

## Efecto de la inclusión de antioxidantes en dietas de acabado sobre la calidad de la carne de terneros

P. Alberti\*, G. Ripoll\*, I. Casasús\*, M. Blanco\*, J.L.G. Chapullé\*\*, J. Santamaría\*\*\*

\*Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria. Gobierno de Aragón. Apdo. 727. 50080 Zaragoza, palberti@aragon.es

\*\*Sociedad Cooperativa Limitada Agropecuaria del Sobrarbe, 22330 Ainsa.

\*\*\*DSM Nutritional Products. C/ Honduras, par. 26 Políg. El Descubrimiento. 28806 Alcalá de Henares.

### Resumen

Veinticuatro terneros cruzados (Charolés x Parda de Montaña) distribuidos en cuatro lotes recibieron una ración de acabado durante los 65 días previos al sacrificio. Al lote testigo (T) se le suministró un pienso de 1,04 UF, 150 g proteína bruta y 44 UI de vitamina E por kg. Los otros lotes recibieron el mismo pienso con una suplementación por kilogramo de pienso de 280 mg de flavonoides y antioxidantes (lote F), 200 mg de vitamina E (lote VE), y el cuarto lote una suplementación de 200 mg de vitamina E más 280 mg de flavonoides y antioxidantes (lote VE-F). El consumo medio diario de vitamina E por ternero en los cuatro lotes fue 402 UI (T), 369 UI (F), 2016 UI (VE) y 2123 UI (VE-F) respectivamente.

No se hallaron diferencias significativas en ninguno de los parámetros productivos tales como ganancia media diaria de peso, rendimiento canal, peso canal, conformación o engrasamiento de la canal. Los valores de pH último, capacidad de retención de agua, textura o color de la grasa subcutánea no dieron diferencias significativas entre lotes debidas a la suplementación, siendo todos ellos valores esperables en carne de bovino. Sin embargo, el efecto antioxidante de la vitamina E y los flavonoides se evidenció sobre el color de la carne, estabilizando los índices de rojo y amarillo del músculo e inhibiendo el aumento de Tono sufrido por el lote testigo a partir de los once días del fileteado.

**Palabras clave:** calidad de carne, vida útil, estabilidad del color, vitamina E, flavonoides

### Summary

#### Effect of the addition of antioxidants to finishing diets of young bulls on meat quality

Twenty-four cross bull calves (Charolaise x Parda de Montaña) distributed in four lots received a finishing ration during the 65 days previous to slaughter. The control lot (T) received a concentrate with 1,04 FU, 150 g CP and 44 IU vitamin E per kg. The other lots received the same concentrate with a supplementation per kilogram of concentrate of 280 mg of flavonoids (lot F), 200 mg of vitamin E (lot VE), and the fourth lot a supplementation of 200 mg of vitamin E and in addition 280 mg of flavonoids and antioxidants (lot VE-F). The mean daily consumption of vitamin E by animal in the four lots was 402 IU (T), 369 IU (F), 2016 IU (VE) and 2123 IU (VE-F) respectively. There were no significant differences in any of the productive parameters such as average daily gain, dressing percentage, carcass weight or carcass classification. No significant differences were found between lots due to supplementation on ultimate pH value, water holding capacity, meat texture or subcutaneous fat colour, being all of them in the expected normal range of values. Nevertheless, the anti oxidative effect of vitamin E and flavonoids was evidenced in meat colour, improving the red and yellow index stability and inhibiting the Hue angle increase that took place on thread meat after eleven days in the control lot.

**Key words:** beef quality, shelf life, colour stability, vitamin E, flavonoids

## Introducción

El músculo es un tejido susceptible de reacciones oxidativas, ya que contiene pro-oxidantes tales como proteínas hemínicas (mioglobina, hemoglobina) que actuarían sobre los lípidos de las membranas celulares. Cuando el músculo es expuesto al aire, el color cambia de púrpura (mioglobina reducida) a rojo (oximioglobina) (O'Keefe y Hood, 1982). Durante el procesado de la carne, la oxidación de la grasa se ve potenciada ya que entonces las estructuras se rompen, mezclándose las membranas celulares con los prooxidantes endógenos en presencia de oxígeno. Estos procesos oxidativos podrían contribuir a la pérdida de integridad de la membrana de las células musculares, aumentando la pérdida de jugo de la carne (Mitsumoto et al., 1995).

