RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO EN VITAMINA E Y LA OXIDACIÓN LIPIDICA EN CARNE DE VACUNO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Resconi, V. C.[1]*, Campo, M. M.[1], Richardson R. I.[2]
[1] Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet, 177; 50013. Zaragoza. *virginiaresconi@yahoo.com.ar
[2] Division of Farm Animal Science. Department of Clinical Veterinary Science. Langford, Bristol; BS40 5DU, GB.

INTRODUCCIÓN

Una vida útil prolongada de la carne es una cualidad muy apreciada, tanto por el comerciante y distribuidor, como por el consumidor. La acción microbiológica, el deterioro del color y la oxidación de los lípidos son los principales responsables de la disminución de la misma. El envasado de las carnes rojas con atmósferas con CO_2 y de alto contenido en O_2 actúan como bacteriostático y permiten mantener por más tiempo su deseable color característico, pero aumentan la tasa de oxidación lipídica (Renerre y Labadie, 1993; Jayasingh *et al*., 2002). El contenido de vitamina E en el músculo, ya sea por la presencia natural o la adición en la dieta de los animales, ejerce una eficaz acción frente al deterioro oxidativo de la carne. El objetivo de este trabajo es: comparar y establecer relaciones entre la rancidez y la vitamina E en carne de vacuno, envasada con alto O_2, de diferentes sistemas de producción en condiciones comerciales del Reino Unido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 101 animales provenientes de diferentes sistemas de producción (sistema extensivo alimentados con pasto, e intensivo con dietas basadas en ensilado de pasto o en concentrado con y sin suplementación extra-nutricional de vitamina E, Tabla 1). En el sacrificio, las canales fueron estimuladas eléctricamente. Tras 24 h de oreo, se extrajo el músculo *L. thoracis*. Tras la maduración (vacío, 1ºC, 13-14 días desde el sacrificio), se extrajeron filetes de 2 cm de ancho, se envasaron en atmósfera modificada (75% O_2/25% CO_2) y se expusieron en vitrina, a 4±1ºC y bajo luz blanca fluorescente fría (700 lux, 16 h al día). Aquellas muestras destinadas a la determinación de la vitamina E fueron envasadas al vacío y congeladas (-20ºC) de inmediato. Sobre los filetes expuestos en vitrina, se determinó periódicamente (días 3, 6, 8, 10 y 13 de exposición) la oxidación lipídica por el método de TBARS (Tarladgis *et al*., 1960). La vitamina E fue extraída según Liu *et al*. (1996) modificado por Kasapidou (2003), con un HPLC, de acuerdo a las condiciones descritas en van Niekerk y Burger (1985).

El estudio estadístico se realizó con SAS (2004). Se utilizó un GLM, con el sistema de producción como factor fijo, para analizar el efecto sobre el contenido en músculo de vitamina E, y un test de Duncan. También se efectuó un procedimiento mixto con medidas repetidas para analizar el efecto del sistema de producción, del tiempo y de las interacciones, en TBARS. Las relaciones entre TBARS y vitamina E fueron determinadas a través de correlaciones de Pearson. Por último, el método de la doble pendiente fue utilizado para determinar el valor de vitamina E que maximiza la protección de la rancidez.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferencias en el contenido de α-tocoferol (µg/g) en m. *L. thoracis* según el sistema de producción se puede observar en la Tabla 1. Se obtuvieron valores más bajos en la carne de animales alimentados con CO pero, en CO/vitE, el contenido fue mayor y similar que los animales de pasto. La alta concentración de α-tocoferol en músculo de los animales de pasto fue probablemente debida al mayor contenido de este antioxidante en forma natural en la dieta, en comparación con EPs y CO. Según McDowell *et al*. (1996), la concentración de vitamina E por unidad de materia seca en la hierba fresca es de 5 a 10 veces mayor que en algunos cereales. El ensilado de pasto tiene un menor contenido de vitamina E que el pasto fresco porque parte se pierde durante el procesado, aunque estas pérdidas suelen ser mayores en heno y en productos deshidratados (Geay *et al*., 2002). Según los resultados obtenidos, pastos naturales (*Centauria nigra, Cynosurus cristatus* y otras sp) sin el uso de fertilizantes (PN) pueden alcanzar el mismo nivel de α-tocoferol en el músculo que los

pastos sembrados y fertilizados (PM) (principalmente *Lolium perenne* y *Cynosurus cristatus*). No se encontraron diferencias significativas (P>0,05) entre carne proveniente de EP sólo, o con suplementación con soja o trébol rojo, en términos del contenido de vitamina E, a pesar de que Richardson *et al*. (2005) encontraron que, al aumentar la cantidad de trébol rojo en la dieta, se reducía el contenido de vitamina E en la carne.

