a todo el rango de 256 niveles de gris, lo que permite seleccionar el área global iluminada por los tres diodos (ver Figura 6, derecha). El programa permite además eliminar píxeles aislados por desarrollo de

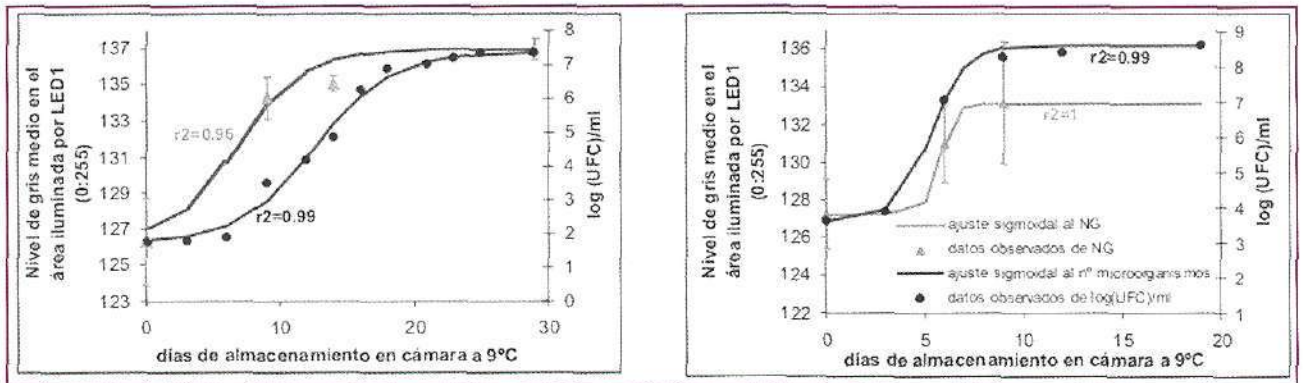


Figura 7.- Incremento sigmoidal del número de microorganismos y del nivel de gris con el tiempo de almacenamiento en cámara refrigerada a 9°C para el producto HTST a la izquierda y el producto PT a la derecha.

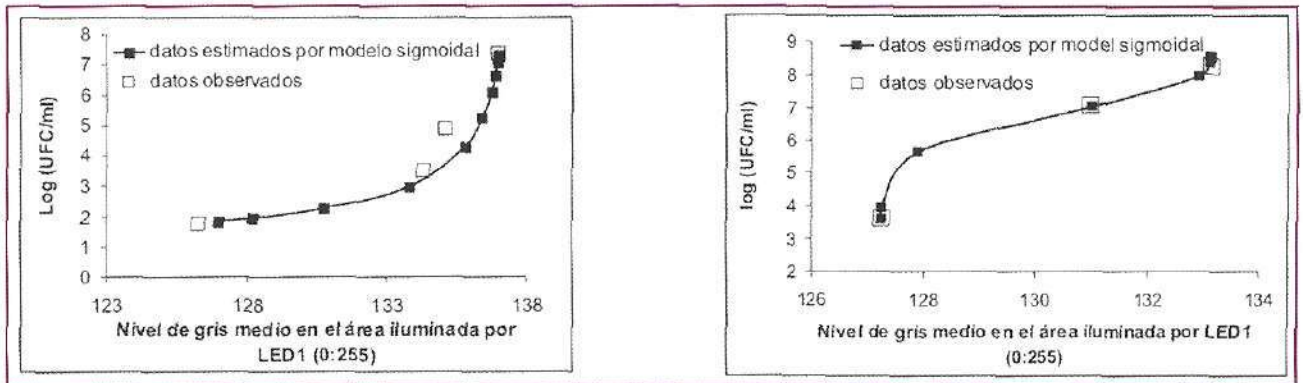


Figura 8.- Modelo ajustado de predicción del nº de microorganismos (log(UFC/ml)) a partir del nivel de gris observado. A la izquierda, producto HTST a 9°C, a la derecha producto PT a 9°C.

operaciones morfológicas sobre la imagen binaria. El NG1 permite identificar el área de máxima intensidad de iluminación para cada uno de los LED mientras que el NG2 incluye el efecto de dispersión de la radiación a través de la muestra. De cada una de estas imágenes segmentadas se extrajeron los siguientes parámetros: Área iluminada (nº de píxeles), nivel de gris medio (NG, entre 0 y 255) y desviación típica del nivel de gris en el área iluminada.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA (one-way ANOVA, Statistica 6.1 StatSoft) para la determinación de diferencias significativas entre tratamientos, donde la F de Fisher indica diferencias significativas entre grupos con un grado de confianza del 95%.

