

Influencia de la Vitamina E sobre algunas características de la calidad de la carne de corderos ligeros

Por: A. Daza¹, C.J. Lopez - Bote², A. Rey²



Introducción

El olor y sabor, el color y la capacidad de retención de agua constituyen características relevantes de la calidad de la carne de cordero que influyen en su aceptabilidad por los consumidores. Tales propiedades pueden ser modificadas durante el almacenamiento postsacrificio por las reacciones de oxidación lipídica susceptibles de generarse en el músculo apareciendo aromas rancios indeseables, coloraciones oscuras derivadas del acúmulo de metamioglobina y reducción de la capacidad de retención de agua, por pérdidas por goteo, que, además de disminuir el valor ponderal de las piezas de la canal, afecta a la jugosidad de la carne al inicio de la masticación, a la percepción del color, a la sensación de dureza y a la composición química del músculo y, como consecuencia, a su valor nutritivo (vitaminas, sales minerales, etc).

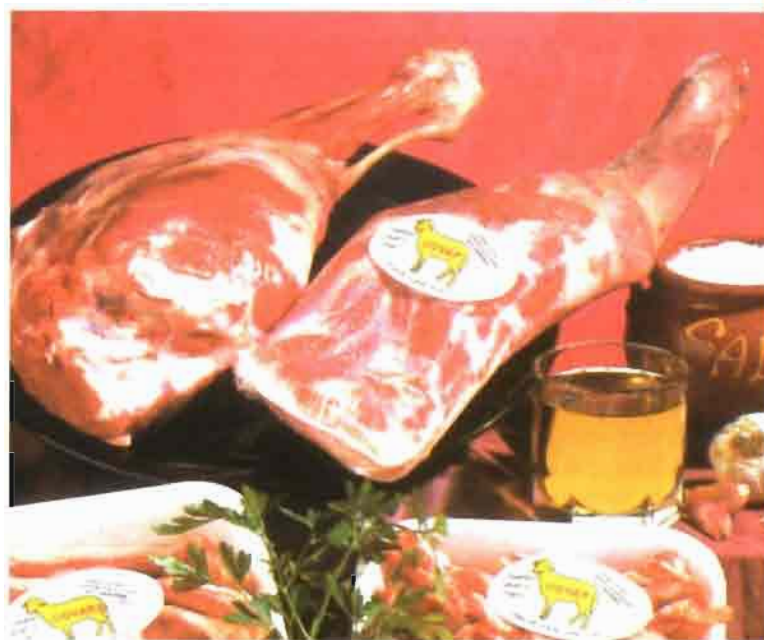
Por otra parte, la ingestión de radicales libres y de otros productos derivados de la oxidación lipídica parece estar relacionada con el desarrollo de enfermedades graves en los consumidores tales como el cáncer, la arterioesclerosis, cuadros cardiovasculares, etc, aspecto que potencia sobremanera la importancia de la investigación dirigida a reducir la oxidación lipídica del músculo durante su conservación.

Diversos experimentos, realizados en los últimos años, han demostrado que la suplementación de la ración con vitamina E incrementa la concentración tisular de alfa-tocoferol en ganado vacuno (Faustman et al, 1989), porcino (Rey y López -Bote, 2001; López -Bote y Rey, 2001), pollos (Lin et al, 1989), conejos (López -Bote et al, 1997) y corderos pesados (Wulf et al, 1995). Sin embargo, la concentración de vitamina E que se requiere en el pienso para incre-

¹ Departamento de Producción Animal. E.T.S de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.

² Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

El sabor de la carne de cordero está muy relacionado con la oxidación de la grasa. La suplementación con vitamina E evita la oxidación lipídica del músculo durante la conservación.



mentar su deposición en los tejidos y para que se reduzca la oxidación lipídica es muy variable según especie (Kerry et al, 2000) pudiendo influir, dentro de cada especie animal, factores tales como la raza, peso al sacrificio y sistema de explotación.

