

# Carne de vacuno más saludable para el consumidor

P. Alberti<sup>1</sup>, M.M. Campo<sup>2</sup>, A. Purroy<sup>3</sup>, J.A. Mendizábal<sup>3</sup>,  
G. Ripoll<sup>1</sup>, B. Panea<sup>1</sup>, J.L. Olleta<sup>2</sup>, P. Roncalés<sup>2</sup>,  
V. Sarriés<sup>3</sup>, A. Arana<sup>3</sup>, M.J. Beriáin<sup>3</sup>, C. Sañudo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CITA de Aragón.

Avda. Montañana, 930, 50059 Zaragoza.

<sup>2</sup>Dep. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.

Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

C/ Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza.

<sup>3</sup>ETSIA Universidad Pública de Navarra,

Campus Arrosadía, 31006 Pamplona.

En este trabajo se estudia el efecto de diversas dietas de cebo con ingredientes ricos en ácidos grasos poliinsaturados y enriquecidas con vitamina E sobre los parámetros productivos, la calidad y la vida útil de la carne de terneros cebados a dos niveles de engrasamiento.

## Introducción

La carne roja está a menudo cuestionada por la cantidad y la calidad de su grasa, ya que se ha relacionado con las enfermedades cardiovasculares (EFSA, 2010; WHO/FAO, 2003). La calidad de la grasa viene determinada por su perfil de ácidos grasos. De entre todos ellos, los ácidos grasos poliinsaturados, linoleico y  $\alpha$ -linolénico son esenciales ya que no los podemos sintetizar y por lo tanto debemos obtenerlos de la dieta. Después de la digestión, durante el proceso metabólico, el ácido  $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3) se irá convirtiendo en eicosapentaenoico (EPA) y el ácido linoleico ( $\omega$ -6) en araquidónico. Pero estos ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 compiten por la utilización de las mismas enzimas para la formación de EPA y araquidónico (Cho *et al.*, 1999; Jakobsson *et al.*, 2006) dando lugar, posteriormente, a eicosanoides. Los eicosanoides procedentes del ácido araquidónico ( $\omega$ -6), son generalmente proinflamatorios y pro-agregantes, mientras que los derivados del EPA tienden a inhibir la agregación plaquetaria, siendo antiinflamatorios (Harper y Jacobson, 2001; Russo, 2009) y protegiendo de las enfermedades cardiovasculares.

Los piensos que se utilizan en la actualidad tienen una alta proporción de maíz y torta de soja y por tanto su contenido en ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -6 es alto, mientras que el contenido de ácidos grasos



$\omega$ -3 es bajo. Por lo tanto, la relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 de la grasa intramuscular de los terneros cebados con estos piensos es excesivamente alta, superior a 16 (Insausti *et al.*, 2004) mientras que, según las recomendaciones nutricionales, esta relación debería estar por debajo de 5 (EFSA, 2010). La semilla entera de lino escapa en parte a la degradación y biohidrogenación ruminal y, como es rica en  $\omega$ -3, permite depositar una mayor proporción de ácidos grasos de este tipo en la grasa intramuscular. No obstante, existen recomendaciones que restringen su inclusión en los piensos debido a que presentan diversos factores antinutricionales (de Blas *et al.*, 2003), si bien la concentración de

**Tabla 1. Composición química y perfil de ácidos grasos de los piensos utilizados**

	Testigo	Lino	Lino+Vit E
ME (MJ/kg MS)	12,9	12,7	12,7
Proteína bruta (% MS)	16,4	16,6	16,6
Materia grasa (% MS)	5,60	5,62	5,63
Vitamina E (mg/kg MF)	10	10	210
<b>Ácidos grasos (%)</b>			
C18:2 ω-6 linoleico	62,2	62,4	64,0
C18:3 ω-6 α-linolénico	0,42	11,9	10,9

**Tabla 2. Parámetros productivos y concentración de vitamina E de los terneros de raza Pirenaica cebados con tres tipos de pienso y sacrificados a dos estados de engrasamiento**

