EVOLUCIÓN DEL ESTADO OXIDATIVO DEL LOMO (m. *LONGISSIMUS DORSI*) DE CERDOS IBÉRICOS DE *MONTANERA* ENVASADO EN ATMOSFERA MODIFICADA

Prior, E.[1], García-Torres, S.[1], López, A.[1], Cabeza de Vaca, M.[1] y Tejerina, D.[1]
[1]Centro de Investigación Finca "La Orden-Valdesequera". Dpto. Prod. Animal. 06187-Guadajira (Badajoz)
Email: estrella.prior@juntaextremadura.es

INTRODUCCIÓN

La carne y productos cárnicos del cerdo Ibérico "de bellota" gozan de un gran prestigio a nivel nacional e internacional ya que son muy valorados por los consumidores y el sector de la restauración (Ventanas *et al*., 2001), incluso para su consumo en fresco. Esto hace necesario la búsqueda de métodos de conservación que aumenten la vida útil del producto. Además, los nuevos hábitos de consumo han provocado un aumento en la demanda de productos frescos envasados, que generalmente son adquiridos en grandes superficies comerciales (Nychas *et al.,* 2008). Esto requiere un mayor control de los procesos físico-químicos y microbiológicos endógenos que afectan a la vida útil del producto y que pueden deteriorar al valor comercial, sensorial así como los atributos de calidad de los mismos. Los procesos de oxidación son una de las principales causas de alteración de la carne fresca envasada y conservada en refrigeración, ya que provoca una alteración de las características sensoriales por la generación de sustancias con olores y sabores anómalos para el consumidor final (Church *et al.,* 1995). El uso de envasado en atmosfera modificada, con alta proporción de O_2, es una alternativa muy usada para la carne fresca, ya que permite mantener el aspecto externo y el color rojo brillante de la pieza, aunque puede aumentar los procesos oxidativos durante su conservación, especialmente en carnes con una elevada proporción de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), como la de cerdo Ibérico. Aunque también es cierto que el contenido en antioxidantes naturales de esta carne (Tejerina *et al*., 2012) puede retrasar este proceso. Por esto, el objetivo de este trabajo es determinar el efecto del envasado en atmosfera modificada (70%O_2 + 30%CO_2) sobre el contenido en antioxidantes naturales y el estado oxidativo del músculo *Longissimus dorsi* de cerdos Ibéricos de Montanera a lo largo de su conservación en refrigeración a +4ºC durante 0, 6, 12, 18 y 24 días.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se seleccionaron 15 cerdos IB puros, castrados, variedad *Retinta* de la Línea Valdesequera (Junta de Extremadura, Badajoz, España). Los cerdos, tras el destete, fueron alimentados con pienso comercial hasta 90±5kg, y mantenidos en la dehesa en la última fase de engorde, durante al menos 70-80 días, o hasta alcanzar una reposición mínima de 4@ (~ 46 kg). Durante esta etapa, los animales se alimentaron *ad libitum*, exclusivamente a base de los recursos naturales de la dehesa (bellotas y pastos) (Tabla 1). Los animales fueron sacrificados a peso homogéneo de 150±10kg. Tras el sacrificio, se retiró una porción del músculo *Longissimus dorsi*, desde la última vértebra lumbar a la 1ª vértebra torácica, de la media canal derecha. Se fileteó transversalmente en 5 porciones a las que se asignaron los distintos tiempos de conservación objeto de estudio: Control, 6, 12, 18 y 24 días. Las determinaciones del lote *Control* se realizaron a las 24h post-mortem y el resto fueron envasadas en atmósfera con una mezcla de gases de 70% O_2 + 30% CO_2 y almacenadas en refrigeración a 4ºC para su posterior análisis. Para ello se utilizo una envasadora de barquetas ULMA® Smart-300 y bandejas de polipropileno con una permeabilidad al oxigeno de 2.2cm^3/m^2/24h/ at STP y que fueron cubiertas con un film de poliamida/polietileno de 70µm de espesor con una permeabilidad al oxígeno de 45cm^3/m^2/24h/at STP. La determinación de α y γ-tocoferol se llevó a cabo siguiendo el método propuesto por Liu *et al.* (1996) con modificaciones propuestas por Cayuela *et al.* (2003). El extracto fue obtenido previa saponificación y analizado por HPLC Agilent Technologies® Series 1100 equipado con una columna Kromasil Silica 15 cm de longitud x 4,6 mm de diámetro y 5 µm de tamaño de partícula precedida de una precolumna Kromasil Silica (10 µm).La fase móvil estuvo constituida por una mezcla de iso-octano HPLC y tetrahidrofurano HPLC (97:3 v/v), con flujo constante de 1 ml/min y con un volumen de inyección de 50 µl. La determinación se llevó a cabo por fluorescencia (Agilent Thecnologies®, de la Serie 1200) siendo las condiciones de trabajo del mismo λ excitación= 297 nm y λ emisión= 321 nm. Para la identificación y cuantificación de los picos se utilizó el patrón externo α-tocoferol (T3251, Sigma-Aldrich