En lo que concierne al ganado ovino, se han realizado algunos trabajos foráneos que han estudiado el efecto de la vitamina E sobre la calidad de la carne fresca de corderos pesados de tipos genéticos no explotados en España (Ochoa et al, 1992 ; Guidera et al, 1997 ; Strohecker et al, 1997), por lo que en el contexto ovino nacional existía un vacío en la investigación científica referida a este tema.

Como es sabido, los modelos de producción de carne de cordero en nuestro país se han dirigido, tradicionalmente, hacia la consecución de canales ligeras de pesos comprendidos entre 6 y 13 kg derivadas de corderos lechales, recientes, ternascos y pascuales sacrificados entre 30 y 100 días de edad con un intervalo de peso vivo entre 10 y 28 kg, de modo que no se había investigado, todavía, en nuestros corderos, el efecto de la vitamina E sobre la calidad de la carne conservada.

Recientemente hemos publicado un trabajo (Animal Science, 73: 451-457) en el que por primera vez se cuantifica el efecto de la vitamina E sobre la deposición tisular de α -tocoferol en el músculo, su susceptibilidad a la oxidación lipídica, estabilidad del color y pérdidas de peso por goteo en corderos ligeros. Por su interés práctico, nos ha parecido conveniente divulgarlo y discutirlo pretendiendo con ello que sea útil para el ámbito ganadero en general y para el sector ovino en particular.

Efecto de la concentración de Vitamina E en el pienso sobre la deposición tisular en el músculo

Se utilizaron 32 corderos de raza Manchega, 16 machos y 16 hembras, con un peso inicial de 11,5 kg, que recibieron, en aprisco, un pienso basal convencional constituido, principalmente, por cereales y soja que contenía un 90,6% de M.S, 2900 kcal de E.M/kg, 15,7% de P.B/kg, 4,2% de F.B/kg y 6,3% de E.E (extracto etéreo)/kg. Dicho pienso, que incluía 20 mg/kg de acetato de alfa-tocoferol fue suplementado con 0, 250, 500 y 1000 mg/kg de este isómero sintético comercial de vitamina E (Roche Vitaminas S.A, San Fernando de Henares, Madrid), dando lugar a cuatro tratamientos alimenticios diferentes. Los corderos fueron alimentados "ad libitum", durante seis semanas, y sacrificados entre 23,5 y 26,4 kg con un peso medio de 25,8 \pm 0,3 kg.

Muestras del músculo *Longissimus lumborum* fueron tomadas a nivel de la última costilla, 24 horas postsacrificio, permaneciendo congeladas a -22°C hasta el momento de la realización de los análisis del contenido de α -tocoferol en el músculo según Rey et al,(1996) y López -Bote et al, (2001).

Las concentraciones obtenidas de alfa-tocoferol en el músculo según concentración de acetato de alfa-tocoferol en el pienso aparecen reflejadas en la **Tabla 1**. De tales resultados se infiere una relación directa entre ambas variables y un efecto dosis-respuesta que se produce hasta valores relativamente elevados de suplementación del pienso con vitamina E, resultados que concuerdan con los observados en vacuno, porcino y aves por otros experimentos (Arnold et al, 1993; Kerry et al, 2000 ; Morrissey et al, 2000). En el experimento que se explicita, la relación entre mg de α - tocoferol por kg de músculo (y) y la concentración (x) de acetato de α - tocoferol en el pienso en mg/kg respondía a una función de tipo exponencial de estructura:

$$Y = (1,7 \pm 0,18) + (7,08 \pm 0,89) (1 - e^{-0,0012x})$$

(P<0,001 , R²= 0,99),

TABLA 1. Deposición tisular de alfa-tocoferol en el músculo *Longissimus lumborum* de corderos ligeros según la concentración de acetato de alfa-tocoferol en el pienso. (López-Bote et al, 2001)

Número de corderos	Acetato de alfa-tocoferol (mg/kg de pienso)	alfa-tocoferol (mg/kg de músculo)	Error estándar
8	20	2,0	0,08
8	270	3,6	0,09
8	520	5,2	0,15
8	1020	6,9	0,27

