

La teoría de obstáculos como estrategia para incrementar la seguridad alimentaria en jamón curado loncheado

Se presenta un estudio que tiene como objetivo evaluar el efecto combinado de la bioconservación y el tratamiento por altas presiones hidrostáticas frente a *Listeria monocytogenes* en jamón curado loncheado y envasado al vacío durante su conservación.

Anna Hereu, Sara Bover-Cid, Margarita Garriga, Teresa Aymerich

IRTA- Seguridad Alimentaria
Finca Camps y Armet s/n.
17121 Monells (Girona)



plimiento del Objetivo de Seguridad Alimentaria (*Food Safety Objective*, FSO), establecido según la política norteamericana de “tolerancia cero”, depende no sólo de los tratamientos aplicados sino también de las características físico-químicas del producto.

Introducción

El proceso de producción del jamón curado, que puede durar entre 7 y 36 meses, consiste en una fase de estabilización, que incluye la curación y el reposo a bajas temperaturas (<5°C), seguido por una fase de maduración en secadero (Arnau, 2004). Todas las etapas del proceso son importantes para obtener un producto seguro, de alta calidad y muy apreciado por su típico sabor (Arnau, 2004). El jamón curado es un producto considerado microbiológicamente estable debido a su contenido en sal y a su actividad de agua (a_w) normalmente por debajo de 0,90 (FPI y FSIS, 2005; MARM, 2008). Este producto también se comercializa loncheado y por tanto, sufre una manipulación post-procesado, con etapas en que se puede producir una contaminación cruzada con microorganismos patóge-

En este trabajo se evalúan los efectos de la bioconservación (aplicando nisina directamente o mediante envasado activo) con o sin tratamientos de alta presión hidrostática (600 MPa durante 5 min) frente a *L. monocytogenes* durante el almacenamiento de jamón curado loncheado y envasado al vacío. El cum-



nos, como por ejemplo *Listeria monocytogenes* (Vorst *et al.*, 2006), bacteria ubicua y psicrotrófica, que puede sobrevivir en ambientes con baja a_w (0,90) (Nolan *et al.*, 1992).

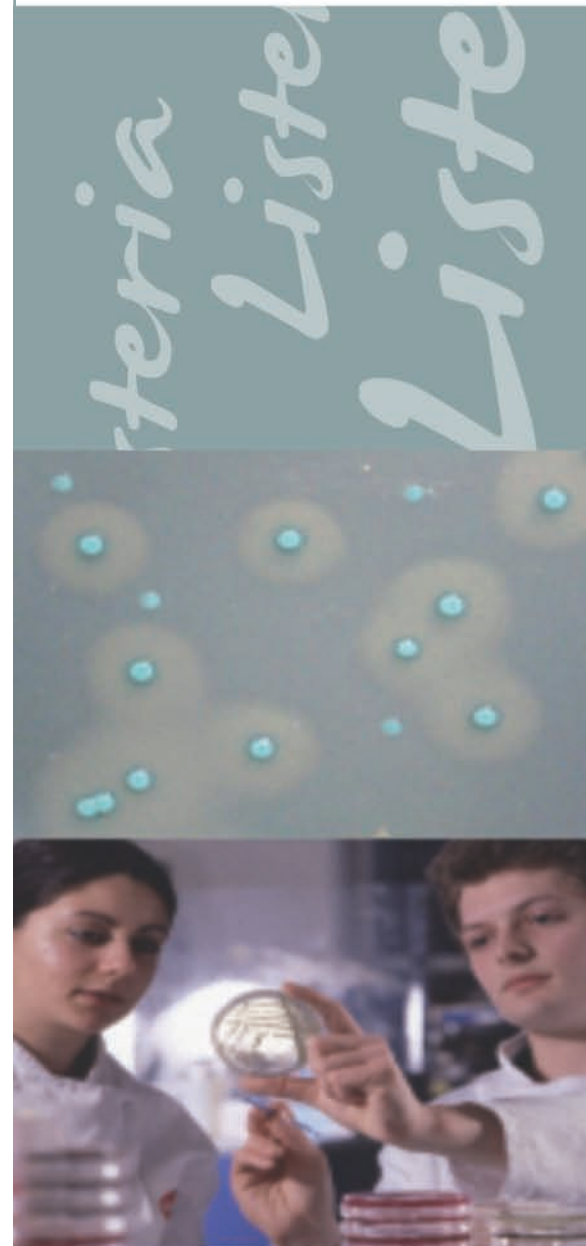
La importancia de este patógeno relacionado con la ingesta de alimentos contaminados recae más en la severidad y gravedad de la enfermedad que causa, la listeriosis, que por el número de casos que se llegan a conocer. Durante el 2008 en la Unión Europea se reportaron 1.381 casos confirmados de listeriosis, de los cuales se registró alrededor de un 20% de mortalidad (EFSA, 2010). Un gran número de casos de listeriosis tienen su origen en el consumo de productos cárnicos listos para el consumo (Warriner y Namvar, 2009).

