

Efecto del índice de proteólisis sobre la textura del jamón crudo curado

J. Ruiz-Ramírez¹, X. Serra², P. Gou², J. Arnau²

La Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción e Industria Animal, Maracaibo, Venezuela.

Effect of proteolysis index on texture of dry-cured ham

ABSTRACT. The objective of this study was to determine the effect of proteolysis index on the relationship between water content and hardness in the interior of dry-cured hams. To obtain different degrees of proteolysis 18 hams from two pH groups (high: 6.2 to 6.8 and low: 5.5 to 5.7) and three added NaCl levels (2%, 5% and 8%) were used. The pH was measured in *semimembranosus* muscle at 24 h *postmortem* (pH_{SM24}). The *biceps femoris* muscle was excised from dry-cured hams at the end of the process. Thereafter nine samples were shaped into parallelepipeds of 4×2×2 cm and dried to different levels of moisture content covering the range from 30.6 to 58.2%. The rest of the muscle was ground and vacuum packed until its subsequent physicochemical analysis. At the end of drying period, a Texture Profile Analysis was carried out to determine textural parameters of the samples. The hardness of *biceps femoris* muscle of dry-cured hams diminished when the IP increased. The cohesiveness diminished with decreasing proteolysis index. The differences in cohesiveness by effect of proteolysis index were more important at high moisture contents similar to those existing inside of dry-cured ham during ageing. The reduction of added NaCl level in the production of dry-cured ham, especially in hams with low pH_{SM24}, causes a higher proteolysis index in the final product. Dry-cured ham samples with higher proteolysis index showed lower hardness and higher cohesiveness, and can be associated with an unwanted pasty and / or soft texture.

Key words: Dry-cured ham, water content, NaCl content, pH, proteolysis index, hardness.

© 2006 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. Vol. 14 (2): 62-64

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del índice de proteólisis sobre la relación entre el contenido de agua y la dureza en el interior de jamones crudos curados. Para obtener diferentes grados de proteólisis se utilizaron 18 pernils con 2 niveles de pH (alto: de 6,2 hasta 6,8 y bajo: de 5,5 hasta 5,7) y tres niveles de NaCl añadido (2%, 5% y 8%). El pH fue medido en el músculo *semimembranosus* (SM) a las 24 h *postmortem* (pH_{SM24}). Del músculo *biceps femoris* de cada jamón crudo curado se obtuvieron 9 trozos de 4x2x2 cm. Los trozos fueron secados hasta alcanzar niveles de secado desde 30,6% hasta 58,2% de humedad. El resto del músculo fue picado y envasado al vacío hasta su posterior análisis fisicoquímico. Al final del periodo de secado, se realizó un perfil de textura instrumental sobre las muestras secadas. La dureza del músculo *biceps femoris* de jamones crudos curados disminuyó cuando el índice de proteólisis se incrementó. La cohesividad disminuyó cuando disminuyó el índice de proteólisis, siendo las diferencias en cohesividad por efecto del índice de proteólisis más importantes a valores más altos de humedad que son los que existen en el interior del jamón curado durante el procesado. La reducción del nivel de NaCl añadido en la elaboración del jamón crudo curado, especialmente en pernils con pH_{SM24} bajo, provoca un mayor índice de proteólisis en el producto final. Las muestras de jamones crudos curados con mayor índice de proteólisis presentan menor dureza y mayor cohesividad y puede asociarse a una textura blanda y/o pastosa indeseable.

Palabras clave: jamón crudo curado, contenido de agua, contenido de NaCl, pH, índice de proteólisis, dureza.

Introducción

La textura final de los productos cárnicos crudos-curados está fuertemente influenciada por el contenido de agua de los mismos (Serra y col., 2005; Ruiz-Ramírez y col., 2005a, 2005b). Por otro lado, la actividad proteolítica en los productos cárnicos afecta a la textura final y depende, entre

otros factores, del contenido de NaCl, de la temperatura y del pH de la materia prima (Arnau y col., 1992). El presente trabajo forma parte de un estudio realizado sobre el efecto de la materia prima y el nivel de salado sobre el grado de proteólisis y la textura del jamón curado. En dicho estudio se ha puesto de manifiesto el efecto del pH y del contenido de sal sobre el grado de proteólisis, especialmente en la

Recibido Diciembre 18, 2005. Aceptado Mayo 23, 2006.