La deposición tisular de Vitamina E aumenta con la concentración del pienso

respuesta relativamente baja cuando se coteja con la encontrada en cerdos y en pollos. Así, según la ecuación anterior, una dosis de 200 mg de acetato de α - tocoferol/kg en el pienso generaría tan sólo una concentración de 2,94 mg de alfa-tocoferol por kg en el músculo *Longissimus lumborum* de corderos ligeros, mientras que, con la misma concentración de vitamina E en el pienso, se han logrado, en cerdos, de 4,5 a 6 mg/kg de alfa-tocoferol en el mismo músculo (Rey et al,1997) y, en pollos, de 13 a 20 mg/kg en el *Pectoralis major* (Morrisey et al, 1997) habiéndose observado, si embargo, una concentración similar, a la obtenida en los corderos de este experimento, en ganado vacuno (Arnold et al, 1993),(Wulf et al, 1995) utilizando suplementaciones de 500 y de 1000 mg de acetato de alfa-tocoferol por cordero, durante ocho semanas antes del sacrificio, obtuvo concentraciones de α - tocoferol en el músculo *Longissimus lumborum* de 5,9 y 5,7 mg/kg respectivamente, valores que invitan a pensar en una posible saturación de la respuesta al incremento del aporte de vitamina E, no faltando algún experimento (Hidiroglou y Karpinski, 1991) que no ha encontrado respuesta a inyecciones intramusculares de vitamina E aplicadas durante una semana antes del sacrificio.

En definitiva, la deposición tisular de vitamina E en el músculo, para análogas concentraciones de la misma en la ración, es inferior en los rumiantes que en los monogástricos debido, probablemente, a su dispar fisiología digestiva, y está claro que aumenta con la concentración en el pienso hasta inclusiones en el mismo relativamente altas, aunque su acúmulo puede estar influenciado por la duración y la forma de aplicación.

Influencia de la Vitamina E sobre la susceptibilidad a la oxidación

La susceptibilidad a la oxidación lipídica se estudió los días 3, 6 y 9 de almacenamiento, estando conservadas las muestras de músculo, según condiciones comerciales, a 4°C bajo luz fluorescente, e induciendo la oxidación mediante sulfato ferroso, que actúa como catalizador prooxidante, a muestras homogeneizadas de músculo incubadas a 37°C durante 120 minutos. El grado de oxidación se evaluó utilizando el índice de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) expresado como mg de malonaldehído por kg de músculo y como nm/l malonaldehído por mg de proteína respectivamente. Los resultados obtenidos al respecto aparecen reflejados en la **Tabla 2**



Según se infiere de la tabla precedente la concentración de malonaldehído aumenta con el tiempo de almacenamiento, pero se reduce con el incremento de la suplementación de acetato de α - tocoferol en el pienso. Así mismo, después de 60, 90 y 120 minutos de incubación de las muestras de músculo se observó un efecto significativo del tiempo ($P<0,001$) y de la interacción tiempo x tratamiento ($P<0,01$).

Las relaciones obtenidas entre concentración de acetato de alfa-tocoferol en el músculo (x) en mg/kg y el índice TBARS en mg de malonaldehído/kg de músculo (y), según tiempo de almacenamiento, se ajustaron a funciones de tipo exponencial de estructura:

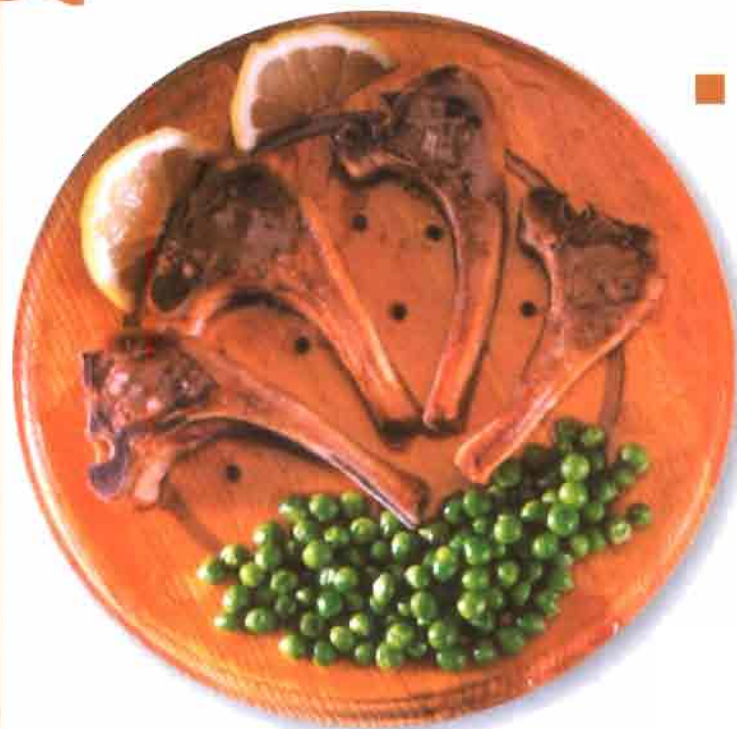
√ 3 días de almacenamiento: $y = 1,25 - 0,79(1 - e^{0,0026x})$; ($P<0,001$, $R^2=0,96$)

√ 6 días de almacenamiento: $y = 2,27 - 1,74(1 - e^{0,0028x})$; ($P<0,001$, $R^2=0,96$)

√ 9 días de almacenamiento: $y = 3,25 - 2,85(1 - e^{0,0018x})$; ($P<0,001$, $R^2=0,96$)

TABLA 2. Efecto de la concentración de vitamina E en el pienso sobre el índice TBARS en el músculo *Longissimus lumborum* de corderos Manchegos (López-Bote et al, 2001)

	Conc acet alfa-tocof/kg pienso	Concentración de vitamina E (mg/kg)				SE	Nivel de Significac
		20	270	520	1020		
Día de almacenamiento	0	0,6	0,5	0,4	0,07	0,04	0,001
	3	1,2	0,9	0,6	0,23	0,12	0,001
	6	2,2	1,4	0,9	0,29	0,23	0,001
	9	3,1	2,3	1,3	0,45	0,35	0,001
Oxidación Lipídica Inducida (minutos)	0	0,5	0,5	0,7	0,20	0,07	NS
	30	1,7	1,7	1,6	0,18	0,06	NS
	60	2,4	2,2	2,0	0,22	0,09	0,01
	90	3,0	2,7	2,3	0,25	0,13	0,001
	120	3,7	3,1	2,7	0,47	0,23	0,001



Estabilidad del color y pérdidas de peso por goteo

La intensidad del color de la carne depende, fundamentalmente, de la cantidad de mioglobina presente, de su estado químico (oximioglobina o metamioglobina) y de la luminosidad o estado físico global de la carne.

La cantidad de mioglobina depende de la especie animal y de la raza, aumenta con la edad y con el ejercicio, y su contenido es mayor en los músculos rojos que en los blancos. La oxidación de la mioglobina produce metamioglobina y, como consecuencia, coloraciones pardas características de carnes mal conservadas, y su oxigenación genera oximioglobina dando lugar a coloraciones rojas claras, ge-

Las carnes con alta oxidación son difícilmente aceptadas por los consumidores

neralmente, muy atractivas para los consumidores españoles. Sin embargo, esta forma es poco estable ya que, al requerir oxígeno para que se produzca, con el tiempo puede transformarse en metamioglobina.

La carne se oscurece a medida que aumenta el tiempo de conservación debido a que la oxidación de la mioglobina es un proceso químico espontáneo, mientras que la reducción de la metamioglobina es un proceso enzimático que se va reduciendo conforme se prolonga la conservación, incrementándose, por lo tanto, con el tiempo, el acúmulo de metamioglobina en el músculo.