Basándose en la mortalidad asociada a este patógeno, algunos países como los Estados Unidos aplican una política de tolerancia cero (*i.e.* ausencia en 25g). Según la regulación americana, los productores de alimentos listos para el consumo tienen diferentes alternativas a seguir: aplicación de tratamientos post-ensado para reducir o eliminar el patógeno y/o uso de agentes antimicrobianos o procesos para inhibir el crecimiento de *L. monocytogenes* durante la vida útil del producto (FSIS, 2003). Estos procesos se pueden aplicar individualmente o combinados, y, además, pueden actuar conjuntamente (aditiva o sinérgicamente) con las características propias del jamón curado, de acuerdo con la teoría de obstáculos (FSIS, 2003; Leistner, 1978).

En los últimos años ha crecido el interés por el uso de bacteriocinas como una estrategia bioconservante debido a la creciente demanda, por parte de los consumidores, de productos seguros y listos para el consumo con una menor canti-

dad de aditivos (Gálvez *et al.*, 2007). La nisina es una bacteriocina producida por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, que presenta una actividad antibacteriana de amplio espectro, principalmente contra bacterias Gram-positivas. En Europa se permite su uso en alimentos como semolina, tapioca y quesos blandos (MSC, 2002), en Estados Unidos como componente del recubrimiento de productos cárnicos (FSIS/USDA, 2001), y en Australia y Nueva Zelanda como aditivo conservador en productos cárnicos en general (FSANZ, 2007). Así, esta sustancia antimicrobiana se puede aplicar a los alimentos de diferente manera: inoculando el cultivo bacteriano productor de la nisina, añadiéndola directamente a la masa cárnica, aplicándola directa o indirectamente (incorporada en sistemas de envasado) sobre la superficie del producto. Esta última, constituye un concepto innovador conocido como envasado activo y también está contemplado en las recomendaciones de la administración americana para el control de *L. monocytogenes* en productos cárnicos listos para el consumo (FSIS, 2006). Se ha demostrado la efectividad de la nisina frente a *L. monocytogenes* en carne fresca, productos fermentados y cocidos como frankfurts y jamón (Aymerich *et al.*, 2005; Degnan *et al.*, 1992; Hugas *et al.*, 1995; Nielsen *et al.*, 1990), pero hay pocos estudios en relación al jamón curado.

Por otra parte, las altas presiones hidrostáticas (APH) son una tecnología no térmica que contribuye a aumentar la seguridad de los alimentos y también su vida útil, especialmente en productos con características nutricionales, sensoriales y/o funcionales termosensibles (Aymerich *et al.*, 2005).