¹La Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción e Industria Animal, Maracaibo, Venezuela.

²Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Unitat de Tecnologia de Processos. Centre de Tecnologia de la Carn. Granja Camps i Armet, E-17121 Monells, España.

zona interna del jamón (*m. biceps femoris*). También se demostró un efecto del grado de proteólisis sobre la relación entre la textura y el contenido de agua (Ruiz-Ramírez y col. 2006). Sin embargo, en ese estudio se obtuvieron relaciones globales entre humedad y textura en función del grado de proteólisis, independientemente de si se trataba de un músculo interno o externo (*biceps femoris* o *semimembranosus*). Debido a que los parámetros que afectan a la textura, principalmente el contenido de agua y el grado de proteólisis, varían significativamente en función de la zona del jamón, los modelos matemáticos obtenidos, si bien son aplicables a los diferentes músculos del jamón, pueden no ser los más apropiados para la zona interna del jamón, que es la que presenta mayores problemas de texturas blandas y pastosas relacionadas con una excesiva proteólisis. El objetivo del presente trabajo es el estudio de la textura en función de la proteólisis específicamente para el músculo *biceps femoris*.

Materiales y Métodos

Para obtener diferentes grados de proteólisis se utilizaron 18 pernils con 2 niveles de pH (alto: de 6,2 hasta 6,8 y bajo: de 5,5 hasta 5,7) y tres niveles de NaCl añadido (2%, 5% y 8%). El pH fue medido en el músculo *semimembranosus* (SM) a las 24 h *postmortem* ($\text{pH}_{\text{SM}24}$). Los jamones fueron procesados de forma tradicional en el Centre de Tecnologia de la Carn del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) durante 289 días hasta obtener una merma del $33 \pm 4\%$. Del músculo *biceps femoris* (BF) de cada jamón crudo curado se obtuvieron 9 trozos de $4 \times 2 \times 2$ cm. Sobre el resto del músculo se determinaron las concentraciones de nitrógeno no proteico (NNP), previa precipitación de proteínas con ácido tricloroacético (Gáspár, 1984), y nitrógeno total (NT) por el método Kjeldahl y cloruros (Berman, 1976). El índice de proteólisis (IP) se calculó como la relación (NNP/NT) $\cdot 100$. Los trozos fueron

secados a 3 ± 2 °C hasta alcanzar niveles de secado comprendidos entre 30,6% y 58,2% de humedad. Posteriormente fueron envasados individualmente en atmósfera de N_2 y almacenados a 2 ± 1 °C durante un período mínimo de 30 días, con el fin de equilibrar el contenido de agua en la muestra. Se realizó un perfil de textura instrumental (TPA) sobre paralelepípedos de $1 \times 1 \times 1$ cm (50% de compresión y 1 mm/s de velocidad de cruceta). Se registró la dureza (kg) y la cohesividad. Posteriormente, se determinó el valor de X (expresado como kg de agua/kg de materia seca) (AOAC 1990). La relación entre dureza y X se ajustó a un modelo no lineal ($Y = a \cdot e^{-b \cdot X + c \cdot \text{IP} + d \cdot \text{IP} \cdot X}$) mientras que la relación entre X y cohesividad se ajustó a un modelo cuadrático ($Y = a + b \cdot X + c \cdot X^2 + d \cdot \text{IP} + e \cdot \text{IP} \cdot X + f \cdot \text{IP} \cdot X^2$).

Resultados y Discusión

En la Figura 1 se muestra la dureza y la cohesividad estimadas para la amplitud de X experimental. Los parámetros estimados del modelo, la desviación estándar residual (RMSE) y los coeficientes de determinación ajustados se muestran en el Cuadro 1. Como era de esperar estos modelos presentan menor desviación estándar residual que los obtenidos por Ruiz-Ramírez y col. (2006), ya que son específicos para el músculo *biceps femoris*.