La vida útil de producto hace referencia al periodo de tiempo en que la carne, mantenida a baja temperatura, presenta una apariencia y color agradables, debido al estado oxidativo de la mioglobina; y no tiene olor a rancio, causado por la oxidación de la grasa. La vida útil del producto cobra mayor importancia cuanto mayor manipulación y contacto con el oxígeno y los microorganismos ha sufrido. Se suele hablar de vida útil en carne fileteada o picada. Por ello, el envasado al vacío se está imponiendo en las salas de despiece debido a las ventajas que aporta alargando la vida útil de este producto tan perecedero. De igual manera, las mezclas de gases o atmósferas modificadas en carnes fileteadas o picadas, que se presentan en bandejas cubiertas con un film de plástico en los puntos de venta, son un medio adecuado para el mismo fin (Daun et al., 1971).

La suplementación con vitamina E durante la alimentación de los animales, retrasa la formación de metamioglobina en la carne que se está comercializando, y alarga el periodo en que la superficie del músculo no

muestra evidencias de decoloración (Arnold et al., 1992; Arnold et al., 1993a; Mitsumoto et al., 1991; Zerby et al., 1999). Esta mayor estabilidad del color y la mayor resistencia a la oxidación de los depósitos grasos es la base para alargar la vida útil de la carne una vez fileteada y presentada al consumidor a la espera de su elección y compra (Schaefer et al., 1995), aunque la pérdida de agua es también uno de los factores importantes que influyen en el consumidor (Den Hertog-Meischke et al., 1997).

La adición de antioxidantes a la carne fresca en el momento del procesado se ha mostrado menos efectiva, y más cara, que su incorporación en el músculo por medio de su adición en la dieta (Channon y Trout, 2002). El aporte de diversos tipos de antioxidantes o flavonoides en el cebo de terneros puede ayudar a mantener estable en el tiempo el color de la carne, siendo éste un factor determinante para el consumidor en el momento de la compra. Por estos motivos, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un acabado de terneros con una dieta rica en vitamina E, flavonoides o su combinación sobre la estabilidad del color del músculo, la textura instrumental y el color de la grasa subcutánea. La inclusión de un lote experimental que reciba la combinación de ambas sustancias ayudará a la interpretación de los resultados y permitirá conocer si existe un efecto sinérgico entre ellas.

## Material y métodos

Veinticuatro terneros cruzados hijos de toros de razas cárnicas (tipo Charolés) con vacas de raza Parda de Montaña fueron distribuidos en cuatro lotes de seis animales. Después de cuatro meses de cebo convencional, se realizó un acabado a pienso y paja *ad libitum* durante un periodo de 65 días.

El lote testigo (lote T) se alimentó con un concentrado de formulación comercial (1,04 UF carne y 15 % PB/kg MS), en el que los ingredientes aportaban 16 mg de vitamina E/kg y el corrector mineral-vitamínico aportaba una suplementación de 25 mg de vitamina E/kg pienso. Un segundo lote (lote F) tuvo un aporte de 2 kg de Fitopep-2 (Vetfito, Barcelona; ver composición en anexo 1) por tonelada de pienso concentrado. Este producto se compone de flavonoides y antioxidantes de origen vegetal. Como la riqueza en flavonoides y antioxidantes de este producto es del 14 %, la dosis de flavonoides y sustancias antioxidantes aportados fue de 280 mg/kg de concentrado. El tercer lote tuvo un aporte extra de vitamina E (200 mg/kg concentrado) (lote VE) respecto al lote testigo. Al cuarto lote se le aportó un conjugado de vitamina E, flavonoides y antioxidantes (lote VE-F) en las mismas proporciones que en los lotes VE y F.

Para el cálculo del aporte diario de vitamina E por ternero, se ha tenido en cuenta que la suplementación de vitamina E fue en forma de acetato de dl- $\alpha$ -tocoferol, por lo que 1 mg equivale a 1 UI, mientras que cuando el aporte de vitamina E es de forma natural (dl- $\alpha$ -tocoferol) debido a las materias primas del concentrado, su equivalencia es 1,49 UI.