Rapid Culture Method

Listeria
Precis™

Tabla 1. Caracterización físico-química de los dos tipos de jamón curado estudiados

	Producto A (jamón curado de cerdo blanco)		Producto B (jamón curado de cerdo ibérico)	
	media	DE	media	DE
a_w	0,92	0,01	0,88	0,00
pH	5,91	0,04	5,84	0,16
NaCl (%)	5,08	0,24	6,87	2,61
Humedad (%)	43,42	4,20	34,61	0,97
Proteína (%)	32,44	2,60	25,23	1,51
Grasa (%)	14,25	0,67	33,26	2,57

La tecnología por APH se considera particularmente interesante como tratamiento listericida post-ensado para productos cárnicos listos para el consumo, y así lo reconocen organismos internacionales como el *Codex Alimentarius* (CAC, 2007) o la administración americana (HHS, 2008). Sin embargo, la eficacia de las APH puede variar dependiendo, entre otros factores, de la composición del producto. Así por ejemplo, se conoce que valores bajos de a_w y/o altos contenidos en solutos ejercen un efecto baroprotector y por tanto se reduce la inactivación bacteriana inducida por las APH (Patterson, 2005).

El estudio que se presenta tiene como objetivo evaluar el efecto combinado de la bioconservación y el tratamiento por APH frente a *L. monocytogenes* en jamón curado loncheado y envasado al vacío durante su conservación.

Materiales y métodos

Producto

Se utilizaron 2 tipos de jamones curados comerciales loncheados y envasados al vacío. El jamón A de cerdo blanco y el B de cerdo ibérico, con un periodo de secado y madurado más corto y más largo, respectivamente.

Preparación de las muestras y tratamiento por altas presiones hidrostáticas

Las lonchas de jamón curado (25-27 g) se inocularon con un cultivo (en fase estacionaria) de *L. monocytogenes* CTC1034 a un nivel de 10^7 ufc/g. Se prepararon 3 lotes diferentes por cada tipo de jamón:

- Lote Control: sin la adición de nisina.

- Lote Film: Se prepararon films de polivinil alcohol (PVOH) con nisina (Larbus, SA) incorporada, a razón de 200 UA/cm², y se colocaron sobre las lonchas de jamón.

- Lote Nisina: Se aplicó una solución de nisina, 200 UA/cm², directamente sobre la superficie de las lonchas de jamón.

Cada una de las lonchas de cada lote, se dobló sobre sí misma y se envasó al vacío. La mitad de las muestras de cada lote se presurizaron a 600 MPa (durante 5 min a 15°C) con un equipo NC Hyperbaric modelo 6000/120, y todas se almacenaron en refrigeración a 8°C durante 2 meses.

Análisis físico-químicos y microbiológicos

La caracterización físico-química de los productos utilizados se realizó por triplicado, tomando medidas de a_w , pH, y determinando el contenido de grasa, proteína, humedad y NaCl mediante un sistema de espectrofotometría de infrarrojo cercano (Anderson, 2007).

Las muestras presurizadas y no presurizadas de cada lote se analizaron, al menos por duplicado, el día 0, antes y después del tratamiento por APH, y los días 5, 13, 31 y 61 durante el almacenamiento. Los recuentos de *L. monocytogenes* se realizaron en Chromogenic Listeria Agar (CLA, Oxoid). Para determinar la presencia/ausencia del patógeno en muestras con recuentos esperados por debajo del límite de detección (<4 ufc/g), se hicieron enriquecimientos en TSBYE durante 48 h a 37°C, para posteriormente realizar estrías en CLA. Las colonias típicas se confirmaron mediante PCR convencional (Aymereich *et al.*, 2005).

Resultados

Características físico-químicas

Los resultados de la caracterización físico-química de los dos tipos de jamón curado utilizados en este estudio se muestran en la **tabla 1**. Se confirmó la diferencia significativa del valor de a_w , humedad, proteína y grasa debido a la diferente duración del proceso de producción y al tipo de materia prima (*i.e.* cerdo blanco y cerdo ibérico, más magro y graso respectivamente). Contrariamente, los valores de pH y NaCl fueron similares.