	Testigo	Lino	Lino+Vit E	3 mm	4 mm
Peso sacrificio, kg	450,2	429,4	446,5	420,0b	481,3a
Edad sacrificio, días	325,3	318,1	314,4	288,9b	349,1a
Ganancia media diaria, kg	1,39	1,35	1,52	1,42	1,42
Peso canal fría, kg	281,4	259,2	272,7	243,5b	297,8a
Rendimiento canal fría, %	62,6a	60,4b	61,1ab	60,8	61,8
Conformación. SEUROP	U	U-	U	U-	U
Engrasamiento (1 a 5)	2-	2-	2	1+	2
Vit. E. mg/kg carne fresca	0,81b	1,06ab	1,52a	0,97b	1,32a

En cada línea las medias de tratamiento con diferentes letras indican diferencias significativas (p<0,05) entre ellas.

éstos puede variar según variedades y condiciones de cultivo (EFSA, 2007).

Las grasas poliinsaturadas son más sensibles a la oxidación lipídica, pudiendo originar olores y sabores en la carne desagradables para el consumidor y a la vez alterando el color del producto, lo que repercute en una disminución de la vida útil de la carne. Una forma de limitar estos efectos negativos es el enriquecimiento de la dieta de cebo con antioxidantes como la vitamina E.

En el mercado de la carne hay un grupo de consumidores que valoran mucho su salud en relación a los alimentos que consumen y están dispuestos a buscar y pagar por una carne de vacuno de calidad (Beriaín *et al.*, 2009) o por una carne que tenga un porcentaje de grasa y un perfil de ácidos grasos recomendables desde el punto de vista dietético.

El objetivo de este estudio fue valorar el efecto de diversas dietas de cebo con ingredientes ricos en ácidos grasos poliinsaturados y enriquecidas con vitamina E sobre los parámetros productivos, la calidad y la vida útil de la carne de terneros cebados a dos niveles de engrasamiento.

## Material y métodos

Se cebaron 48 terneros de raza Pirenaica, en un diseño factorial de tres dietas y dos niveles de engrasamiento de las canales al sacrificio (6 lotes de 8 animales por lote). El experimento se llevó a cabo en el cebadero experimental del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, situado en Montañana (Zaragoza).

## Dietas

- 1.- Dieta control, con pienso de cebo de terneros de composición estándar.
- 2.- Dieta de pienso con un 5 % de semilla de lino.
- 3.- Dieta de pienso con un 5 % de semilla de lino y enriquecida con 200 mg de vitamina E/kg de pienso.

## Nivel de engrasamiento

Se faenaron la mitad de los terneros al alcanzar los 3 mm de espesor de grasa subcutánea y la otra mitad con 4 mm de espesor de grasa.

Se evaluaron los parámetros productivos de los terneros y los siguientes aspectos de la calidad de la carne:

- Perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular analizado por cromatografía de gases (Agilent 7890) (Aldai *et al.*, 2005; Whittington *et al.*, 1986).
- Evolución del color de carne envasada en film permeable al oxígeno en refrigeración y oscuridad, medido por reflectancia con espectrofotómetro Minolta CM 2600d (Hunt *et al.*, 1991; Krzywicki, 1979).
- Análisis sensorial, con panel entrenado, de la carne envasada al vacío y madurada durante 2 y 14 días.

- Oxidación lipídica, mediante la técnica del TBARS, de carne descongelada envasada en atmósfera protectora (80% O<sub>2</sub>: 20% CO<sub>2</sub>) y expuesta en vitrina refrigerada a 3 °C con 12 horas de luz, al día, de 1400 lux de intensidad y expuesta durante 1, 4 y 10 días (Botsoglou *et al.*, 1994; García Regueiro y Maraschiello, 2005).

