EVOLUCIÓN POST-MORTEM DE LA TERNEZA DE CARNE DE TERNERA ECOLÓGICA FRENTE A CONVENCIONAL Y ESTUDIO PRELIMINAR DEL PERFIL PROTEOLÍTICO DURANTE LA MADURACIÓN

López, A.[1], García-Torres, S.[1], Tejerina, D.[1], Prior, E.[1], Cabeza de Vaca, M.[1], Fernández-Suárez, V.[2] y Oliván M.[2]
[1]Centro de Inves. Finca "La Orden-Valdesequera". Dpto. Prod. Animal. 06187-Guadajira (Badajoz)
[2]SERIDA. Área de Sistemas de Prod. Animal. Ctra Oviedo s/n, 33300-Villaviciosa (Asturias)
Email: dologa19@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

De todos los atributos de textura, la terneza ha sido considerada como el principal factor de calidad de los productos cárnicos (Chrystall, 1994). Dicho atributo está influenciado tanto por factores intrínsecos como extrínsecos. Dentro de estos últimos, la alimentación es uno de los factores más influyentes en la calidad final del producto, debido al efecto regulador que la nutrición puede tener sobre procesos biológicos en el músculo (Descalzo *et al*., 2007). Sin embargo, la mayoría de estudios científicos están centrados en las posibilidades de los sistemas de producción y sus variaciones (Nardone *et al*., 2004) y especialmente en el sector de los consumidores (Briz y Ward, 2009; Ayuni y Rennie, 2012). Por el contrario, los estudios que comparan la calidad de los productos ecológicos frente a los producidos bajo sistema convencional son limitados (Kouba, 2003). El tiempo de maduración de la carne es otro factor fundamental para la adquisición de un grado de terneza adecuado debido al ablandamiento de la misma, que se atribuye a la degradación progresiva y selectiva de la estructura de las miofibrillas a causa de la acción de enzimas proteolíticos endógenos. En este trabajo, se estudió la evolución de la terneza de carne proveniente de terneros criados en distintos sistemas de producción (Ecológico a pasto y Ecológico a pienso frente a Cebo Convencional) a lo largo de la maduración post-mortem (0, 7, 14 y 21 días). Además, como objetivo complementario se planteó la búsqueda de marcadores peptídicos, mediante electroforesis vertical (SDS-PAGE), como indicadores de la tenderización.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo con un total de 40 terneros machos de raza Retinta que fueron utilizados y distribuidos en 3 lotes: 10 animales engordados de manera convencional, con alimento concentrado y (Lote Cebo Convencional, CC); 15 animales engordados con pienso y forraje ecológicos, (Lote Ecológico a pienso, EPi); y 15 animales engordados con pasto disponible en la dehesa y concentrado ecológico (Lote Ecológico a pasto, EPa).

Todos los terneros fueron sacrificados una vez alcanzados los 480-500 Kg de peso vivo. A las 24 h se extrajo músculo *Longissimus dorsi* (LD), que se dividió en cuatro partes destinadas a diferentes días de maduración. La parte correspondiente al día 0 (d0) fue fileteada, envasada al vacío y congelada a -20 ºC hasta posteriores análisis. El resto de partes se maduraron a + 2-4 ºC durante periodos de 7 días (d7), 14 días (d14) y 21 días (d21). Posteriormente al proceso de maduración se siguió el tratamiento de muestras anteriormente descrito.

La dureza de la carne se evaluó mediante una sonda de corte Warner-Bratzler (HDP/BS) estudiando la evolución de la Fuerza máxima (Kg) con la maduración. Se hicieron 10 determinaciones por muestra.

En cada lote de alimentación se seleccionaron los animales cuya carne presentó los valores extremos (máximo y mínimo) de dureza. En esta carne se estudió la evolución del perfil proteico a lo largo de la maduración, con el fin de detectar fragmentos peptídicos indicadores del proceso de tenderización. Este análisis se realizó en el extracto miofibrilar de la carne, obtenido según el protocolo de Bjarnadóttir *et al*. (2010), valorándose la concentración total de proteína por espectrofotometría a 750 nm, con el kit comercial de Bio-Rad (RC-DC Protein Assay), utilizando albúmina de suero bovino (BSA) como estándar.