Los animales se sacrificaron a un peso vivo medio de  $510 \pm 43,3$  kg y una edad media de  $290 \pm 26,7$  días. Las canales estuvieron 24 horas en las cámaras de refrigeración. En este momento, se midió el color de la grasa subcutánea en la zona lumbar de la media canal izquierda a la altura de la 13ª costilla con un espectrofotómetro Minolta CM-2600d valorando la claridad o luminosidad ( $L^*$ ) el índice de rojo ( $a^*$ ) y el índice de amarillo ( $b^*$ ), a partir de los cuales se calcularon la Saturación ( $C^*$ ) y el Tono ( $H^*$ ) (Albertí, 2000). Asimismo, se cortaron de la quinta a la séptima costilla torácica para la extracción del *longissimus thoracis* que fue seccio-

nado en filetes para los distintos análisis instrumentales.

El pH último (24h) de la carne se midió en un filete de *longissimus thoracis* utilizando un pHmetro Crison. El cálculo de las pérdidas por goteo se realizó en un filete de 1,5 cm de grosor del *longissimus thoracis* envuelto en una malla plástica, dentro de una bolsa de plástico y suspendido durante 24 h mantenido a 4 °C en frigorífico, siguiendo las recomendaciones de Honikel (1998). A nivel de la 6ª costilla se cortaron dos filetes del músculo *longissimus thoracis* de 2,5 cm de espesor que fueron alojados en una bandeja de plástico y cubiertos con un film de plástico permeable al oxígeno, permaneciendo en frigorífico a 4 °C en oscuridad. En uno de ellos se midieron los parámetros de color en el momento del corte y a los 15 minutos, 4, 24 y 48 horas. En el otro trozo, que se había reservado de la contaminación que se produce al manipularlo durante la medición, se evaluó a los 4, 7, 11 y 14 días.

Para la valoración de la textura de la carne se cortó un filete de 3,5 cm de espesor del músculo *longissimus thoracis* de la 7ª costilla. El filete se envasó al vacío, se maduró durante 8 días y se coció en un baño de agua durante 45 minutos, hasta que la temperatura interna del filete alcanzó los 65/70° centígrados. Del filete se seccionaron, siguiendo la orientación de las fibras musculares, un mínimo de 12 tacos en forma de prisma de 1x1x3 cm. Cada taco fue cortado perpendicularmente por la célula Warner-Bratzler en un equipo Instron modelo 5543 midiendo la carga (kg) y la dureza ( $\text{kg/cm}^2$ ).

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (2001). Se realizó un análisis de varianza empleando el procedimiento GLM para la comparación de las medias de las variables con la dieta como efecto fijo y a un nivel de significación de  $P < 0,01$ . En el estudio detallado de la evolu-

ción del tono (H\*) del músculo se utilizó el procedimiento MIXED de medidas repetidas cuyo modelo incluía como efectos la Dieta, el Tiempo de medición y su interacción Dieta por Tiempo, utilizando como covariable el tono del músculo en el momento del corte (0h). En función del estadístico AICC (criterio corregido de información de Akaike) se eligió como estructura de covarianza la opción Toeplitz heterogéneo.

### Resultados y discusión

El aporte diario de vitamina E por ternero según la ingestión de pienso fue de 402 UI (T), 369 UI (F), 2016 UI (VE) y 2123 UI (VE-F). Además los lotes suplementados con flavonoides recibieron 2,1 g (F) y 2,4 g (VE-F) de flavonoides y sustancias con efectos antioxidantes.

La ganancia media diaria de peso por lote de los terneros durante los 65 días del periodo de acabado varió entre 1,26 kg/d y 1,36 kg/d no hallándose diferencias significativas ( $P>0,05$ ) debidas a la dieta. La ganancia de peso para este tipo de animales puede alcanzar el máximo en etapas anteriores del periodo de cebo (1,8 kg/d) y tiende a disminuir al final en los periodos de acabado tal como ha ocurrido en este caso. La media de edad por lote estuvo entre 11 y 12 meses y el peso al sacrificio, varió entre 491 kg y 529

kg no hallándose diferencias significativas entre lotes ( $p>0,05$ ). Asimismo, tampoco se encontraron diferencias significativas en el rendimiento canal entre los cuatro lotes, que estuvo comprendido entre el 60,4% y el 61,7%. Estos rendimientos fueron ligeramente superiores a los obtenidos con terneros de raza Parda con un peso canal de 281 kg (categoría comercial Añojo) o 332 kg (Añojo pesado) y rendimientos de 59,7% y 60,2% respectivamente (Albertí et al., 2001b), lo cual confirma que el cruzamiento con toros cárnicos mejora el rendimiento.