Por otra parte, las pérdidas de agua por exudado y la luz reflejada tienen una relación directa. Por ello, en carnes con pH elevado y escasa exudación la proporción de luz incidente reflejada es baja percibiéndose colores oscuros, mientras que pérdidas importantes de agua se traducen en coloraciones muy claras que, como las muy oscuras, son problemáticas a la hora de ser aceptadas por los consumidores.

Para medir el color se utilizan colorímetros que proporcionan variables de luminosidad L y coordenadas de cromaticidad a y b.

Experimentos realizados en ganado vacuno (Faustman et al, 1989 ; Arnold et al, 1993 ; Liu et al ,1995) y ovino (Wulf et al, 1995) han demostrado que la suplementación con vitamina E origina una mayor estabilidad del color y una reducción de los valores de la coordenada de cromaticidad "a" (variable directamente relacionada con el color rojo) de menor intensidad que los obtenidos sin suplementación. La actuación de la vitamina E podría residir en la inactivación de los radicales libres que pueden oxidar la mioglobina o de los sistemas de reducción de la metamioglobina del músculo.

Por otra parte, existen pruebas de que es factible disminuir las pérdidas por exudado mediante la suplementación con vitamina E (Asghar et al, 1991 ; Monahan et al, 1994), habiendo sugerido estos autores que el α -tocoferol, al prevenir la oxidación de los fosfolípidos, actuaría preservando la integridad de las membranas celulares e impediría el paso de líquido sarcoplásmico a su través.

En el experimento que divulgamos las variables indicadoras del color "a" (valor de Hunter) y L (luminosidad) se determinaron, en muestras del músculo *Longissimus lumborum*, durante un periodo de conservación de 9 días, mediante un colorímetro Minolta CR-300, y las pérdidas por goteo según un método previamente descrito por Rey et al,(2001). Los resultados obtenidos de las variables indicadas, para las distintas concentraciones de acetato de α -tocoferol incluidas en el

TABLA 3. Efecto de la suplementación con vitamina E sobre la evolución del color (valor "a" de Hunter), la luminosidad L y las pérdidas por goteo (g/100g) en muestras de músculo *Longissimus lumborum* de corderos Manchegos (López-Bote et al (2001).

Días de conservación	Conc de acéf alfa-tocof en el pienso (mg/kg)	20	270	520	1020	Error estándar	Nivel de significación
0	Intensidad color rojo (valor "a")	16,7	16,1	16,6	17,6	0,57	NS
3		13,1	13,3	15,8	14,2	0,53	0,01
6		11,9	13,0	14,9	13,7	0,53	0,001
9		11,9	12,1	12,8	13,2	0,32	0,01
0	Luminosidad L	39,4	41,3	40,7	40,9	0,78	NS
3		43,7	44,3	45,4	44,7	0,58	NS
6		44,5	45,2	44,9	41,8	1,45	NS
9		48,1	45,7	44,5	44,2	0,97	0,01
Pérdidas por goteo		16,2	17,0	13,9	14,1	0,20	NS

Una suplementación de 270 mg de acetato de α -tocoferol/kg de pienso reduce la susceptibilidad de oxidación de la carne de cordero.

pienso, aparecen reflejados en la **Tabla 3**.

Después del tercer día de conservación los valores de "a" fueron significativamente distintos según la concentración de acetato de alfa-tocoferol en la ración, correspondiendo las cifras más elevadas a las dosis de 520 y 1.020 mg/kg de pienso. Sin embargo, el tratamiento alimenticio no afectó a los valores de L en los días 0,3 y 6 de conservación, pero en el día 9 las concentraciones de 520 y 1020 mg de acetato de α -tocoferol/kg generaban las luminosidades más bajas. La suplementación con vitamina E no influyó significativamente en las pérdidas por goteo, aunque las dosis precisadas tendieron a reducir las pérdidas.

Un efecto lineal y cuadrático significativos ($P < 0,05$ y $P < 0,01$ respectivamente) de la concentración de α -tocoferol en el músculo sobre la variable "a" fueron obtenidos en los días 3 y 6 de conservación y sólo un efecto lineal después del día 9.