Comportamiento de *L. monocytogenes* durante el almacenamiento en refrigeración del jamón curado con o sin nisina

La **figura 1** muestra los recuentos de *L. monocytogenes* en los diferentes lotes de jamón curado loncheado a lo largo del almacenamiento en refrigeración (61 días a 8°C). Los resultados obtenidos para las muestras control, sin bioconservación (lote C), confirmaron que el jamón curado no permite el crecimiento de *L. monocytogenes*, incluso cuando presenta unos valores de a_w relativamente elevados ($=0,92$). Aunque se observó una cierta disminución de los niveles del patógeno en los 5 primeros días, la reducción en los recuentos de *L. monocytogenes* durante los 2 meses de estudio no fue estadísticamente significativa.

La presencia de nisina en las muestras de jamón curado ejerció una acción bactericida sobre *L. monocytogenes*,

siendo diferente ($p<0,05$) el efecto inmediato y el observado durante el almacenamiento según el tipo de aplicación. La aplicación de nisina directamente sobre la superficie de la loncha (lote N) causó una reducción inmediata en el recuento de *L. monocytogenes*, siendo más importante en el jamón B (1,24 Logs) que en el jamón A (0,80 Logs). En general, durante el almacenamiento de los lotes N de ambos jamones, se observó una reducción significativa ($p<0,05$) del orden de 3 unidades logarítmicas. Esta reducción fue más pronunciada durante los primeros 15 días en el jamón B, lo que sugiere una influencia del tipo de producto en el efecto bioconservante de la nisina. Así la baja a_w actuaría como un factor adicional contra la supervivencia de *L. monocytogenes*.

Cuando la misma concentración de bacteriocina (200 UA/cm²) se aplicó incorporada a films de PVOH (lote F), se observó también un efecto de reducción del recuento de *L. monocytogenes* hasta el final del almacenamiento ($p<0,05$) en comparación a lo observado en