Chemical®) y γ-tocoferol (T1782, Sigma-Aldrich Chemical®). Los valores fueron expresados como µg tocoferol/g músculo. La oxidación lipídica (TBA-RS) se midió mediante el método propuesto por Salih *et al.* (1987). El extracto fue obtenido homogenizando 2.5 g de muestra en con 7.5 ml de ácido perclórico (3.86%) y 0.25 ml de BHT. Las determinaciones se realizaron por espectrofotometría a 532nm en un espectrofotómetro Agilent Thecnologies® CARY 60. Para su cuantificación se utiliza como patrón el 1,1,3,3-tetraethoxypropane 97 % (TEP). Los valores se expresaron como µg de malonaldehído/g de músculo. La oxidación de las proteínas fue evaluada por medición de grupos carbonilo formados durante la incubación con 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) en HCl 2N siguiendo el método descrito por Oliver *et al.* (1987). Las determinaciones fueron realizadas por espectrofotometría, usando un espectrofotómetro Agilent Thecnologies® CARY 60. La concentración de proteínas fue medida a 280 nm utilizando como patrón externos albúmina de suero bovino (BSA) y los carbonilos fueron medidos a 370nm. Los valores finales fueron expresados como nmol carbonilos/mg de proteína. Los resultados obtenidos se evaluaron mediante el programa SPSS 15.0 (SPSS, 2005) utilizando para ello el Análisis de Varianza (ANOVA) y el test de tukey (para comparación de medias) con un modelo que tuvo como factor fijo el tiempo de maduración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se puede observar que los recursos naturales de dehesa (bellota y pastos) son una buena fuente de antioxidantes naturales (α, γ-tocoferol y fenoles totales). Esto es importante en la fase final de engorde, ya que el cerdo Ibérico es un animal monogástrico que refleja en sus tejidos la composición de la dieta ingerida (Rey *et al.,* 1997; 1998). Además se puede observar que la principal fuente de γ-tocoferol fueron las bellotas y de α-tocoferol los pastos, de acuerdo con lo afirmado por otros autores en estudios previos (Tejerina *et al.,* 2012). En la Tabla 2 se muestran los resultados a lo largo del periodo de estudio para la composición antioxidante m. *Longissimus dorsi*. Se puede observar que el contenido en α y γ-tocoferol fue inferior ($P \leq 0{,}001$) a partir del D6 de envasado, en una tendencia progresiva a ir disminuyendo con el tiempo de conservación, desde 2.84 hasta 0,71 µg/g músculo, en el caso del α–tocoferol y desde 0,64 hasta 0,24 µg/g músculo de γ – tocoferol. El estado oxidativo fue valorado a partir del índice de TBA-RS (oxidación de lípidos) y la oxidación de proteínas, mostrando ambos un incremento significativo ($p<0{,}001$) a lo largo del periodo de conservación que van desde 0,02 hasta 2,17 µg MDA/g músculo en el caso del índice de TBA-RS y desde 2,35 hasta 6,76 nm carbonilos/ mg proteínas en el caso de la oxidación de proteínas, alcanzando los niveles más altos a D24 en ambos casos. Sobrepasándose a partir del D12 los 2 mg/kg que se indican como límite de aceptabilidad por el consumidor (Campo *et al.,* 2006). Esto podría indicar que el uso de atmósferas con alta proporción de O_2 pueden tener relación con los procesos de oxidación durante la conservación en refrigeración, a pesar de presentar inicialmente una buena relación antioxidantes/prooxidantes. En conclusión, se podría afirmar que la carne de lomo (m. *Longissimus dorsi*) de cerdos Ibéricos de Montanera, a pesar de su contenido en antioxidantes naturales, experimenta una tendencia a la oxidación durante su almacenamiento en refrigeración (+4ºC) cuando está envasada en atmósferas ricas en O_2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D. y Richardson, R. I. 2006. Meat Sci. 72: 303-311.• Cayuela, J.M., Garrido, M.D., Sancho Bañón, J. & Ros, J.M. 2003. J Agric Food Chem. 51: 1120-1124. •Church,i.j y Parson,A.l (1995) J. Sci. Food Agric..67:143-152.• Liu, Q., Scheller, K.K. & Schaeffer, D.M. 1996. J Anim Sci. 74: 2406-2410.• Nychas, G.J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., Koutsoumanis, K. P. 2008. Meat Sci.. 78:77-89.• Rey, A.I., López-Bote, C.J. & Sanz Arias, R. 1997. Anim Sci, 65: 515-520.• Rey, A.I., Isabel, B., Cava, R. & Lopez-Bote, C.J. 1998. Can J Anim Sci, 78: 441-443.• Salih A, M., Smith, D.M., Price, J.F., y Dawson, L.E., 1987. Poultry Sci. 66: 1483-1489.• SPSS. PC+. 2005. SPSS Trends 14.0. SPSS Inc. Chicago. EEUU.• Ventana, J.,1999. Cárnica 2000.Marzo. 55-50.• Ventanas, J., Tejeda, J.F. & Petrón, M.J. 2001. In J. Ventanas (Ed.), Tecnología del Jamón Ibérico, 15-45.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado con fondos FEDER-Gobierno de Extremadura. Los autores agradecen a la Sección de Porcino del Centro de Investigación Finca La Orden-Valdesequera.