La dureza disminuyó cuando el IP se incrementó, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Virgili *et al.* (1995). Un aumento del IP sobre la superficie del jamón crudo curado podría ser útil para reducir el desarrollo de la costra. Sin embargo, debido a la baja cantidad de agua sobre la superficie, se espera que el IP superficial pueda ser más afectado por la actividad proteolítica de los microorganismos (Rodríguez *et al.*, 1998) que por la actividad de las proteasas musculares. Para obtener una dureza similar, los jamones con alto IP necesitarían un menor contenido de agua y por tanto mayor secado.

La cohesividad disminuye cuando disminuye el IP, siendo las diferencias en cohesividad por efecto del IP más importantes a valores de X más altos, que son los que exis-

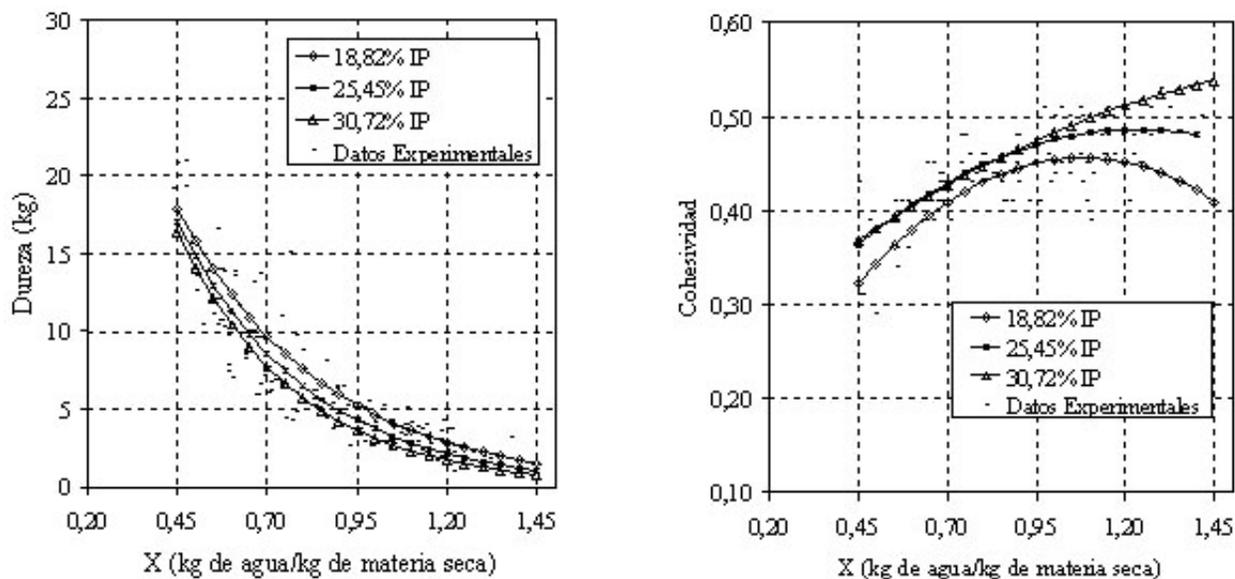


Figura 1. Relaciones de la dureza y la cohesividad con X según el IP en músculo BF de jamones crudos curados.

Cuadro 1. Medias (\pm D.E) del contenido de NaCl e IP en músculo BF de jamones crudos curados

Y	a	b	c	d	e	f	R ²	RMSE
Dureza (kg)	42,30	-1,59	0,01	-0,05	-	-	0,86	1,75
Cohesividad	-0,21	1,35	-0,73	0,01	-0,03	0,02	0,59	0,03

a,b,c,d,e y f parámetros de los modelos; R² coeficiente de determinación ajustado; RMSE desviación estándar residual.

ten en el interior del jamón curado durante el procesado.

El Cuadro 2 muestra el efecto del pH_{SM24} y de la cantidad de NaCl añadida sobre el valor de X, el contenido de NaCl y el IP en músculo BF de jamones crudos curados al final del proceso.

El valor de X fue mayor en músculos BF de aquellos jamones crudos curados con 2% de sal añadida. El IP fue afectado por el pH_{SM24}, presentando las muestras provenientes de jamones con pH bajo mayor IP que aquellas de jamo-

nes con pH alto, lo cual coincide con los resultados descritos por Ruiz-Ramírez *et al.* (2006) en músculo *semimembranosus*. El mayor IP puede ser debido quizás a que un pH bajo favorece la actividad de las catepsinas (O'Halloran *et al.*, 1997) y éstas mantienen un cierto nivel de actividad durante todo el proceso de fabricación de los jamones crudos curados (Toldrá y Etherington, 1988).