Así mismo, también se encontró un efecto lineal y cuadrático significativos ($P < 0,01$ y $P < 0,05$ respectivamente) entre la concentración muscular de α -tocoferol y la luminosidad después del día 9 de conservación.

Concentraciones óptimas de Vitamina E en el músculo y en el pienso

Según los resultados obtenidos de un análisis lineal, realizado por ajuste a dos rectas con diferente pendiente (broken line analysis), la concentración óptima de vitamina E a lograr en el músculo es variable según sea el objetivo que nos proponamos.

La respuesta óptima de la concentración de α -tocoferol en el músculo fue de 5,2 mg/kg contenido que correspondió a una dosis de acetato de α -tocoferol en el pienso de 523,7 mg/kg.

A los 9 días de conservación un contenido de 5,4 mg de α -tocoferol/kg de músculo optimizaba la estabilidad oxidativa y tal concentración correspondía a una concentración de acetato de α -tocoferol en el pienso de 590 mg/kg. En ganado vacuno, Faustman et al. (1989) y Arnold et al. (1993) observaron que el contenido de α -tocoferol que se debe conseguir en el músculo fresco para obtener una pro-



tección óptima contra la oxidación debía estar comprendido entre 3,0 y 3,5 mg/kg, aunque Liu et al. (1995) consideraron que una concentración en torno a 5 mg/kg era la requerida para lograr una mejora de la calidad de la carne de vacuno que tuviera una repercusión económica positiva a la hora de su venta.

En nuestro experimento, concentraciones entre 5,3 y 5,6 mg de α -tocoferol/kg de músculo optimizaron la estabilidad del color rojo en los días 3 y 6 de conservación, resultado que concuerda con los obtenidos por Wulf et al. (1995) y Guidera et al. (1997), autores que encontraron mejoras significativas de la estabilidad del color de la carne de cordero con concentraciones de vitamina E en el pienso entre 500 y 1000 mg/kg. Además, en el trabajo de Guidera et al. (1997), se observó que el máximo efecto beneficioso de la suplementación con vitamina E sobre la estabilidad del color rojo se producía hasta los días 6 y 7 de conservación bajo luz fluorescente.

En lo que respecta a la luminosidad superficial en el día 9 de conservación el valor óptimo de esta variable se lograba con un contenido de α -tocoferol en el músculo de 3,2 mg/kg.

Conclusiones

La suplementación con vitamina E reduce la susceptibilidad a la oxidación y mejora la estabilidad del color del músculo *Longissimus lumborum* de corderos ligeros. Una mejora significativa de la estabilidad oxidativa puede ser alcanzada con una suplementación de 270 mg de acetato de α -tocoferol/kg de pienso con lo que se obtendría una concentración de alfa-tocoferol en el músculo entre 3 y 3,5 mg/kg. Sin embargo, para lograr una adecuada estabilidad

del color rojo, en un periodo de conservación de 3-6 días, es recomendable que la suplementación ascienda a 550- 625 mg de acetato de α -tocoferol/kg de pienso con lo que se alcanzaría una concentración de α -tocoferol en el músculo dentro del rango de 5,3 a 5,6 mg/kg.

Como consecuencia, dada la reciente reducción del coste en el mercado de la vitamina E, en el cebo convencional de corderos en España, basado en el aporte de paja y concentrados en estabulación entre 14 y 25 kg de peso vivo, donde se requieren 35- 40 kg de pienso por animal, una suplementación del concentrado con 600 mg de vitamina E/ kg, recomendada para estabilizar el color, encarecería el coste de producción del cordero ligero en tan sólo 0.20 euros (unas 33 pta), lo que supondría incrementos prácticamente despreciables del kg de peso vivo y canal producidos. Evidentemente, el aumento del coste de producción se reduciría a menos de la mitad del anteriormente indicado si la suplementación con vitamina E se destinara sólo a reducir la susceptibilidad del músculo a la oxidación lipídica.