También en las notas de clasificación de la canal se hizo notar el cruce ya que su conformación valorada como una U de la escala SEUROP fue superior a la R que suele presentar la raza Parda de Montaña sacrificada a estos pesos (Albertí et al., 2001a). Asimismo, el engrasamiento de 2 puntos sobre los 5 de la escala se ajustó a lo esperado para animales de estas características y cebados con pienso.

En la tabla 1 se detallan el peso canal y los valores instrumentales de calidad de la carne. El peso canal osciló en torno a 310 kg correspondiendo a la categoría comercial Añojo. No se hallaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) en la media de peso canal entre lotes.

Los valores de pH último próximos a 5,5 que tuvieron las carnes corresponden a animales

Tabla 1. Peso canal caliente y medidas instrumentales de calidad de carne  
Table 1. Hot carcass weight and instrumental measures of meat quality

Tratamiento	T	F	VE	VE-F	e.e.	Sig.
Peso canal caliente, kg	315,0	310,4	321,1	298,0	14,21	ns
CRA, % pérdidas	1,12	0,89	0,82	0,81	0,105	ns
pH <sub>u</sub>	5,58	5,55	5,54	5,60	0,042	ns
Carga máxima, kg	6,9	5,3	7,2	6,9	0,51	ns
Dureza máx, kg/cm <sup>2</sup>	2,2	1,9	2,3	2,1	0,14	ns

e.e = error estándar, ns = no significativo.

normales que no han sufrido estrés previo al sacrificio. Los valores altos de pH tienen consecuencias en la calidad de la carne ya que alteran muchas de sus características, como el color del músculo y las características sensoriales entre otras, tal como se puso de manifiesto por Albertí et al. (1995) en terneros de raza Parda y Pirenaica.

La variación en capacidad de retención de agua del músculo influye en la jugosidad que se siente al consumir la carne (Albertí et al., 1995). Los resultados indican que aunque no fueron significativas ( $P>0,05$ ) las diferencias en pérdidas de líquido, parece que la carne de los terneros que recibieron una suplementación de vitamina E o flavonoides tendió a perder una menor cantidad de líquido y por lo tanto tendría una mayor capacidad de retención de agua y sería más jugosa para el consumidor. Esta tendencia concuerda con los resultados de Mitsumoto et al. (1995) que encontraron menores pérdidas de agua en carne de terneros alimentados con dietas ricas en vitamina E que en carne del lote control. Zerby et al. (1999) no encontraron diferencias significativas en las pérdidas de agua de la carne envasada al vacío proveniente de animales suplementados con 500 UI/día durante 100 días. Sin embargo, a veces este efecto debido al uso de dosis elevadas de Vitamina E sobre las pérdidas por goteo no es homogéneo en toda la carne sino que depende del músculo

lo estudiado (Den Hertog-Meischke et al., 1997).

En cuanto a la textura de la carne (tabla 1) no se hallaron diferencias en carga o dureza ( $P>0,05$ ) entre los lotes debido a las dietas. Los valores de carga (de 5,3 kg a 7,2 kg) y dureza (de 1,9 kg/cm<sup>2</sup> a 2,3 kg/cm<sup>2</sup>) de este trabajo fueron un poco superiores a los obtenidos con terneros de razas españolas cebados con pienso y sacrificados a 470 kg (Campo et al., 2000) o a 550 kg (MACIE, 2002). Asimismo, Monson et al. (2004) obtuvieron valores de 6,66 kg y 2,61 kg/cm<sup>2</sup> para la carga máxima y la dureza en carne madurada durante siete días de añojos pesados de raza Parda Alpina. Aunque no se hallaron diferencias en textura, los valores del lote B tendieron a ser menores a los demás lotes. No obstante, todos estos valores de textura están dentro del rango esperado para carnes con buena terneza sensorial.