## Resultados y discusión

Las dietas se formularon iso-energéticas e iso-proteicas, siendo los ingredientes utilizados en el pienso testigo, aproximadamente, un 55 % de cereales, maíz y cebada, una fuente de proteína de calidad como la torta de soja (12 a 13,8 %), salvado y pulpa de remolacha que aportan fibra, un pequeño porcentaje de grasa animal y vegetal como fuente energética no fermentable y un corrector mineral vitamínico. En los piensos con lino se incluyó un 5 % de semilla entera de lino, fuente rica en ácidos poliinsaturados  $\omega$ -3, y se disminuyeron los cereales y la torta de soja. El perfil de los ácidos grasos del pienso testigo tuvo un porcentaje de  $\alpha$ -linolénico de 0,4 mientras que en los piensos con un 5 % de semilla de lino fue alrededor del 11%, siendo similar el porcentaje de ácido linoleico en los tres tipos de pienso (del 62,2 a 64,0). Por ello la relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 fue muy alta en el pienso control y entre 5 y 6 en los piensos con lino (tabla 1).

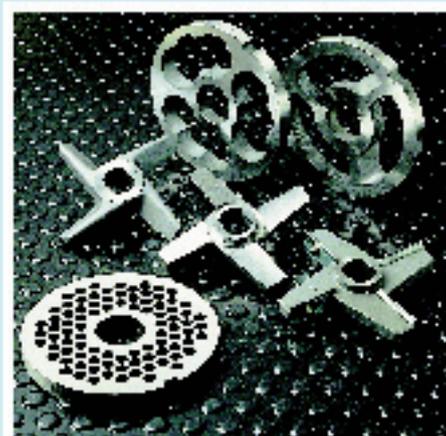
## Parámetros productivos

La ganancia media diaria de peso de los terneros fue de 1,39 kg/d en la dieta control, 1,35 kg/d en la dieta de lino y 1,52 kg/d en la dieta de lino con vitamina E, no sien-

do significativas las diferencias entre ellos (tabla 2). La ganancia media diaria de peso fue algo menor a la esperada para la raza Pirenaica, habiéndose obtenido valores de 1,7 kg/d en estudios anteriores con terneros cebados a pienso (Albertí *et al.*, 1995a; Albertí *et al.*, 1995b; Blanco *et al.*, 2009; Piedrafita *et al.*, 2003). El periodo experimental se desarrolló a lo largo de verano, por lo que las altas temperaturas pudieron deprimir el consumo de alimento y en consecuencia limitar la ganancia de peso diaria de los terneros. Los terneros sacrificados a 4 mm de espesor de grasa tuvieron 80 kg más de peso y 60 días más de edad que los sacrificados a 3 mm de espesor de grasa, pero la ganancia media de peso vivo, de 1,4 kg/d, no varió entre ellos.

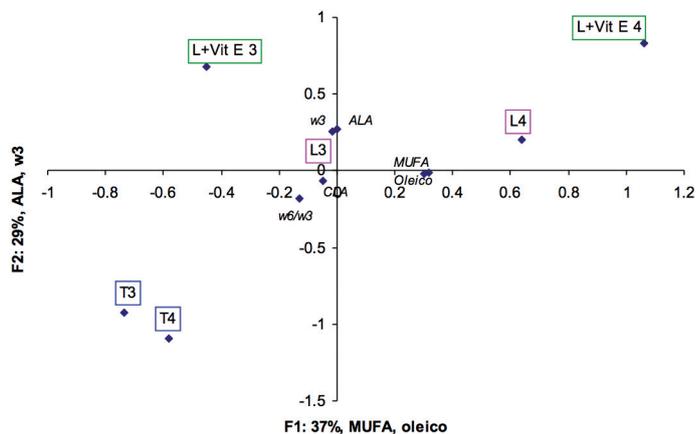
El rendimiento canal del 62,6 % de los terneros que recibieron la dieta control fue superior significativamente ( $p < 0,05$ ) al 60,4 % de los terneros de la dieta de lino, mientras que los terneros de la dieta del lino con vitamina E tuvieron un rendimiento del 61,1 % intermedio al de los terneros que recibieron las otras dietas. Estas diferencias en el rendimiento canal no se han hallado en otros experimentos (Mach *et al.*, 2006) y podrían estar relacionadas con la riqueza en mucílago de la semilla de lino. No se hallaron diferencias en la clasificación de las canales, según su conformación y engrasamiento, siendo U2 la nota media.