PRODUCTIVIDAD - FIABILIDAD - RENTABILIDAD



PULIDORA PARA MAGRO



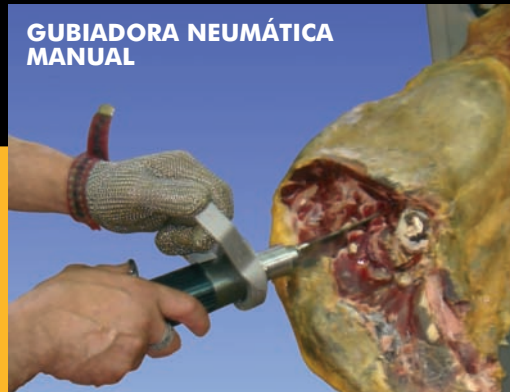
DESHUESADORA DE PALETAS



CUCHILLO NEUMÁTICO



DESHUESADORA DE JAMONES



GUBIADORA NEUMÁTICA MANUAL



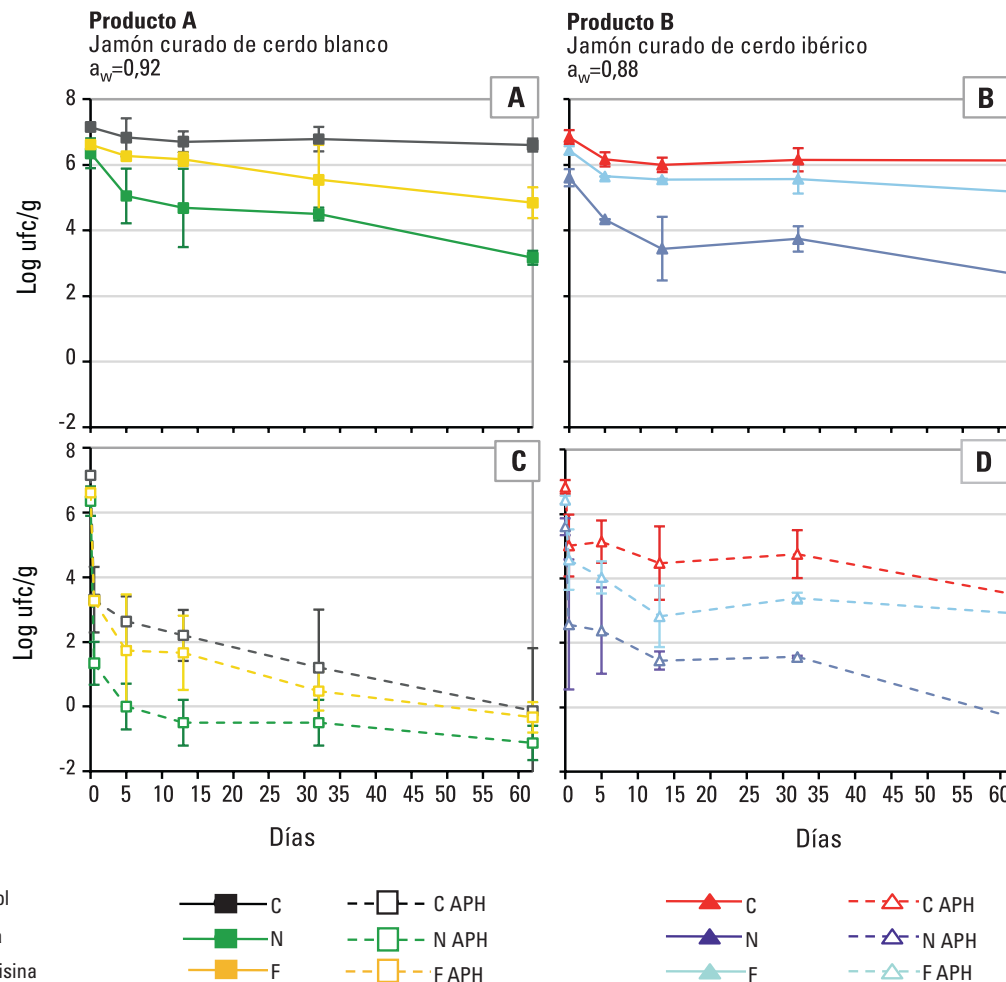
DESCORTEZADORA DE JAMONES



CRUELLS talleres SL Pere Llosas 4
E-17800 OLOT (Girona) SPAIN
 Tel. +34 972 260 531 • Fax +34 972 266 154
 e-mail: cruells@cruells.net

www.cruells.net

Figura 1. Comportamiento de *L. monocytogenes* en dos tipos de jamón curado durante el almacenamiento a 8°C, en función del modo de aplicación de nisina (200 UA/cm²) y alta presión hidrostática (APH, 600 MPa, 5 min, 15°C)



Lotes C: control sin nisina; Lotes N: nisina aplicada directamente sobre la superficie de la loncha; Lotes F: nisina en envasado activo (films de polivinil alcohol)

el lote control. Sin embargo, la reducción de los recuentos del patógeno fue cuantitativamente menor y de forma más gradual que la obtenida con aplicación directa de nisina (lotes N). Cabe mencionar, en este caso, que el tipo de jamón no tuvo influencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) en el comportamiento de *L. monocytogenes*.

Así, los resultados que se presentan en este estudio demuestran que la nisina, aplicada de una u otra forma, constituye una estrategia antimicrobiana efectiva para mejorar la seguridad del jamón curado loncheado y envasado al vacío, tal y como establecen las alternativas propuestas por la USDA-Food Safety Inspection Service (FSIS, 2006).

Efecto de las altas presiones hidrostáticas en combinación con la aplicación de bioconservación

Inactivación inmediata

El tratamiento por APH (600 MPa 5 min a 15°C) provocó una reducción inmediata de *L. monocytogenes* en todos los lotes (**figura 2**) y la magnitud del efecto fue significativamente diferente ($p < 0,05$) según el tipo de jamón curado, siendo en el jamón A, con una a_w más alta, donde se observaron mayores reducciones. Estos resultados están de acuerdo con el hecho de que la resistencia de los microorganismos frente a la APH aumenta cuando la a_w del medio dis-

minuye (Cheftel y Culioli, 1997). El contenido graso fue una característica diferencial entre ambos tipos de jamón curado estudiados pero, según la bibliografía, no está claro aún si un alto contenido en grasas también podría ejercer un efecto protector sobre las células de *L. monocytogenes* durante el tratamiento por APH.