La electroforesis vertical se realizó en geles SDS-PAGE, siguiendo el procedimiento descrito por Sierra *et al*. (2012). Para la determinación de los pesos moleculares de cada banda se usó el patrón Precision Plus Protein™ (Bio-Rad). Para la separación de proteínas se aplicó un voltaje creciente de 80 V (2 h), 160 V (2 h), 250 V (12 h) y 500 V (20 min) (Universal PowerPack 500, Bio-Rad). Los geles se tiñeron con Coomassie Brilliant Blue R-

250, se destiñeron y se realizó la cuantificación de cada banda peptídica por densitometría óptica (Quantity One, Bio-Rad), expresándose los resultados como intensidad relativa respecto al total de bandas detectadas en cada calle (tiempo de maduración).

Para estudiar los efectos "Sistemas de producción" y "Tiempo de maduración" sobre la dureza de la carne y los fragmentos peptídicos detectados, se llevó a cabo un Análisis de la Varianza (ANOVA) en SPSS 15.0 (SPSS, 2006). Para las variables en las que se observaron diferencias significativas entre tratamientos, se aplicó un test de Tukey para comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una disminución progresiva (p<0.001) de la dureza de la carne a lo largo de la maduración (*Tabla 1*), siendo a d7 el momento en el que se produce un descenso significativo de la Fuerza máxima. Este efecto fue similar al descrito por Accioli *et al.* (1995) y Sañudo *et al.* (2004). Sin embargo, no hubo un efecto significativo del sistema productivo sobre la dureza, probablemente debido a la alta variación individual dentro de cada grupo (*Figura 1*), aunque sí se observó una tendencia de la carne producida en el sistema convencional (CC) a mostrar mayor dureza a lo largo de la maduración (*Tabla 1, Figura 1).*

	DÍA DE MADURACIÓN				SISTEMA DE PRODUCCIÓN (S.P.)				*P*	
	d0	d7	d14	d21	CC	EPi	Epa	EEM	DIA	S.P.
F. Máx. (Kg)	9,56 a	8,19 a	6,39 b	5,14 b	7,85	6,78	7,25	0,24	***	n.s.

*EEM, error estándar de la media. Estadísticos descriptivos expresados como medias. *** p≤0.001; ns p≥0.05*

***Tabla 1**. Efecto del tiempo de maduración y el sistema de producción en la dureza (F. Máx.) de la carne.*

Tal y como muestra la *Figura 1*, la carne proveniente de animales criados en sistemas de producción ecológicos, partiendo de un grado de dureza similar, presentó una tenderización mayor que la carne proveniente de animales criados de manera convencional. De esta forma, si se calcula el grado de ablandamiento total de la carne a lo largo de los 21 días de maduración estudiados, la carne producida en los sistemas ecológicos mostró un 48% de ablandamiento global, respecto al 38% registrado en la carne del sistema convencional. Esta diferencia fue especialmente acusada a d7, momento en el que esta carne tenía un grado de tenderización superior (14-20% *vs* 4%, EI-EE *vs* CC).

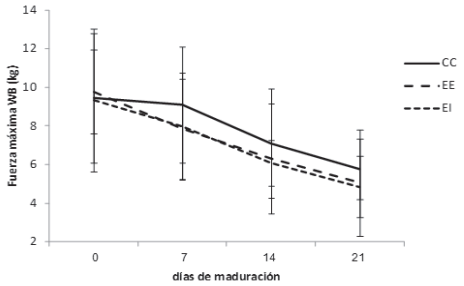


***Figura 1**. Evolución de la dureza durante la maduración en cada sistema de producción*

La *Figura 2* muestra el patrón peptídico del extracto miofibrilar de dos tipos de carnes con valores extremos de dureza (d= carne más dura, b= carne más blanda). Destacan las bandas M16 y M17, que corresponden a la Troponina T (36-37 kDa), que se van fragmentando a lo largo de la maduración, dando lugar a bandas de mayor movilidad electroforética, como la M23, que corresponde con un fragmento de Troponina T de menor peso molecular (30kD), descrito previamente como marcador de proteólisis (Huff-Lonergan

et al. 1996; Sierra *et al*. 2012). La evolución del perfil peptídico a lo largo de la maduración fue similar entre las carnes con valores extremos de dureza, aunque mostraron una escala temporal distinta, con una degradación peptídica más temprana en las carnes más blandas.