La concentración de vitamina E en la carne (tabla 2), determinada en el músculo *longissimus dorsi*, varió significativamente según la composición del concentrado recibido por los terneros ( $p < 0,01$ ) y según el nivel de engrasamiento de los animales al sacrificio ( $p < 0,05$ ). Los terneros que recibieron el pien-



c/ Baró de Coubertin, 6  
Apartado de correos 209  
17800 OLOT (Girona)  
☎ 972 27 10 09 - Fax 972 27 01 18  
Internacional: ☐ P. O. Box 209  
17800 OLOT (Girona) Spain  
☎ 34 972 27 10 09 - Fax N.: 34 972 27 01 18  
e-mail: info@olotinox.com  
http://www.olotinox.com

**Figura 1. Representación bidimensional del análisis multivariante del perfil de ácidos grasos, según dieta y engrasamiento**



T3, L3, L+Vit E 3: lotes testigo, lino o lino con vitamina E sacrificados con 3 mm.  
 T4, L4, L+Vit E 4: lotes testigo, lino o lino con vitamina E sacrificados con 4 mm.

so enriquecido con vitamina E tuvieron mayor cantidad de vitamina E (1,52 mg/kg carne) que los que consumieron el pienso control (0,81 mg/kg carne) y mayor, aunque no significativamente, que los terneros que consumieron el pienso de lino sin suplementación de vitamina E (1,06 mg/kg carne). La carne de los terneros sacrificados con mayor espesor de grasa tuvo mayor riqueza de vitamina E (1,32 mg/kg) que la de los otros terneros (0,97 mg/kg). Dado que la vitamina E es liposoluble, el aumento del engrasamiento de los terneros que se sacrificaron con más edad permitió que se depositase más vitamina E. Además, se sabe que la deposición de vitamina E es, en general, lenta (Arnold *et al.*, 1992) por lo que el alargamiento del tiempo de cebo ayuda a aumentar su concentración en carne.

### Perfil de ácidos grasos

Se encontró un efecto de la dieta sobre la proporción de ácidos grasos  $\omega$ -3 de la grasa intramuscular, siendo significativamente mayor en la grasa de los terneros que consumieron pienso con lino. Así pasó del 1,9 % del lote testigo al 2,5 % y del 3,1 %, en los terneros cebados con la dieta de lino y lino más vitamina E respectivamente ( $p < 0,05$ ). Además, las dietas que contenían lino tendieron a disminuir la proporción de los  $\omega$ -6, con lo cual la relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 en la grasa intramuscular fue significativamente menor. Esta relación fue de 5,4 de media en los dos lotes de li-

no frente a 9,6 ( $p < 0,001$ ) en la dieta testigo. Por otro lado, con el aumento del engrasamiento de los animales la relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 disminuyó pasando de 6,9 a 6,4 ( $p < 0,05$ ). En la **figura 1** se aprecia que los tres tipos de pienso aparecen en orden creciente (control, lino y lino con vitamina E) y, además, que para cada dieta los animales sacrificados con mayor engrasamiento tienen mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados y, más concretamente, de ácido oleico. Asimismo, el perfil de la grasa intramuscular de los animales cebados con los tres piensos están separados por la proporción de ácidos  $\alpha$ -linolénico y  $\omega$ -3 que van en aumento respecto al lote testigo. La relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 aparece correlacionada negativamente en ambos ejes, por lo cual la grasa de los terneros que consumieron el pienso con lino con o sin suplementación de vitamina E tiene una menor relación

$\omega$ -6/ $\omega$ -3 que la de los que consumieron el pienso control. Además, esa reducción se ve favorecida en esas dietas con lino por el aumento del engrasamiento al sacrificio, ya que se sitúan más altos. Por el contrario el lote del pienso testigo sacrificado a mayor engrasamiento aparece más bajo que el sacrificado a menor engrasamiento ya que su relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 siguió aumentando. Estos resultados coincidirían con los obtenidos en otros estudios utilizando otras razas y dosis diferentes de lino (Mach *et al.*, 2006; Maddock *et al.*, 2006).