**Primeros resultados**

La Figura 7 muestra como, de igual modo que la evolución de la carga microbiana en las muestras se puede ajustar a un modelo sigmoidal, uno de los parámetros ópticos extraídos de

las imágenes el NG correspondiente a un único LED (el LED nº1) puede ajustarse a una sigmoide ( $r^2_{HTST} = 0.96$ ) a través de la ecuación 1, donde NG es el nivel de gris para el tiempo t,  $NG_{min}$  y  $NG_{max}$  son los valores mínimo y máximo respectivamente del nivel de gris registrado en ese ensayo y a y b son los parámetros de ajuste del modelo. El análisis de varianza realizado indica que el NG aumenta significativamente con el tiempo de almacenamiento en cámara (para NG emitido por el LED1  $F_{17} = 13.18$  y  $F_{HTST} = 26.69$ ).

$$NG(t) = NG_{min} + \frac{NG_{max} - NG_{min}}{1 + e^{-(a+bt)}}$$

La licuefacción de la clara de huevo a lo largo de su almacenamiento es una de las principales alteraciones descritas para este producto. El crecimiento de los microorganismos causa la modificación de las proteínas, las cuales constituyen el 10 % de la composición de la clara. Teniendo en cuenta que el otro 85%

de la clara es agua, esta modificación proteica explicaría una disminución de la viscosidad de la clara, menor densidad óptica de la muestra con, no solo valores significativamente mayores en la intensidad de la radiación roja (NG) que recibe el detector, sino áreas iluminadas por cada LED significativamente más grandes (para el parámetro área iluminada por LED1  $F_{PT} = 98.76$  and  $F_{HTST} = 10.95$ ).

Los coeficientes de correlación entre las curvas que definen la evolución con el tiempo de almacenamiento del parámetro óptico NG y del log(UFC/ml) oscila entre 0.9 y 0.98 para los ovoproductos HTST y PT respectivamente. La Figura 8 muestra una estimación de la concentración de biomasa en el ovoproducto a partir del NG registrado en el mismo. Por tanto, teniendo en cuenta un único parámetro óptico (NG) correspondiente a un único LED (LED1) es posible desarrollar modelos de predicción muy simples

como los definidos en las ecuaciones 2 para el producto HTST y 3 para el producto PT donde x corresponde al NG e y al log(UFC/ml).

$$\frac{y - 1.76}{7.36 - y} = \left( \frac{0.11(x - 126.28)}{137 - x} \right)^{0.9}$$

$$\frac{y - 3.6}{8.57 - y} = \left( \frac{3.13(x - 127.27)}{133.16 - x} \right)^{0.43}$$

Estos trabajos preliminares nos indican que la técnica es potencialmente útil para un control rápido y fácil de la calidad microbiológica de las muestras; sin embargo, es necesario profundizar en los resultados obtenidos mediante el diseño de nuevos experimentos más amplios que incluyan también distintos tipos de ovoproductos (yema líquida y huevo entero), con el objeto de definir para cada caso modelos de predicción robustos.

