

## EFFECTO LA INCLUSIÓN DE LINO Y VITAMINA E EN LA DIETA SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL COLOR DE LA CARNE DE TERNEROS DE RAZA PIRENAICA

Ripoll, G., \*Albertí, P., Panea, B y Joy, M.  
 Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.  
 Crta. Montañana, 930; 50059. Zaragoza. \*palberti@aragon.es

### INTRODUCCIÓN

El creciente reconocimiento de los beneficios para la salud humana de la ingesta de ciertos ácidos grasos, hace que se busque la incorporación de dichos ácidos en todo tipo de productos alimentarios, incluyendo la carne de bovino. Esto es más importante todavía en países donde el consumo de pescado es bajo, en los cuales la principal fuente de ciertos ácidos grasos poliinsaturados es la carne roja (Howe *et al.*, 2006). El uso de dietas de cebo de terneros con gran proporción de productos ricos en ácidos grasos insaturados como la semilla de lino facilita la sustitución de unos ácidos grasos por otros más deseables y disminuye la relación  $\omega 6/\omega 3$ , mejorando la calidad nutritiva del producto. Por otra parte, la existencia de ácidos grasos insaturados en la carne, puede hacer disminuir la vida útil de la misma por ser estos más susceptibles de oxidación que los saturados, haciendo necesario el aporte de algún antioxidante que los proteja. El efecto antioxidante de la carne por medio del aporte de vitamina E en la dieta de los rumiantes ha sido ampliamente estudiado y probado. El objetivo de este trabajo fue valorar la vida útil, en términos de color y de los pigmentos hemínicos, de carne de terneros cebados con dietas con semilla de lino y aportes de vitamina E como antioxidante.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 46 terneros de raza Pirenaica, de los cuales 14 fueron cebados con pienso comercial y paja *ad libitum* (T), 16 con un pienso con un 5% de lino (L) y 16 con el mismo pienso que L pero enriquecido con Vitamina E (LV) hasta 210 mg/kg. El pienso de los lotes T y L contenían 10 mg de vitamina E /kg. Para mas detalles de los piensos, ver Albertí et al (2007). La mitad de cada lote se sacrificó al llegar a un estado de engrasamiento de 3 mm de grasa subcutánea (E1) y la otra mitad al alcanzar 4 mm (E2) determinado en la 4ª vértebra lumbar con un ecógrafo Aloka SSD provisto de una sonda de 7.5 Mhz. Se sacrificaron los animales, y tras 24 horas de refrigeración extrajo el M. *longissimus thoracis* y se tomó el pH con un pHmetro Crison con electrodo de penetración. Este músculo se cortó en porciones que se colocaron en bandejas correspondientes a la determinación del color en el momento del corte, a 15 minutos, 24 h, 48 h, y 6, 9 y 14 días. Las bandejas se cubrieron con film plástico transparente permeable al oxígeno para evitar su deshidratación, y se conservaron a 4°C en oscuridad. Se realizó la determinación del color de la carne con un espectrofotómetro CM-2600d desechándose posteriormente la bandeja correspondiente. Se utilizó el sistema de coordenadas tricromáticas CIE (1976) registrándose los valores de claridad (L\*), índice de rojo (a\*) e índice de amarillo (b\*), calculándose el tono (H\*) como  $H^* = \arctangente(b^*/a^*) \times 57,29$  y la saturación (C\*) como  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$ . Se determinó el porcentaje de mioglobina (Mb), oximioglobina (MbO<sub>2</sub>) y metamioglobina (MMb) por el método de Krzywicki. (1979) a partir de las 24 horas. Todas las variables analizaron haciendo uso del paquete estadístico SAS (versión. 9.1). Los datos de peso vivo, pH y color del músculo a las 24 horas se analizaron mediante un ANOVA (PROC GLM), y los datos de evolución de color y proporción de pigmentos hemínicos mediante un análisis de varianza de medidas repetidas (PROC MIXED), con la dieta y el nivel de engrasamiento como factores fijos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias en el pH de la carne entre tratamientos ( $P > 0,05$ ) teniendo una media global de 5,5 y una desviación estándar de 0,06. No hubo diferencias significativas en el peso vivo al sacrificio entre dietas ( $P > 0,05$ ), como se esperaba por ser dietas isoenergéticas, y si entre niveles de engrasamiento ( $P < 0,001$ ) con 402,0 kg para el

engrasamiento bajo y 481,3 kg para el alto. No hubo diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre dietas para las variables  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  o  $h^*$  del color del músculo. El efecto del engrasamiento fue altamente significativo ( $P<0,001$ ) en  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $C^*$  y  $h^*$  y significativo para  $b^*$  ( $P<0,05$ ). Se encontró una interacción significativa entre el nivel de engrasamiento y la dieta para la claridad del músculo (Figura 1). Los lotes con el nivel de engrasamiento E1 tuvieron un máximo de claridad a las 24 horas, para bajar a las 48 horas mientras que los lotes E2 lo tuvieron a las 48 horas, y presentaron menores valores de luminosidad desde los 9 a los 14 días.