### Color de la carne fresca

El estudio de la evolución del color de la carne a lo largo del tiempo de exposición mostró que el tipo de concentrado no tuvo ninguna influencia, que el nivel de engrasamiento al sacrificio influyó bastante y que el tiempo de exposición fue el factor determinante de la variación del color de la carne. La carne de los terneros sacrificados a mayor engrasamiento presentó una menor claridad e índice de rojo ( $p < 0,05$ ) y mayor croma ( $p < 0,01$ ). Su aspecto fue de un color rojo más intenso que la carne de los terneros sacrificados a menor engrasamiento que fue ligeramente más pálida. Independientemente del lote, el color de la carne se mantuvo muy bien durante los 14 días en refrigeración, ya que después de alcanzar el momento óptimo de aspecto, la claridad y el tono se mantuvieron esta-

bles, y los índices de rojo y amarillo y el croma disminuyeron ligeramente ( $p < 0,01$ ). La metamioglobina (**figura 2**) aumentó gradualmente hasta el 15% ( $p < 0,001$ ), pero sin alcanzar el 20 %, valor en que el consumidor ya rechaza la carne por su aspecto (MacDougall, 1982).

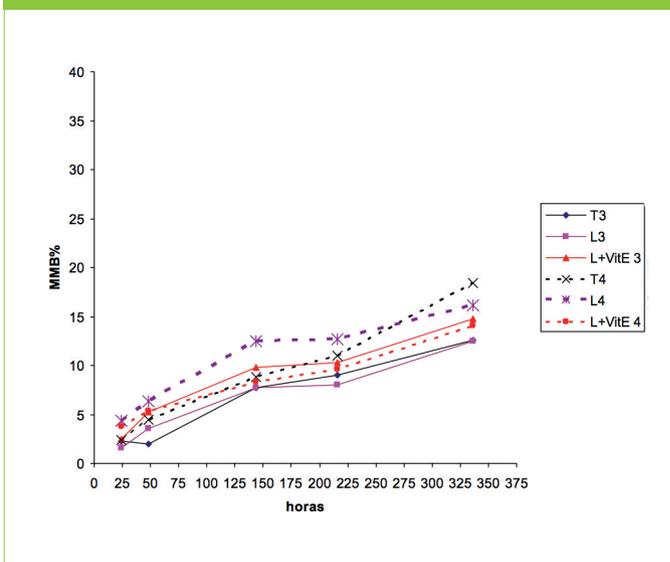
Parece que el aumento del perfil de ácidos grasos  $\omega$ -3 no disminuyó la estabilidad del color de la carne, aunque tampoco se vio mejorada por el enriquecimiento con vitamina E. Posiblemente una mayor deposición de ácidos grasos  $\omega$ -3 o una mayor dosis de vitamina E hubiesen dado resultados diferentes.

### Valoración sensorial de la carne

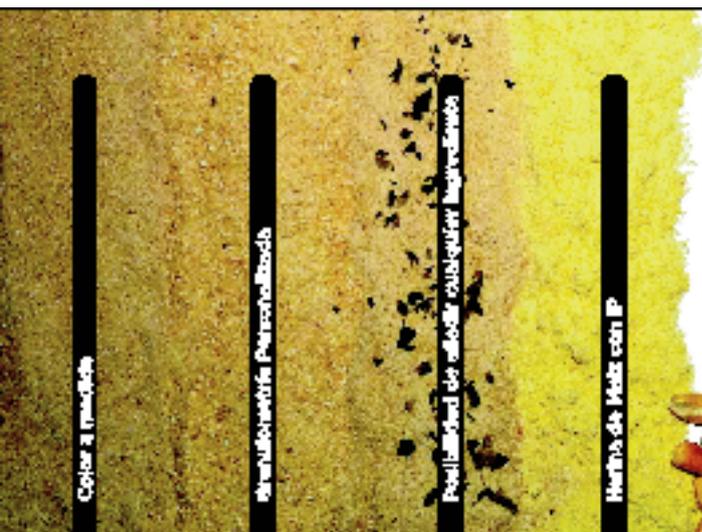
La composición del concentrado no influyó en ninguno de los atributos sensoriales evaluados en la carne madurada al vacío durante 2 y 14 días, mientras que el nivel de engrasamiento de los terneros o el tiempo de maduración de la carne sí modificaron significativamente algunos de sus atributos (**figura 3**). Con carne madurada al vacío de terneras que habían consumido entre el 4 y el 5% de semilla de lino Maddock *et al.*, (2006) tampoco encontraron efecto en la intensidad del flavor o en la terneza, aunque la carne fue ligeramente menos jugosa.