La presencia de nisina en el jamón incrementó la inactivación inducida por las APH, sobre todo cuando esta bacteriocina se aplicó directamente sobre la superficie del jamón (lote N), ya que la inactivación alcanzada por la combinación de tratamientos fue superior que la suma teórica de las inactivaciones obtenidas con cada tratamiento por separado. Contrariamente, este efecto aditivo no se observó cuando se aplicó la nisina mediante el envasado activo (lote F), ya que la inactivación observada fue similar a la obtenida en los lotes control.

Desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, considerando la tolerancia cero exigida por la admi-

nistración americana, una medida de control listericida debería destruir las células viables de *L. monocytogenes* hasta un nivel inferior a 0,04 ufc/g (ausencia en 25g). Este nivel, dentro de los nuevos conceptos utilizados en el ámbito de la gestión global de la seguridad alimentaria (Gorris, 2005; ICMSF, 2002), equivaldría a un Objetivo de Seguridad Alimentaria (*Food Safety Objective*, FSO) de -1,39 Log ufc/g (Buchanan y Appel, 2010; Hoz *et al.*, 2008). Teniendo en cuenta que *L. monocytogenes* no es capaz de crecer en el jamón curado, una reducción de 2,39 reducciones logarítmicas constituirían el objetivo de funcionamiento de un tratamiento listericida para jamón curado compatible con el mencionado FSO. Según los resultados del presente trabajo, el tratamiento a 600 MPa (durante 5 min) permitiría alcanzar dicho objetivo en el producto de aw más elevada (0,92; Producto A, de cerdo blanco). Sin embargo, en el producto “baroprotector” ($a_w=0,88$; producto B, de cerdo ibérico), el procesado por altas

MAQUINARIA PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



**TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN
Y EXPERIENCIA
PARA SU INDUSTRIA**



PESADO CLASIFICADO, UNIFICADO Y FORMADO DE LOTE




LÍNEA PARA ELABORAR JAMÓN Y PALETA CURADA




LÍNEA MANTECA



MACERACIÓN



SISTEMAS DE LIMPIEZA



CONFORMADO Y PRENSADO DE JAMONES Y CARNES, ENTERO, CORTE A TACOS, LONCHEADO





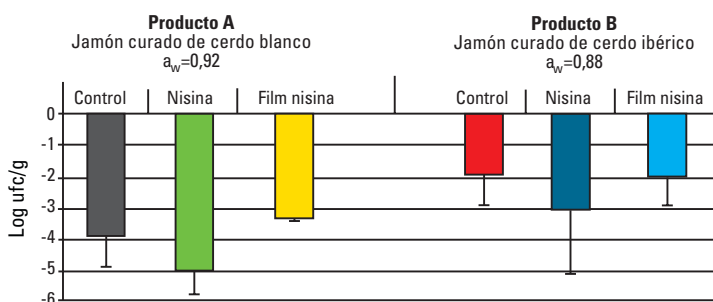






INDUSTRIES FAC S.L
 C/ Ripoll, 22-24 - 17430 STA.COLOMA DE FARNERS - (Girona)
 Tel.: 34 972 84 20 65 fax: 972 84 27 42 - www.industriasfac.com - e-mail: info@industriasfac.com

Figura 2. Inactivación inmediata (reducciones logarítmicas) de *L. monocytogenes* tras el tratamiento de alta presión hidrostática (600 MPa, 5 min, 15°C) en función del tipo de jamón curado y de la aplicación de bioconservación (200 UA/cm² nisina, directamente sobre la superficie de la loncha o mediante envasado activo)



presiones no sería suficiente y sería necesario su combinación con nisina directamente aplicada en la superficie para conseguir las 2,39 reducciones logarítmicas requeridas.