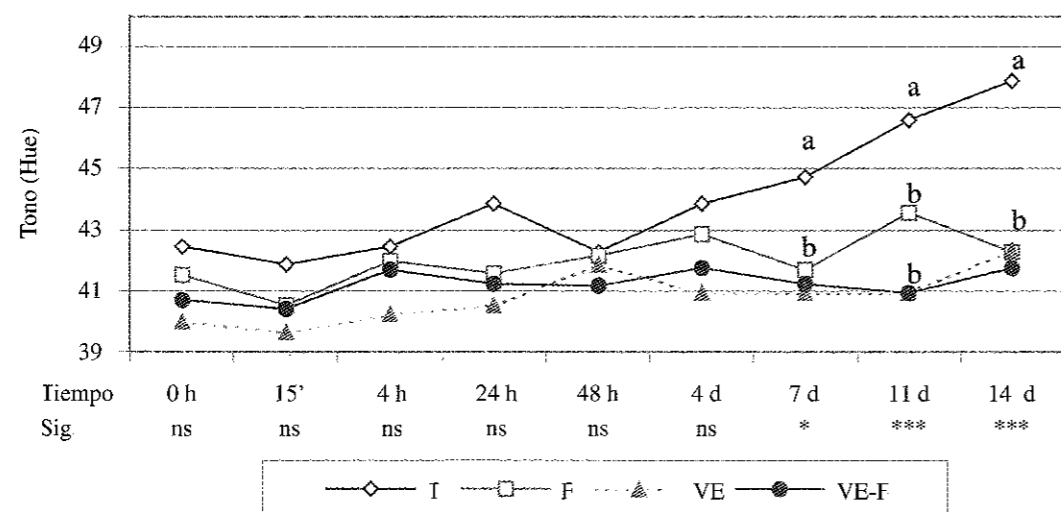
En la tabla 2 se detallan los valores de la medición del color de la grasa subcutánea. Tal como puede apreciarse, las diferencias entre lotes no fueron significativas ( $P>0,05$ ) en ninguno de los parámetros analizados. Esta grasa presentó bajo índice de rojo y saturación y alto tono y luminosidad, resultando una grasa más blanca que la encontrada por Albertí et al. (2003) en terneros cebados con pienso con niveles normales de vitamina E, cuya luminosidad tuvo valores próximos a 71,5.

Tabla 2. Color de la grasa subcutánea en la región dorso-lumbar a las 24 horas del sacrificio  
Table 2. Subcutaneous fat colour of the dorso-lumbar area at 24 hours of slaughter

Tratamiento	T	F	VE	VE-F	e.e.	Sig.
L*	76,81	73,93	75,62	75,62	0,995	ns
a*	0,54	0,87	1,71	1,37	0,520	ns
b*	8,18	8,55	9,83	8,49	0,632	ns
Saturación (C*)	8,26	8,65	9,99	8,69	0,562	ns
Tono (H*)	84,35	84,31	82,67	83,22	3,138	ns

e.e = error estándar, \*\*= $p<0,01$ ; ns = no significativo

En la figura 1 se representa la evolución del color del músculo, con los valores de tono para cada tratamiento y la significación del procedimiento MIXED para cada momento en el tiempo. En esta figura se observa que a las 48 horas del corte del músculo las diferencias entre lotes/dietas fueron mínimas en el valor de tono y a partir de ese momento en el lote testigo, que no había recibido la suplementación de vitamina E, el valor de tono empezó a aumentar progresivamente y a diferenciarse de los otros lotes suplementados. Esta tendencia se volvió significativa a los 11 y 14 días, de forma que mientras los restantes tratamientos mantuvieron estable su color, el lote testigo siguió evolucionando hacia un tono menos rojo y posiblemente empezando la decoloración del músculo. Esta variación está relacionada con la evolución del índice de rojo, que en el lote testigo disminuyó más rápidamente



\*\* =  $p < 0,01$ ; ns = no significativo

Figura 1. Evolución del tono ( $H^*$ ) del músculo longissimus thoracis desde el momento del corte (0h) hasta los 14 días y probabilidad en cada punto del efecto Dieta\*Tiempo.  
Figure 1. Muscle longissimus thoracis hue ( $H^*$ ) variation from cutting (0h) to 14 days and probability in each point of the Diet\*Time effect.

y llegó a valores inferiores a los del índice de amarillo (tabla 3), tal como se aprecia al comparar los valores a 48 horas y 14 días. Mientras que en los otros lotes su evolución fue más estable y el índice de rojo en ningún caso fue menor al de amarillo en la lectura de ese momento. Estos resultados coinciden con los del trabajo de Liu et al. (1996) en que concluían que los aportes de vitamina E retrasaban la caída del índice de rojo y retrasaban la subida del tono, además recomendaban la utilización de la variable tono por ser completa, objetiva y precisa para valorar la duración del color óptimo de la carne.