El mayor engrasamiento de los terneros al sacrificio tuvo efectos significativos en la calidad sensorial de la carne, influyendo en la intensidad de olor a rancio, en la intensidad de flavor a vacuno, en la terneza, en la fibrosidad y en la jugosidad. Los animales con mayor engrasamiento tuvieron una carne más tierna, con menor fibrosidad y mayor jugosidad que la de los terne-

**Figura 2. Evolución del porcentaje de metamioglobina de la carne fresca envasada en film**



ros sacrificados antes, con un menor engrasamiento. A pesar de las diferencias significativas halladas en algunos de los principales atributos, la nota de apreciación global no llegó a ser significativamente diferente entre engrasamientos. Según la representación bidimensional de la **figura 3** la carne madurada 14 días que aparece en la parte izquierda cerca de los atributos de terneza, intensidad de flavor vacuno y apreciación global, y alejada del atributo fibrosidad, se sitúa en la posición del gráfico opuesta a la de la carne madurada 2 días. La mayoría de los animales sacrificados con





# ADPAN

**MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**  
(Industria cárnica y de productos elaborados)

---

## Harina de Maíz <sup>IP</sup>

### Pan Rallado <sup>IP</sup>

### Encolante

100% Identidad Proveniente. Producto controlado desde la semilla del cereal hasta su entrega al cliente final.





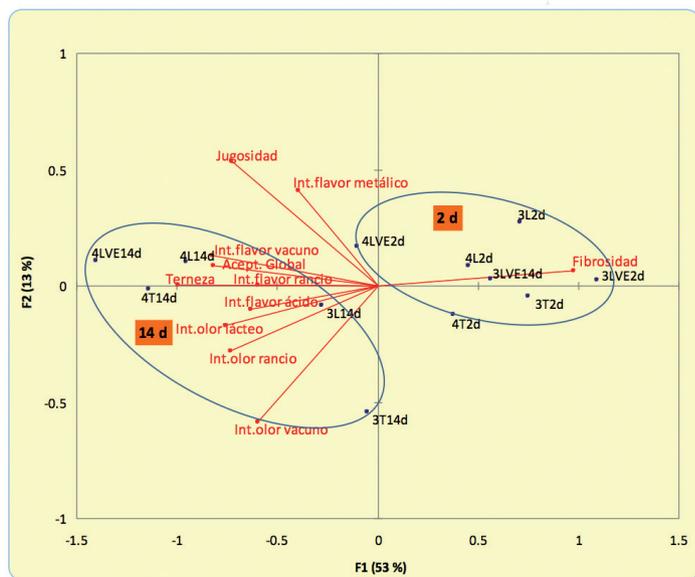



NO GLUTEN • NO LACTO • NO AZÚCAR • NO SAL • NO PREZERVATIVOS • NO FIBRILAS

Contactanos en: +34 849 743 627 • [ingredientes@adpancel.com](mailto:ingredientes@adpancel.com)

[www.adpancel.com](http://www.adpancel.com)

**Figura 3. Representación multivariante de los atributos del panel sensorial de la carne de las tres dietas y los dos niveles de engrasamiento envasada al vacío**



4 mm de espesor de grasa se encuentran en la parte superior y más a la izquierda que los sacrificados con 3 mm de espesor de grasa por lo cual resultaron más tiernos y jugosos, menos fibrosos y con mayor intensidad de flavor a vacuno.