EVOLUTION OF OXIDATIVE STATUS OF *LONGISSIMUS DORSI* MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING FROM IBERIAN PIGS REARED UNDER MONTANERA SYSTEM

ABSTRACT: The Iberian pig products are most appreciated montanera within meat products manufactured in Spain, with increased consumption of fresh products, being of great importance modified atmosphere packaging in response to the demands of consumers as durability and maintenance characteristics of freshness. The aim of this work was to study the influence of modified atmosphere packaging on oxidative status of *Longissimus dorsi* from Iberian pigs Montanera during storage time (0, 6, 12, 18 and 24 days). Results showed that the antioxidant composition was lower at d6 and oxidative status was increasing during refrigerated storage time.

Keywords: Iberian pigs, antioxidant, modified atmosphere packaging, shelf life.

Tabla 1. Composición antioxidante y actividad antioxidante de la dieta ingerida.

	Pienso Comercial [1]	*Bellotas*[2]	*Pasto*[2]	Significación[3]
Composición antioxidante				
α-tocoferol (mg/kg MS)	7.0c±0.91	14.5b±1.3	29.8a±2.31	***
γ-tocoferol (mg/kg MS)	Trazas	58.3a±1.29	4.1b±0.62	***
Fenoles totales (g EAG /kg MS)	1.3c±0.82	12.8a±0.67	4.69b±1.3	***
Actividad antioxidante				
AAL (g Trolox/kg MS)	0.2c±0.03	0.6a±0.07	0.5b±0.03	***
AAH (g Trolox/kg MS)	2.6c±0.24	4.9b±0.61	11.9a±0.67	***

MS, materia seca; EAG, equivalentes de ácido gálico; AAL, Actividad antioxidante lipófila; AAH, Actividad antioxidante hidrófila.
[1] Pienso de crecimiento hasta alcanzar los 90±5 kg de peso vivo.
[2] Composición de la dieta durante la fase final de engorde en Montanera. Valores están expresados como media±DE de tres muestreos mensuales en una durante el periodo de Montanera.
[3] *** (P ≤ 0.001).

Tabla 2. Evolución del contenido en antioxidantes, actividad antioxidante y estado oxidativo (media±DE) del músculo *Longissimus dorsi* de cerdos Ibéricos de Montanera, envasado en atmósfera protectora (70%O_2 + 30%CO_2) durante 24 días a +4ºC.

	Tiempo de conservación						
Parámetros	*Control*	D6	D12	D18	D24	EEM	*P*[1]
Composición antioxidante (µg/g músculo)							
α- tocoferol	2.84a	2.45a	1.01b	0.64b	0.71b	0.166	***
γ- tocoferol	0.64a	0.57a	0.30b	0.28b	0.24b	0.030	***
Estado oxidativo							
TBARS (*µg* MDA/g músculo)	0.02c	0.15bc	1.02b	2.08a	2.17a	0.178	***
nm Carbonilos/ mg proteínas	2.35c	3.18bc	3.34bc	3.98b	6.76a	0.283	***

EEM, error estándar de la media; AAL, Actividad antioxidante lipófila; AAH, Actividad antioxidante hidrófila; TBARS, especies reactivas del ácido Tiobarbitúrico; MDA, malondialdehído. [1] *** (P ≤ 0.001). [a, b, c,] diferentes superíndices en una misma fila, indican que existen diferencias significativas (p≤0.05) entre los días de envasado en atmósfera para el mismo músculo.