**Conclusiones**

Una de las actuaciones estratégicas de la política alimentaria española se orienta hacia productos de alta calidad, que puedan satisfacer las crecientes exigencias de los consumidores y supongan una diversificación de la oferta alimentaria (14). Esta estrategia se adapta perfectamente a este sector del ovoproducto, con una producción en Europa de 1,2 millones de toneladas (datos 2004), que se identifica como un sector en crecimiento a nivel mundial (15). La variedad de sus aplicaciones son enormes tratándose de un producto que aumenta día a día su posibilidad de utilización en nuevas formulaciones industriales en las que las propiedades funcionales de sus proteínas, o el color y sabor que aportan son muy apreciadas. No es nuevo que el control de la calidad en la industria agroalimentaria y el aseguramiento eficaz de la misma es cada vez más importante. Algunos de los parámetros y conceptos de calidad más importantes relacionados con el control de la producción en ovoproducto (16), son los relacionados con la seguridad microbiana en particular con la presencia de Salmonella, y la duración de la conservación desde el punto de vista

microbiano, organoléptico y químico. Las industrias de alimentos demandan cada vez más métodos de control rápidos, eficaces, y susceptibles de ser automatizados, basados por ejemplo en el dispositivo electro-óptico descrito en este artículo. En una primera fase todo nuevo dispositivo se incorpora como equipo de laboratorio en la industria "at-line", pero manteniendo una perspectiva de evolución hacia dispositivos "on-line" que operen en tiempo real directamente en la línea de fabricación.

**Bibliografía**

1.- Theron, H., Venter, L., & Lues, J. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. *Food Research International*, 36, 969-975. (2003).

2.- Bourgeois, C., Gestin, L., & Protais, J. Microbiologie de l'oeuf et des ovoproducts. En J. Thapon, & C. Bourgeois. *L'oeuf et les ovoproducts* (págs. 109-132). Paris: Technique et Documentation (Lavoisier) (1994).

3.- Alkskog L.. High temperature pasteurisation of liquid whole egg. *Food Technology International Europe* , 43-45. (1993).

4.- Hammid-Samimil, M., Swartzel, K., & Ball, H.. Flow behavior of liquid whole egg during thermal treatment. *Journal of Food Science*, 49 , 132-136. (1984).

5.- Herald, T., and Smith, D. Functional properties and composition of liquid whole egg proteins as influenced by pasteurization and frozen storage. *Poultry Science* , 1461-1469. (1989).

6.- Cunningham, F. Egg-products pasteurization. En W. Stadelman, & O. Cotterill, *Egg Science and Technology* (págs. 289-322). Binghamton (NY): Food Products Press (The Haworth Press, Inc.). (1995).

7.- Foegeding, P., an Learson, S. Heat resistance and growth of *Listeria monocytogenes* in liquid whole egg. *Journal of Food Protection*, 52 , 9-14. (1990).

8.- F. Guilmineau and U. Kulozik. Influence of a thermal treatment on the functionality of hens egg yolk in mayonnaise. *Journal of Food Engineering*, (78) (2007).

9.- P. Mañas, R. Pagán, I. Alvarez, and S. Condón. Survival of *Salmonella senftenberg* 775W to current liquid whole egg pasteurization treatments. *Food Microbiology*, (20) (2003).

10.- H. Hou, R.K. Singh, P.M. Muriana, and W.J. Stadelma. Pasteurization of intact shell eggs. *Food Microbiology*, (13) (1996).

11.- J.S.R. Coimbra, A.L. Gabas, L.A. Minim, E.E. Garcia Rojas, V.R.N. Telis, and J. Telis-Romero. Density, heat capacity and thermal conductivity of liquid egg products. *Journal of Food Engineering* 74[2]. 2006.

12.- I. Van der Plancken, A. Van Loey, and M.E. Hendrickx. Effect of heat-treatment on the physico-chemical properties of egg white proteins: A kinetic study. *Journal of Food Engineering*, (75) (2006).

13.- M. Castillo, F.A. Payne, C.L. Hicks, and M.B. Lopez. Predicting cutting and clotting time of coagulating goat's milk using diffuse reflectance; effect of pH, temperature and enzyme concentration. *International Dairy Journal* 10[8]. 2000.

14.- A. Langreo. El grupo de empresas líder del sistema agroalimentario español. *Distribución y consumo*, (enero-febrero) (2006).

15.- Magdeleine, P., and Dulion, P. Producción y utilización de los ovoproductos: situación y perspectivas de evolución. *Selecciones avícolas*, marzo , 165-167. (2004).

16.- F. Holm. Sensores para detectar la calidad de alimentos. *Flair Flow PYME*, (4) (2003).