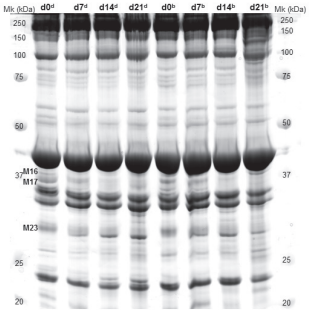


Figura 2. *Imagen de un gel SDS-PAGE de dos extractos de proteínas miofibrilares y evolución de los fragmentos proteicos durante la maduración*

En conclusión, la dureza de la carne disminuyó significativamente entre d7 y d14, siendo a d7 más blanda la carne proveniente de los sistemas de producción ecológicos. Como marcadores peptídicos, se observó la desaparición de las bandas correspondientes a la Troponina-T (M16 y M17) y simultanea aparición de otra banda (M23) como producto de su fragmentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Accioli, A., Franci, O., Sargentini, C., Pugliese, C., Bozzi, R., & Lucifero, M. 1995. Congresso Nazionale ASPA-Grado: 359–360 • Ayuni, F. & Rennie, D. 2012. Procedia-Social and Behav. Sci. 49: 360-367 • Bjarnado, S. G., HollunG, K., Mosleth, E.. 2010. J. Agric. Food Chem. 58: 7408–7414 • Briz, T. & Ward, R.W. 2009. Food Policy 34: 295-304 • Chrystall, B.B. 1994. Advance in Meat Res. 9: 316-336 • Descalzo, A.M., Rossetti, L., Grigioni, G., Irurueta, M., Sancho, A.M. & Carrete, J. 2007. Meat Sci. 75: 299-307 • Huff-Lonergan, E., Mitsuhashi, T., Parrish, F.C. & Robson, R.M. 1996. J Anim Sci 74: 779–785 • Kouba, M. 2003. Livestock Production Sci. 80: 33-40 • Sañudo, C., Macie, E.S., Olleta, J.Ll., Villarroel, M., Panea, B. & Albertí, P. 2004. Meat Sci. 66: 925-932 • Sierra, V., Fernández-Suárez, V., Castro, P., Osoro, K., Vega-Naredo, I., García-Macia, M., Rodríguez-Colunga, P., Coto-Montes, A. & Oliván, M. 2012. J. Sci. Food Agric. 92: 2727-2740

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto RTA2009-0122-C03-01 y Adoración López Gajardo agradece a INIA su beca predoctoral.

POSTMORTEM EVOLUTION OF TENDERNESS IN ORGANIC MEAT VERSUS CONVENTIONAL MEAT AND PRELIMINARY STUDY OF PROTEOLYTIC PROFILE DURING AGEING

ABSTRACT: The ageing time of the meat is essential for acquisition of a suitable degree of tenderness. It`s is attributed to the progressive degradation of the myofibrillar structure due to the action of endogenous proteolytic enzymes. Furthermore, the type of feeding may influence the characteristics of the muscle as the texture of the meat. In this work, we studied the evolution of the tenderness on meat from calves reared under different production systems (Epi and EPa *vs* CC) during postmortem maturation. Another aim was search peptide markers by vertical electrophoresis (SDS-PAGE), as indicators of tenderization. The results showed a significant increase in tenderness after d7, and the trend of the meat of animals feeded in both ecological systems to tender earlier. The electrophoretic profile analysis myofibrillar meat extract showed proceeds as maturation occurs a progressive disappearance of the bands of Troponin-T of 36-38 kDa, appearing smaller fragments (30 kDa), which confirms the important role of this protein as a marker of tenderization.
Keywords: organic-beef, tenderness, ageing, proteolysis