Tabla 1. Principales efectos e interacciones significativas sobre el color y los pigmentos de la carne.

	Dieta	Engrasamiento	Tiempo	Engrasamiento*Dieta	Engrasamiento*Tiempo
Luminosidad ( $L^*$ )	ns	***	***	*	-
Rojo ( $a^*$ )	ns	***	***	-	-
Amarillo $b^*$	ns	*	***	-	-
Saturación ( $C^*$ )	ns	***	***	-	-
Tono ( $h^*$ )	ns	***	***	-	-
Metamioglobina <sup>1</sup>	ns	**	***	*	-
Mioglobina <sup>1</sup>	**	**	*	-	**
Oximioglobina <sup>1</sup>	ns	ns	***	*	*

<sup>1</sup> Expresados en porcentaje de pigmentos hemínicos totales.

ns=  $P>0,05$ ; \*= $P\leq 0,05$ ; \*\*= $P<0,01$ ; \*\*\*= $P<0,001$

Los cambios en la luminosidad son debidos a cambios en la proteína muscular (McDougall, 1992) probablemente derivados de la diferencia de peso y edad entre E1 y E2. A partir de los 9 días, la evolución del color de los lotes LV fue similar en los dos niveles de engrasamiento, mientras que para los lotes T y L, el engrasamiento bajo tuvo los mayores valores de luminosidad y el engrasamiento alto los menores valores. El tono de todos los tratamientos descendió en las primeras 24 a 48 horas (Figura 1) hasta valores de entre 48 y 51 donde se estabilizó hasta los 14 días. A pesar de no haber diferencias entre dietas, los lotes T quedaron con tonos más bajos en los dos niveles de engrasamiento, y tanto el lote L como el T a engrasamiento bajo comenzaron a aumentar su tono a los 6 y 9 días respectivamente, indicando un comienzo de decoloración. No obstante, todos los tratamientos se mantuvieron en valores de tono óptimos hasta el final de la experiencia. Comercialmente, el color entre las 24 y 48 horas es de gran importancia para la venta. A las 24 horas el lote de engrasamiento alto tuvo mayor valor ( $P<0,05$ ) de  $a^*$ ,  $b^*$ , Saturación y menor Tono (Tabla 2) debido a la mayor edad y peso de estos animales. A este tiempo tampoco hubo influencia de la dieta para ninguna de las variables.

Figura 1 Evolución de la luminosidad y el tono del músculo.