Liu et al. (1995) hallaron que los factores que influyen para prolongar el tiempo en que la carne presenta un color óptimo son la dosis y la duración de la suplementación con vitamina E, el tipo de músculo y el periodo de maduración o exposición al oxígeno de la

Tabla 3. Color del músculo longissimus thoracis de la 6ª costilla a las 24 horas y 14 días del corte  
Table 3. Muscle longissimus thoracis colour of 6<sup>th</sup> rib at 24 hours and 14 days from cutting time

Tratamiento	T	F	VE	VE-F	e.e.	Sig.
Músculo a las 48 horas del corte						
L*	41,76	39,93	40,81	39,47	0,925	ns
a*	17,96	17,51	19,23	18,12	0,751	ns
b*	16,14	15,88	17,22	15,85	0,423	ns
Saturación (C*)	24,20	23,65	25,83	24,09	0,709	ns
Tono ( $H^*$ )	42,26	42,17	41,87	41,17	1,145	ns
Músculo a los 14 días del corte						
L*	39,68	39,69	38,86	38,62	0,983	ns
a*	12,77 <sup>b</sup>	15,78 <sup>ab</sup>	15,58 <sup>ab</sup>	16,56 <sup>a</sup>	0,723	**
b*	14,07	14,25	14,14	14,81	0,438	ns
Saturación (C*)	19,02	21,30	21,05	22,22	0,746	ns
Tono ( $H^*$ )	47,89 <sup>a</sup>	42,30 <sup>b</sup>	42,33 <sup>b</sup>	41,76 <sup>b</sup>	1,085	**

e.e. = error estándar, \*\* =  $p < 0,01$ ; ns = no significativo

carne. El lomo se caracteriza por ser un músculo que presenta una estabilidad del color alta ya que según Chan et al. (1996) la estabilidad del color del músculo longissimus dorsi es mayor que la del m. gluteus medius (cadera) y la de éste mayor que la del m. psoas major (solomillo). La dosis de vitamina E y el periodo de suplementación utilizados para alargar el tiempo que la carne presenta su color óptimo varían ampliamente en la bibliografía existente. Arnold et al. (1993a) recomiendan la suplementación de 1300 UI/d de vitamina E durante un mínimo de 44 días para lograr un nivel de reservas en el ternero suficiente para alargar la vida útil de la carne con relación al aumento de la estabilidad del color del músculo y la oxidación de los lípidos, mientras que Liu et al. (1995) cifraron un aporte mínimo de 500 UI por ternero al día de vitamina E durante 126 días para alargar la vida útil del producto retrasando el enranciamiento de las grasas (Liu et al., 1996). Asimismo, Chan et al. (1996) lograron retrasar la oxidación de la oximoglobina con una suplementación de 1204 UI de vitamina E por ternero durante 122 días.

En este trabajo, el suministro de 2016 UI/d (lote VE) y 2123 UI/d (lote VE-F) durante 65 días representa una dosis alta y un periodo corto con relación a los datos de la bibliografía consultada. Por otro lado, si comparamos el aporte total de vitamina E durante todo el periodo con los datos de la bibliografía citada vemos que los terneros de lotes que recibieron el aporte de vitamina E consumieron una cantidad intermedia (131.000 a 138.000 UI) parecida a la que recibieron los terneros citados por Chan et al. (1996) que fue 147.000 UI mientras que los animales experimentales de Liu et al. (1995) y Arnold et al. (1993a) recibieron unas 60.000 UI y los terneros del trabajo de Yang et al. (2002) consumieron 330.000 UI. Se evidencia que no hay que suministrar dosis muy elevadas para obtener respuesta en la coloración del músculo. Sin embargo, parece que si se quiere que la carne expuesta presente un color estable a lo largo de un periodo prolongado las dosis altas son más apropiadas (Arnold et al., 1993b).