Efecto durante el almacenamiento (8°C)

Las figuras 1C y 1D muestran la evolución de los recuentos de *L. monocytogenes* durante el almacenamiento de los dos tipos de jamón curado presurizados. En general, el comportamiento de *L. monocytogenes* después del tratamiento de presurización estuvo condicionado por el tipo de jamón curado así como por la presencia y el modo de aplicación de nisina.

En el jamón A (cerdo blanco; $a_w=0,92$), los recuentos de *L. monocytogenes* del lote control (C) presurizado disminuyeron significativamente un total de 3,5 Logs siguiendo una tendencia lineal. En el jamón B (cerdo ibérico; $a_w=0,88$), en cambio, los niveles del patógeno después del tratamiento de APH se mantuvieron constantes, sin cambios significativos ($p>0,05$) hasta el final del estudio.

Las reducciones de los recuentos de *L. monocytogenes* observadas en las muestras con nisina aplicada directamente sobre el producto (lotes N) fueron muy su-

periores, especialmente en el jamón A, consiguiendo ausencia del patógeno en 25 g en algunas muestras ya en el día 5 de almacenamiento. En el jamón B no se confirmó la ausencia hasta los 61 días.

El efecto de la nisina aplicada en films (lote F) fue menor que cuando se aplicó directamente, pero superior que en lote control, aunque no se pudo confirmar la significación estadística debido a la gran variabilidad de los resultados obtenidos a lo largo del almacenamiento.

Estos resultados concluyen que los tratamientos por APH, como tratamiento post-procesado anti-listeria, son más efectivos (tanto inmediatamente como a largo plazo) que la

aplicación de nisina, sin embargo la combinación de estos obstáculos antimicrobianos (APH y bioconservación) pueden contribuir de forma notable al control de *L. monocytogenes* en el jamón curado listo para el consumo.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por los proyectos de investigación RTA2007-00032 y CSD2007-00016. Las autoras agradecen el soporte técnico de Sandra Casellas en el desarrollo de los experimentos. Anna Hereu agradece al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) la beca de formación de investigadores concedida para la realización de la tesis doctoral.

Bibliografía

- Anderson, S. 2007. Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS FoodScan™ Near Infrared Spectrophotometer with Foss artificial neural network calibration model and associated database: collaborative study. *Journal of the AOAC International* 90: 1073-1083.
- Arnau, J. 2004. Ham production. Dry-cured ham. En: W. K. Jensen, et al. (Eds.), *Encyclopedia of Meat Sciences* (pp. 557-562). Oxford: Elsevier.
- Aymerich, M. T., Jofré, A., Garriga, M. y Hugas, M. 2005. Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* by natural antimicrobials and high hydrostatic pressure in sliced cooked ham. *Journal of Food Protection* 68: 173-177.
- Buchanan, R. L. y Appel, B. 2010. Combining analysis tools and mathematical modeling to enhance and

La combinación de altas presiones hidrostáticas y bioconservación pueden contribuir de forma notable al control de Listeria monocytogenes en el jamón curado listo para consumo