Tabla 1. Caracterización de los animales utilizados y contenido de vitamina E (µg α-tocoferol/g músculo) en m. *L. thoracis* según diferentes sistemas de producción.

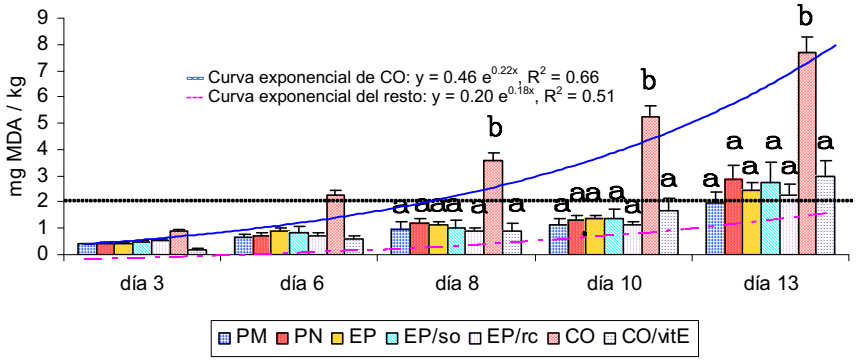
Sistema de producción	N	Alojamiento	Sexo	Edad[1]	Raza	VitE[2]
Pastos mejorados (PM)	8	Exterior	Hembra	27	Ch, Ch x, BA x	4.5±0.21a
Pastos naturales (PN)	18					4.8±0.24a
Ensilado de pasto (EP)	10	Interior	Macho castrado	19	AA x Holstein	3.5±0.18b
EP + soja (EP/so)	9					3.7±0.30b
EP + trébol rojo (EP/tr)	10					3.5±0.13b
Concentrado (CO)	34	Interior	Macho entero	12-16	Holstein Friesian	1.9±0.09c
CO + vitE (CO/vitE)	12					4.4±0.27a

[1] Meses; [2] Media ± error standard., diferentes letras dentro de columna, son estadísticamente diferentes (P≤0,05); Ch: Charolais; x: cruzado; BA: Blonde D'Aquitaine; AA: Aberdeen Angus

Los valores de TBARS fueron afectados significativamente por los días de exposición, sistema de producción e interacción entre ambos (P≤0,001). Dado que la carne fue madurada al vacío, se obtuvieron valores bajos al 3er día de exposición en vitrina (Figura 1). El incremento de TBARS durante la exposición fue de manera exponencial, al igual que en Asghar *et al*. (1988), ya que la oxidación lipídica es una reacción en cadena. Sin embargo, las muestras más estables parecen estar todavía en el inicio de la curva incluso en el día 13 de exposición (Figura 1).

Al analizar el efecto del sistema de producción dentro de los días de TBARS medidos, sólamente los animales de CO resultan significativamente diferentes al resto (P≤0,05) y al 6^{o} día, este grupo excede el valor límite de aceptabilidad de la oxidación lipídica (2 mg MDA/kg, Campo *et al*., 2006), mientras que en la mayoría del resto lo alcanzan al día 13 (Figura 1). Warren *et al*. (2003) encontraron valores de TBARS 4 y 6 veces mayores en animales alimentados con concentrados comparados con animales alimentados con ensilado de pasto, tras 4 y 7 días de exposición en vitrina, respectivamente. No encontraron diferencias entre filetes de canales Holstein o Aberdeen Angus.

Figura 1. TBARS en m. *L. thoracis* medidos el día 3, 6, 8, 10 y 13 de exposición en vitrina.



La composición de ácidos grasos de la carne juega un rol importante en los procesos oxidativos que limitan la vida útil de la carne, siendo más oxidables cuanto mayor es su nivel de insaturación. Enser *et al*. (1998) obtuvieron un ratio PUFA:Saturados menor en animales alimentados con pasto frente a aquellos con concentrado, aunque un mayor porcentaje de

ácidos grasos *n*-3, probablemente debido a que los animales de concentrado tuvieron un menor contenido de grasa en la carne. Otros autores han encontrado más PUFA en carne de animales a pasto comparado con animales con concentrados tradicionales (French *et al.*, 2000). Sin embargo, los antioxidantes naturales presentes en el pasto (Descalzo *et al.*, 2005) y en el ensilado parecen ser suficientes para mantener una aceptable vida útil de la carne, incluso en atmósferas con alto contenido en O_2.