Los flavonoides utilizados en esta prueba se han comportado con similar eficacia en la

estabilización del color de la carne que la obtenida con la suplementación con vitamina E, lo cual sugiere la posibilidad de su uso como aditivo de efectos beneficiosos para alargar la vida útil de la carne. Sin embargo, el efecto positivo de los antioxidantes naturales en la estabilidad del color depende de los componentes activos. Así Sánchez-Escalante *et al.* (2001) concluyeron que el romero y su asociación al ácido ascórbico fueron efectivos en la estabilización del color de la carne inhibiendo su oxidación, mientras que el efecto hallado fue menor al utilizar ácido ascórbico y su asociación con taurina o carnosina. La estabilidad del color de la carne encontrada utilizando la mezcla de flavonoides y antioxidantes en nuestro trabajo se

debería a la presencia, entre otros, de ácido ascórbico y extractos del romero. Por otra parte, la combinación de vitamina E con flavonoides, considerando el valor del tono, no ha tenido una respuesta sinérgica o distinta a la de los compuestos por separado, si bien cabe destacar que el valor de  $a^*$  (índice de rojo) tendió a ser más alto a los 14 días que en los otros tratamientos.

Dado que desde la perspectiva comercial los periodos de exposición de carne a la venta no parece que tengan que ser superiores a 7 días, no sería necesaria unas dosis de vitamina E y/o flavonoides tan elevadas, y dosis como las empleadas en este trabajo o quizás menores serían suficientes para asegurar la estabilidad del color durante la exposición.

Anexo 1. Composición de FitoPEP-2  
Annex 1. Composition of FitoPEP-2

Flavonoides y Antioxidantes	ppm
Ac. Ascórbico	630
Beta Caroteno	330
Ac. Caféico 1,3 x Vit. E 1/3 quercetina IC57=30 ppm	801
Canfeno	1248
Carvacrol	1012
Carnosol	2250
Eugenol	4
Derivados de Glycyrrhiza	55000
Histidina	550
Ac. Ferúlico 1/3 quercetina 3000 uM IC51=200 ppm	50
Limoneno	1100
Mirceno	1080
Ac. Oleanólico	1050
Ac. Palmítico	3150
Polifenoles IC50=1,44 ug/ml	17500
Ac. P-Cumárico	55
Ac. Rosmarínico EC50=2,7 ug/ml	11850
Rutina IC28=30 ppm IC50=120 uM	25
Taninos	16750
Timol	2400
Ac. Ursólico IC50=10 uM (Romero)	10950
Terpinen-4-ol	9279
Transanetol	5250
TOTAL	142313

## Conclusiones

El aporte en dietas de cebo de terneros de una suplementación de 2000 UI de vitamina E o de la mezcla de flavonoides y antioxidantes naturales empleados en este experimento evidenció su efecto antioxidante sobre el color de la carne, estabilizando los índices de rojo y amarillo del músculo e inhibiendo el aumento de Tono sufrido por el lote testigo a partir de los once días del fileteado. Aunque no influyó en el color de la grasa subcutánea, en las pérdidas por goteo ni en la textura instrumental de su carne.

En términos comerciales, este efecto estabilizador tiene una importancia relativa, ya que periodos de conservación de más de siete días no son habituales para una carne fileteada.

## Agradecimientos

Estudio financiado por el proyecto INTERREG IIIA Cooperación Transfronteriza España-Francia "Desarrollo de Intercambios y Transferencia de Tecnología en el Ganado Bovino".

## Bibliografía

- Albertí P, 2000. Medición del color, pp. 159-166. En: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA: Ganadera nº1 255 pp. MICYT-INIA Madrid, España.
- Albertí P, Sañudo C, Santolaria P, 1995. El cebo de terneros con pienso. BOVIS, 63, 43-51.
- Albertí P, Lahoz F, Tena R, Jaime S, Sañudo C, Olleta JL, Campo MM, Panea B, Pardos JJ, 2001a. Producción y rendimiento carníco de siete razas bovinas españolas faenadas a distintos pesos. Informaciones Técnicas 101: 16

pp. Ed. Dirección General de Tecnología Agraria. Diputación General de Aragón.