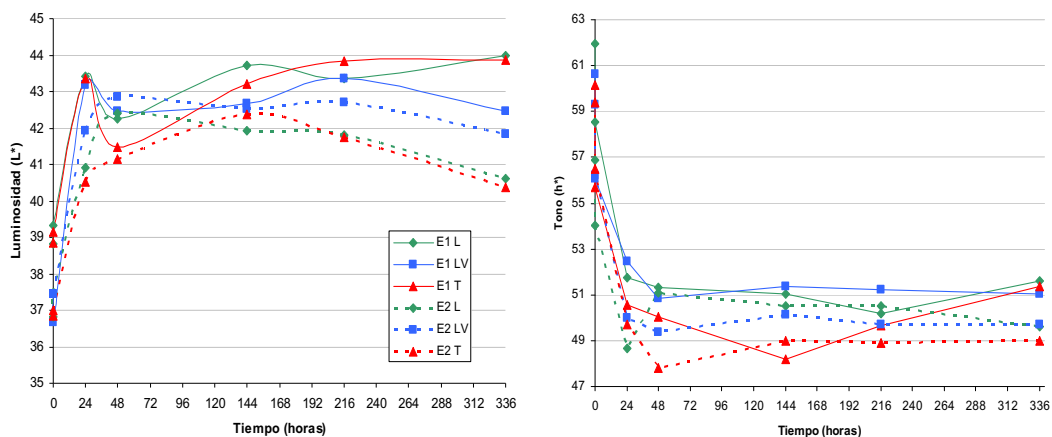


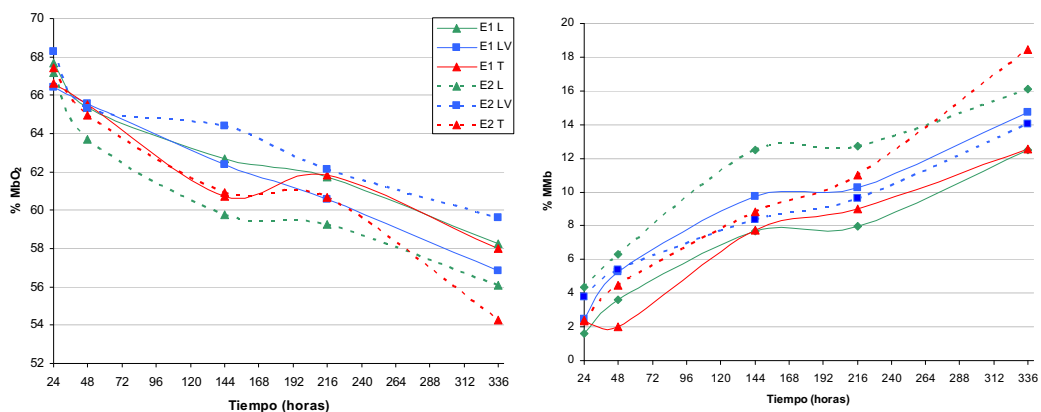
Tabla 2. Color de la carne a las 24 horas de oxigenación.

	DIETA				ENGRASAMIENTO		
	T	L	LV	e.e.-Sig	E1	E2	e.e.-Sig
Luminosidad (L*)	41,95	42,16	42,56	0,694 ns	43,33	41,15	0,565 **
Rojo (a*)	11,95	12,23	11,84	0,493 ns	11,23	12,79	0,161 **
Amarillo b*	14,26	14,54	14,56	0,335 ns	14,07	14,85	0,273 *
Saturación (C*)	18,62	19,03	18,82	0,520 ns	18,04	19,63	0,424 *
Tono (h*)	50,13	50,21	51,21	0,902 ns	51,64	49,43	0,734 *

ns= P>0,05; \*=P≤0,05;\*\*=P<0,01;\*\*\*=P<0,001

Hubo una interacción significativa (P<0,05) para MMb (Figura 2) entre el estado de engrasamiento y la dieta. La carne del lote LV a los dos engrasamientos se mantuvo en valores intermedios, mientras que el lote L tuvo los mayores y menores porcentajes de MMb para los engrasamientos E2 y E1 respectivamente. La evolución de la oximioglobina partió de valores altos después de 24 horas de oxigenación, y luego disminuyó conforme se fue creando metamioglobina. Esta tendencia cambió entre los 6 y 9 días en que la formación de MMb se ralentizó excepto para el lote T a los dos niveles de engrasamiento. Hubo un importante efecto del nivel de engrasamiento, asociado al peso vivo y edad ya que a mayor tiempo recibiendo el suplemento de vitamina E en las distintas dietas se reflejó en un menor tono. En conclusión, el efecto de la dieta se evidenció ligeramente a tiempos largos de exposición que no son usuales en el mercado habitual. No obstante, tanto las dietas con lino y enriquecidas con vitamina E, como las de piensos testigo con niveles habituales de vitamina E proporcionaron carne con una prolongada vida útil por su color o apariencia.

Figura 2. Evolución de la mioglobina y metabioglobina.



**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido cofinanciado por INIA RTA2005-00183-C02 y fondos FEDER Agradecemos a J. Santamaría de DSM Nutritional Products Iberica S.A. por el suministro de la vitamina E. Dedicado a la memoria de Rafael Delfa, que nos brindó su incondicional amistad y realizó todo el trabajo de ecografías.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albertí, P., Ripoll, G., Panea, B., Joy, M. (2007). ITEA Vol. Extra 28  
 Arnold, R. N., Scheller, K. K., Arp, S. C., Williams, S. N., Schaefer, D. M. (1992). Journal of Food Science 57: 518-520.  
 Howe, P., Meyer, B., Record, S. & Baghurst, K. (2006). Nutrition 22: 47-53.  
 Krzywicki, K. (1979). Meat Science 3: 1-9.  
 Maccougall, D. B. (1982). Food Chemistry 9: 75-88.