La modificación del perfil lipídico de la grasa intramuscular de la carne, aumentando los  $\omega$ -3, por la composición de la dieta de cebo de los terneros no se tradujo en diferencias en la valoración sensorial, ni siquiera en los olores o sabores negativos a rancio, quizás por tratarse de carne intacta, sin picar, y envasada al vacío, que ralentizó los procesos oxidativos.

### Oxidación lipídica

Ni la composición del pienso de cebo ni el nivel de engrasamiento de las canales afectaron a la evolución de la oxidación lipídica de la carne descongelada durante su exposición. No obstante, la carne de los terneros que consumieron la dieta del pienso con lino enriquecido con vitamina E presentó un valor medio de TBARS de 1,3 mg de malonaldehído/kg de carne que fue ligeramente inferior al valor de 1,5 mg/kg de las

dietas control y de lino, aunque esta diferencia no fue significativa. Sin embargo, si se analizan los datos por exposición, a medida que aumentaba el tiempo de 1 día, a 4 días y a 10 días los niveles de TBARS aumentaron significativamente. Partiendo el primer día de 0,1 mg/kg de carne, a los cuatro días se llegó a 1,5 mg/kg lo cual representó un nivel relativamente alto de enranciamiento y a los diez días se alcanzó el valor de 2,7 mg/kg, que sobrepasó ampliamente los 2 mg/kg que se indican como límite de aceptabilidad por el consumidor (Campo *et al.*, 2006).

### Conclusión

Los resultados de este trabajo sugieren que es posible utilizar ingredientes como la semilla de lino en los piensos de cebo de terneros para obtener una carne con un perfil de ácidos grasos más acorde con las recomendaciones nutricionales, sin alterar la calidad sensorial ni la vida útil de esa carne.

### Agradecimientos

Los resultados de este trabajo se obtuvieron en el desarrollo del proyecto INIA RTA 2005-00183, que fue cofinanciado con fondos FEDER.

### Bibliografía

- Albertí, P., Sañudo, C. y Santolaria, P. 1995a. El cebo de terneros con pienso. *BOVIS*, 63, 43-51.
- Albertí, P., Sañudo, C., Santolaria, P., Negueruela, I., Olleta, J. L., Mamaqi, E., Campo, M. M. y Álvarez, F. 1995b. Calidad de la carne de terneros de raza Parda Alpina y Pirenaica cebados con pienso rico en gluten feed y mandioca. *ITEA extra* 16, 630-632.
- Aldai, N., Murray, B. E., Nájera, A. I., Troy, D. J. y Osoro, K. 2005. Derivatization of fatty acids and its application for conjugated linoleic acid studies in ruminant meat lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(7), 1073-1083.
- Arnold, R. N., Scheller, K. K., Arp, S. C., Williams, S. N., Buege, D. R. y Schaefer, D. M. 1992. Effect of long- or short-term feeding of alpha-tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, car-