- Albertí P, Sañudo C, Olleta JL, Panea B, Lahoz F, 2001b. Efecto del peso de sacrificio en el rendimiento cárnico de terneros de siete razas bovinas españolas. ITEA vol. Extra, 22, 511-513.
- Albertí P, Ripoll G, Sañudo C, Olleta JL, Panea B, Lahoz F, 2003. Color del músculo y de la grasa subcutánea de canales bovinas de siete razas faenadas a tres pesos diferentes. ITEA vol. Extra, 24, 73-75.
- Arnold RN, Scheller KK, Arp SC, Williams SN, Schaefer DM, 1992. Effect of long- or short-term feeding of alpha-tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability. J. Anim. Sci., 70, 3055-3065.
- Arnold RN, Arp SC, Scheller KK, Williams SN, Schaefer DM, 1993a. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. J. Anim. Sci., 71, 105-118.
- Arnold RN, Scheller KK, Arp SC, Williams SN, Schaefer DM, 1993b. Dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate enhances beef quality in Holstein and beef breeds steers. J. Food Sci., 58, 28-33.
- Campo MM, Santolaria P, Sañudo C, Lepetit J, Olleta JL, Panea B, Albertí P, 2000. Assessment of breed type and aging time effects on beef meat quality using two different texture devices. Meat Sci., 55, 371-378.
- Chan WKM, Hakkarainen K, Faustman C, Schaefer DM, Scheller KK, Liu Q, 1996. Dietary vitamin E effect on color stability and sensory assessment of spoilage in three beef muscles. Meat Sci., 42, 387-399.
- Channon HA, y Trout GR, 2002. Effect of tocopherol concentration on rancidity development during frozen storage of a cured and an uncured processed pork product. Meat Sci., 62, 9-17.
- Daun HK, Solberg M, Franke W, Gilbert S, 1971. Effect of oxygen-enriched atmospheres on storage quality of packaged fresh meat. J. Food Sci., 36, 1011-1014.

- Den Hertog-Meischke MJA, Smulders FJM, Houben JH, Eikelenboom G, 1997. The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss of bovine *longissimus lumborum*, *psoas major* and *semitendinosus* muscles. *Meat Sci.*, 45, 153-160.
- Honikel KO, 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.*, 49, 447-457.
- Liu Q, Lanari MC, Schaefer DM, 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.*, 73, 3131-3140.
- Liu Q, Scheller KK, Arp SC, Schaefer DM, Frigg M, 1996. Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on color stability. *J. Anim. Sci.*, 74, 106-116.
- Macie ESA, 2002. Tesis Doctoral "Influencia de la razas y del peso vivo al sacrificio sobre la evolución de la calidad de la carne bovina a lo largo de la maduración". Universidad de Zaragoza, 289 pp.
- Mitsumoto M, Cassens RG, Schaefer DM, Arnold RG, Scheller KK, 1991. Improvement of color and lipid stability in beef *longissimus* with dietary vitamin E and vitamin C drip treatment. *J. Food. Sci.*, 56, 1489-1492.
- Mitsumoto M, Arnold RG, Schaefer DM, Cassens RG, 1995. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef *longissimus* during display. *J. Anim. Sci.*, 73, 2289-2294.
- Monson F, Sañudo C, Sierra I, 2004. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Sci.*, 68, 595-602.
- O'Keefe M, Hood DE, 1982. Biochemical factors influencing metamyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. *Meat Sci.*, 7, 209-228.
- Sánchez-Escalante A, Djenane D, Torrescano G, Beltrán JA, Roncalés P, 2001. The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on colour and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Sci.*, 58, 421-429.
- SAS (2001). SAS user's guide (Release 8.1). Cary, NC: Statistical Analysis System, SAS Institute INC.
- Schaefer DM, Liu Q, Faustman C, Yin M, 1995. Supranutritional administration of vitamins E and C improves oxidative stability of beef. *J. of Nutrition*, 125, 1792S-1798S.
- Yang A, Lanari MC, Brewster M, Tume RK, 2002. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. *Meat Sci.*, 60, 41-50.
- Zerby HN, Belk KE, Dofos JN, McDowell LR, Smith GC, 1999. Case life of seven retail products from beef cattle supplemented with alpha-tocopheryl acetate. *J. Anim. Sci.*, 77, 2458-2463.
- (Aceptado para publicación el 29 de diciembre de 2004)