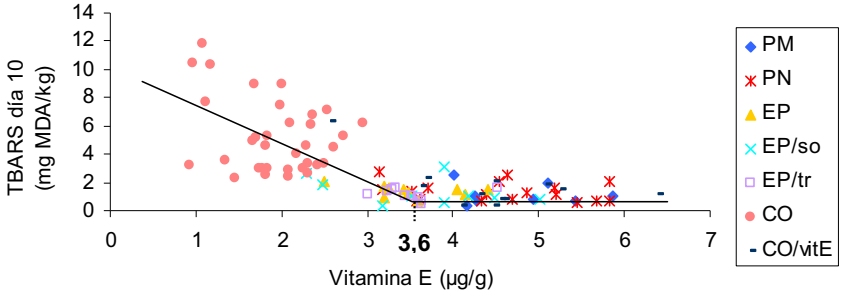
Debido a que se obtuvo un amplio rango de valores de vitamina E (0,92 a 6,40 µg/g), se pudieron determinar correlaciones. TBARS y vitamina E presentaron una alta correlación (P≤0,001) los días medidos: 3, 6, 8, 10 y 13 de exposición (r=-0,59, -0,68, -0,68, -0,66 y -0,64, respectivamente), de modo que la oxidación lipídica fue claramente afectada por el contenido de vitamina E en el músculo, como en Faustman *et al*. (1989).

A través del método de la doble pendiente, se obtuvo el nivel mínimo de α-tocoferol que maximiza el control de la rancidez al día 10 de exposición en vitrina: 3.6 µg/g músculo, con un 95% de intervalo de confianza entre 3 y 4.2 µg/g (Figura 2). Este resultado es similar al obtenido por Arnold *et al*. (1993). Una vez superado este nivel, la vitamina E no se correlaciona con la oxidación lipídica (P>0,05). Para describir la relación entre los valores de vitamina E menores a 3,6 µg/g y el logaritmo de TBARS al 10º día de exposición (P≤0,001, r=-0,74), se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\log TBARS = -0{,}1742.vitE^2 + 0{,}4972.vitE + 0{,}3819 \quad (R^2=0{,}63)$$

Podemos concluir que hasta 3.6 µg α-tocoferol/g músculo, existe una relación directa entre la vitamina E y la oxidación lipídica de la carne. Este valor de vitamina E es obtenido de forma natural con pasto o ensilado, o a través de la adición de vitamina E en concentrados.

Figura 2. Relación entre el contenido de vitamina E y TBARS al día 10 de exposición en vitrina de MAP del m. *L. thoracis* de carne vacuna de diferentes sistemas de producción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Arnold R.N., Arp S.C., Scheller K.K., Williams S.N., Schaefer D.M. (1993). J Anim Sci. 71:105. •Asghar A., Gray J.I., Buckley D.J., Pearson A.M., Booren A.M. (1988). Food Tech. 42:102. •Campo M.M., Nute G.R., Hughes S.I., Enser M., Wood J.D., Richardson R.I. (2006). Meat Sci. 72:303. •Descalzo A.M., Insani E.M., Biolatto A., Sancho A.M., García P.T., Pensel N.A., Josifovich J.A. (2005). Meat Sci. 70:35. •Enser M., Hallett K.G., Hewett B., Fursey G.A.J., Wood J.D., Harrington G. (1998). Meat Sci. 49:329. •Faustman C., Cassens R.G., Schaefer D.M., Buege D.R., Williams S.N., Scheller K.K. (1989). J Food Sci. 54:858. •French P., Stanton C., Lawless F., O'Riordan E.G., Monahan F.J., Caffrey P.J., Moloney A.P. (2000). J Anim Sci. 78:2849. •Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli J. (2002). INRA Prod Anim. 15:37. •Jayasingh P., Cornforth D.P., Brennand C.P., Carpenter C.E., Whittier D.R. (2002). J Food Sci. 67:3493. •Kasapidou E. (2003). PhD, UoB. •Liu Q., Scheller K.K., Schaefer D.M. (1996). J Anim Sci. 74:2406. •McDowell L.R., Williams S.N., Hidiroglou N., Njeru C.A., Hill G.M., Ochoa L., Wilkinson N.S. (1996). Anim Feed Sci Tech. 60:273. •Renerre M., Labadie J. (1993). Proc. 39th ICOMST, Calgary. •Richardson R.I., Costa P., Nute G.R., Scollan N.D. (2005). Proc 51st ICOMST, Baltimore. •Tarladgis B.G., Watts B.M., Younathan M.T. (1960). J Amer Oil Chem Soc. 37:44. •van Niekerk P.J., Burger A.E.C. (1985). J Amer Oil Chem Soc. 62:531. •Warren H.E., Enser M., Richardson I., Wood J.D., Scollan N.D. (2003). Proc BSAS.