Cuadro 2. Medias (\pm D.E) del contenido de NaCl e IP en el músculo BF de jamones crudos curados

Variables	pH _{SM24}		Cantidad de NaCl añadida		
	Bajo	Alto	2%	5%	8%
X	1,56 \pm 0,16	1,60 \pm 0,12	1,75 \pm 0,09 ^a	1,54 \pm 0,06 ^b	1,46 \pm 0,04 ^b
*NaCl	15,6 \pm 4,3 ^b	16,6 \pm 4,6 ^a	10,4 \pm 0,6 ^c	17,9 \pm 0,5 ^b	20,0 \pm 1,7 ^a
IP	27,6 \pm 1,8 ^a	23,3 \pm 3,3 ^b	27,8 \pm 2,8 ^a	24,6 \pm 3,2 ^b	23,9 \pm 3,4 ^b

Medias con distintos superíndices dentro de pH_{SM24} o cantidad de NaCl añadida son significativamente diferentes P<0,05;

*Expresado como porcentaje en base seca. IP: 100 \times (NNP/NT).

Conclusiones

La reducción del nivel de NaCl añadido en la elaboración del jamón crudo curado, especialmente en perniles con pH_{SM24} bajo, provoca un mayor índice de proteólisis en el músculo *biceps femoris* del producto final.

Las muestras de músculo *biceps femoris* de jamones crudos curados con mayor índice de proteólisis presentan menor dureza y mayor cohesividad, especialmente a valores de X elevados, lo cual puede asociarse a problemas de textura blanda y/o pastosa.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Proyecto AGL2003-04612). Asimismo, se agradece al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela (FONACIT) por el cofinanciamiento de los estudios de Doctorado de J. Ruiz-Ramírez.

Literatura Citada

- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemistry. 15th Ed, Arlington, Virginia-USA. Pp. 931-935.
- Arnau, J., L. Guerrero, E. Maneja, y P. Gou. 1992. Effect of pH and genetics on texture characteristics of dry-cured ham. 38th ICoMST. Pp. 229-232.

- Berman, N. C. 1976. Automated system for sodium nitrite, sodium nitrate and sodium chloride in meat products. 7th Technicon International Congress. New York-USA.
- Gáspár, L. (1984). General laboratory methods. In I. Kerese, Methods of protein analysis. (pp. 30-86). Chichester: Ellis Horwood Ltd.
- O'Halloran, G. R., D. J. Troy, D. J. Buckley, y W. J. Reville. 1997. The role of endogenous proteases in the tenderisation of fast glycolising muscle. Meat Science. 47: 187-210.
- Rodríguez, M., F. Nuñez, J. Córdoba, M. Bermúdez, y M. Asensio. 1998. Evaluation of proteolytic activity of microorganisms isolated from dry-cured ham. J. Applied Microbiology. 85: 905-912.
- Ruiz-Ramírez, J., Serra, X., Arnau, J. y Gou, P. 2005a. Profiles of water content, water activity and texture in crusted dry-cured loin and in non crusted dry-cured loin. Meat Science, 69: 519-525.
- Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Serra, X. y Gou, P. 2005b. Relationship between water content, NaCl content, pH and texture parameters in dry-cured muscles. Meat Science, 70: 579-587.
- Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Serra, X. y Gou, P. 2006. Effect of pH24, NaCl content and proteolysis index on the relationship between water and texture parameters in *biceps femoris* and *semimembranosus* muscles in dry-cured ham. Meat Science, 72: 185-194.
- Serra, X., Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J. y Gou, P. 2005. Texture parameters of dry-cured ham m. *biceps femoris* samples dried at different levels as a function of water activity and water content. Meat Science, 69: 249-254.
- Toldrá, F. y D. Etherington. 1988. Examination of cathepsins B, D, H and L activities in dry-cured hams. Meat Science. 23: 1-7.
- Virgili, R., G. Parolari, C. Schivazappa, C. Bordini y M. Bori. 1995. Sensory and texture quality of dry-cured ham as affected by endogenous cathepsin B activity and muscle composition. J. Food Sci. 60: 1183-1186.