- harmonize food safety and food defense regulatory requirements. *International Journal of Food Microbiology* 139: S48-S56.
- **CAC (Codex Alimentarius Commission)**. 2007. Guidelines on the application of general principles of food hygiene to the control of *Listeria monocytogenes* in foods. CAC/GL 61-2007. *Codex Alimentarius*, 1-28.
 - http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10740/CXG_061e.pdf
 - **Cheftel, J. C. y Culioli, J.** 1997. Effects of high pressure on meat: a review. *Meat Science* 46: 211-236.
 - **Degnan, A. J., Yousef, A. E. y Luchansky, J. B.** 1992. Use of *Pediococcus acidilactici* to control *Listeria monocytogenes* in temperature-abused vacuum-packaged wieners. *Journal of Food Protection* 55: 98-103.
 - **EFSA (European Food Safety Authority)**. 2010. The Community Summary Report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in the European Union in 2008. *The EFSA Journal* 1496: 1-288.
 - **FPI y FSIS (Food Processors Institute y Food Safety and Inspection Service)**. 2005. *Principles of preservation of shelf-stable dried meat products*. 156-170. <http://www.meathaccp.wisc.edu/validation/assets/Principles%20for%20preservation.pdf>
 - **FSANZ (Food Standards Australia New Zealand)**. 2007. Application A565 -Nisin- extension of use as a Food Additive. *Final Assessment Report*.
 - **FSIS (Food Safety and Inspection Service)**. 2003. 9 CFR Part 430: Control of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat meat and poultry products. *Federal Register* 68: 34208-34254.
 - **FSIS (Food Safety and Inspection Service)**. 2006. Compliance guidelines to control *Listeria monocytogenes* in post-lethality exposed ready-to-eat meat and poultry products. http://www.fsis.usda.gov/oppde/rdad/FRPubs/07-013F/LM_Rule_Compliance_Guidelines_May_2006.pdf
 - **FSIS/USDA (Food Safety and Inspection Service/United States Department of Agriculture)**. 2001. Agency Response Letter GRAS Notice No. GRN 000065 [Nisin].
 - **Gálvez, A., Abriouel, H., López, R. L. y Omar, N. B.** 2007. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology* 120: 51-70.
 - **Gorris, L. G. M.** 2005. Food safety objective: An integral part of food chain management. *Food Control* 16: 801-809.
 - **HHS (Health and Human Services)**. 2008. Guidance for industry: control of *Listeria monocytogenes* in refrigerated or frozen ready-to-eat foods. *Center of Food Safety and Applied Nutrition*. <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/FoodProcessingHACCP/ucm073110.htm>
 - **Hoz, L., Cambero, M. I., Cabeza, M. C., Herrero, A. M. y Ordóñez, J. A.** 2008. Elimination of *Listeria monocytogenes* from vacuum-packed dry-cured ham by e-beam radiation. *Journal of Food Protection* 71: 2001-2006.
 - **Hugas, M., Garriga, M., Aymerich, M. T. y Monfort, J. M.** 1995. Inhibition of *Listeria* in dry fermented sausages by the bacteriocinogenic *Lactobacillus sake* CTC494. *Journal of Applied Bacteriology* 79: 322-330.
 - **ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods)**. 2002. Microbial testing in food safety management. En: T. A. Roberts, *et al.* (Eds.), *Microorganisms in food*. 5 (pp. 362). New York, USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
 - **Leistner, L.** 1978. Hurdle effect and energy saving. En: W. K. Downey (Eds.), *Food Quality and nutrition* (pp. 553-557). London: Applied Science.
 - **MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)**. 2008. Real Decreto 1079/2008, de 27 de junio, por el que se regula el marcado de los jamones y paletas y los periodos de elaboración para la utilización de determinadas menciones en el etiquetado. *BOE núm.* 169, 30786-30787.
 - **MSC (Ministerio de Sanidad y Consumo)**. 2002. Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. *BOE núm.* 44, 6756-6799.
 - **Nielsen, J. W., Dickson, J. S. y Crouse, J. D.** 1990. Use of a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* To Inhibit *Listeria monocytogenes* associated with fresh meat. *Applied and Environmental Microbiology* 56: 2142-2145.
 - **Nolan, D. A., Chamblin, D. C. y Troller, J. A.** 1992. Minimal water activity levels for growth and survival of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua*. *International Journal of Food Microbiology* 16: 323-335.
 - **Patterson, M. F.** 2005. Microbiology of pressure-treated foods. *Journal of Applied Microbiology* 98: 1400-1409.
 - **Vorst, K. L., Todd, E. C. D. y Ryser, E. T.** 2006. Transfer of *Listeria monocytogenes* during mechanical slicing of turkey breast, bologna, and salami. *Journal of Food Protection* 69: 619-626.
 - **Warriner, K. y Namvar, A.** 2009. What is the hysteria with *Listeria*? *Trends in Food Science & Technology* 20: 245-254. ■