- cass characteristics, and beef color stability. *Journal of Animal Science*, 70(10), 3055-3065.
- **Beriain, M. J., Sánchez, M. y Carr, T. R.** 2009. A comparison of consumer sensory acceptance, purchase intention, and willingness to pay for high quality United States and Spanish beef under different information scenarios. *Journal of Animal Science*, 87(10), 3392-3402.
  - **Blanco, M., Villalba, D., Ripoll, G., Sauerwein, H. y Casasús, I.** 2009. Effects of early weaning and breed on calf performance and carcass and meat quality in autumn-born bull calves. *Livestock Science*, 120(1-2), 103-115.
  - **Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgiou, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis, A. J. y Trakatellis, A. G.** 1994. Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(9), 1931-1937.
  - **Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D. y Richardson, R. I.** 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303-311.
  - **Cho, H. P., Nakamura, M. y Clarke, S. D.** 1999. Cloning, expression, and fatty acid regulation of the human  $\Delta$ -5 Desaturase. *Journal of Biological Chemistry*, 274(52), 37335-37339.
  - **de Blas, C., Mateos, G. G. y Rebollar, P. G.** 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2ª edición). *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. Madrid, España. 423 pág. [http://www1.etsia.upm.es/fedna/ARCHIVOS%20TABLAS/TABLAS%20FEDNA%20\(2ª%20ed.\).xls](http://www1.etsia.upm.es/fedna/ARCHIVOS%20TABLAS/TABLAS%20FEDNA%20(2ª%20ed.).xls).
  - **EFSA.** 2007. (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria). Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to cyanogenic compounds as undesirable substances in animal feed. Question N° EFSA-Q-2003-064. *The EFSA Journal*, 434, 1-67.
  - **EFSA.** 2010. (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria). Scientific Opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *The EFSA Journal* 8(3), 1461.
  - **García Regueiro, J. A. y Maraschiello, C.** 2005. Oxidación lipídica de la carne. En "Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes" *INIA*. Coordinadores V. Cañeque y C. Sañudo. pág. 300-312.
  - **Harper, C. R. y Jacobson, A. J.** 2001. The fats of life. The role of omega-3 fatty acids in the prevention of coronary heart disease. *Arch. Inter. Med.*, 161, 2185-2192.
  - **Hunt, M. C., Acton, J. C., Benedict, R. C., Calkins, C. R., Cornforth, D. P., Jeremiah, L. E., Olson, D. G., Salm, C. P., Savell, J. W. y Shivas, S. D.** 1991. Guidelines for meat color evaluation. *American Meat Science Association (AMSA)*. 17 pág.
  - **Insausti, K., Beriain, M. J., Alzueta, M. J., Carr, T. R. y Purroy, A.** 2004. Lipid composition of the intramuscular fat of beef from Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Science*, 66(3), 639-646.
  - **Jakobsson, A., Westerberg, R. y Jacobsson, A.** 2006. Fatty acid elongases in mammals: Their regulation and roles in metabolism. *Progress in Lipid Research*, 45(3), 237-249.
  - **Krzywicki, K.** 1979. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metamyoglobin at the surface of beef. *Meat Science*, 3, 1-9.
  - **MacDougall, D. B.** 1982. Changes in the colour and opacity of meat. *Food Chemistry*, 9(1-2), 75-88.
  - **Mach, N., Devant, M., Diaz, I., Font-Furnols, M., Oliver, M. A., Garcia, J. A. y Bach, A.** 2006. Increasing the amount of n-3 fatty acids in meat from young Holstein bulls through nutrition. *J. Anim Sci.*, 84(11), 3039-3048.
  - **Maddock, T. D., Bauer, M. L., Koch, K. B., Anderson, V. L., Maddock, R. J., Barcelo-Coblijn, G., Murphy, E. J. y Lardy, G. P.** 2006. Effect of processing flax in beef feedlot diets on performance, carcass characteristics, and trained sensory panel ratings. *Journal of Animal Science*, 84(6), 1544-1551.
  - **Piedrafita, J., Quintanilla, R., Sañudo, C., Olleta, J. L., Campo, M. M., Panea, B., Renand, G., Turin, F., Jabet, S., Osoro, K., Oliván, M. C., Noval, G., García, P., García, M. D., Oliver, M. A., Gispert, M., Serra, X., Espejo, M., García, S., López, M. y Izquierdo, M.** 2003. Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production systems. *Livestock Production Science*, 82(1), 1-13.
  - **Russo, G. L.** 2009. Dietary n - 6 and n - 3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology*, 77(6), 937-946.
  - **Whittington, F. M., Prescott, N. J., Wood, J. D. y Enser, M.** 1986. The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs of 85 kg live weight. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37(8), 753-761.
  - **WHO/FAO.** 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Technical Report Series, n° 916, 150 [www.fao.org/DOCREP/005/AC911E/AC911E00.HTM](http://www.fao.org/DOCREP/005/AC911E/AC911E00.HTM). e