Referencias Bibliográficas

- Arnold, R.N., Arp, S.C., Scheller, K.K., Williams, S.N., Schaefer, D.M. 1993. *J. Anim. Sci.* 71:105-118.
- Asghar, A., Gray, J.I., Miller, E.R., Ku, P.K., Booren, A.M. 1991. *J. Scie. Food. Agric.* 57:19-29.
- Faustman, C., Cassens, R.G., Schaefer, D.M., Buege, D.R., Scheller, K.K. 1989. *J. Food. Sci.* 54:485-486.
- Guídera, J., Kerry, J.P., Buckley, D.J., Lynch, P.B., Morrissey, P.A. 1997. *Meat. Sci.* 45:33-43.
- Hidiroglu, M and Karpinski, K. 1991. *J. Nutr.* 65:465-473.
- Kerry, J.P., Buckley, J.D., Morrissey, P.A. 2000. In *Antioxidants in muscle foods: nutritional strategies to improve quality* (ed E.A Decker, C. Faustman and C.J López-Bote), pp 229-261. Wiley Interscience, New York.
- Lin, C.F., Gray, J.I., Asghar, A., Buckley, D.J., Booren, A.M., Flegal, C.J. 1989. *J. Food. Sci.* 61:884-889.
- Liu, Q., Lanari, M.C., Schaefer, D.M. 1995. *J. Anim. Sci.* 73: 3131-3140.
- López-Bote, C., Rey, A., Ruiz, J., Isabel, B., Sanz Arias, R. 1997. *Anim. Sci.* 64:177-186.
- López -Bote, C and Rey, A. 2001. *Nutr. Res.* 21:541-549.
- López - Bote, C., Daza, A., Soares, M., Berges, E. 2001. *Anim. Sci.* 73:451-457.
- Monahan, F.J., Gray, J.I., Asghar, A., Haug, A., Strasburg, G.M., Buckley, D.J., Morrissey, P.A. 1994. *J. Agric. Food. Chem.* 42:59-63.
- Morrissey, P.A., Brandon, S., Buckley, D.J., Sheehy, P.J.A., Frigg, M. 1997. *British Poultry Sci.* 38:84-88.
- Morrissey, P.A., Buckley, D.J., Galvin, K. 2000. In *Antioxidants in muscle foods: nutritional strategies to improve quality* (ed E.A Decker, C. Faustman and C.J López - Bote) pp 263-287. Wiley Interscience, New York.
- Ochoa, L., Mc Dowell, L.R., Willians, S.N., Wilkinson, N., Boucher, J., Lentz, E.L. 1992. *J. Anim. Sci* 70:2568-2573.
- Rey, A., López - Bote, C.J., Soares, M., Isabel, B. 1996. *Grasas y Aceites* 47:331-334.
- Rey, A., López - Bote, C.J., Sanz Arias, R. 1997. *Anim. Sci.* 65:515-520.
- Rey, A and López - Bote C.J. 2001. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 85:281-289.
- Rey, A., López - Bote, C.J., Kerry, J.P., Lynch, P.B., Buckley, D.J., Morrissey, P. 2001. *Anim. Sci.* 72:457-463.
- Strohecker, M.G., Faustman, C., Furr, H., Hoagland, T.A., Willians, S.N. 1997. *Journal of Muscle Foods* 8:413-426.
- Wulf, D.M., Morgan, J.B., Sanders, S.K., Tatum, J.D., Smith, G.C., Willians, S. 1995. *J. Anim. Sci.* 73:399-405.

Las Rutas Turísticas

Hotel
Restaurante
Cafetería
Piscina
Plaza de toros
Rutas 4x4
Rutas a caballo
Helipuerto
Salones para convenciones
Celebraciones con
programa de actividades

Autovía de Andalucía
Madrid-Sevilla KM. 265
Tfs. 953 66 18 30/953 66 12 51
fax. 953 66 21 70
LA CAROLINA (Jaén)
E-mail: orellanaperdiz@ctv.es



Orellana
Perdiz

Complejo Taurino Turístico