

## **Características del contenido de ácidos grasos de la carne de ternera según el sistema de producción (convencional vs ecológico) y el tipo de alimentación.**

Palacios C<sup>1</sup>, Revilla, I<sup>1</sup>, Sierra, B<sup>2</sup>, García, I<sup>1</sup>, Moraga, E<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Dpto. Construcción y Agronomía, F Ciencias Agrarias y Ambientales. Salamanca.

<sup>2</sup> Granja ecológica Dehesa "La Serna". Ávila .

### Resumen

Se han estudiado las características del perfil de ácidos grasos de 6 piezas de carne de terneras avileñas con cruce limousine de 13 a 18 meses de edad, sacrificadas en febrero, criadas en régimen extensivo con sus madres hasta el destete (6 meses), cebadas posteriormente: 2 en régimen convencional (paja y pienso concentrado), 4 en régimen ecológico (paja, heno de prado natural, concentrados), 2 en régimen ecológico solo forraje (heno de prado y pasto a diente natural de verano hasta invierno). Las piezas ecológicas de pasto obtuvieron mayores cantidades de ac. Linoleico ( $p < 0,05$ ), ac. Araquidónico ( $p < 0,01$ ), ac. eicosapentaenoico ( $p < 0,05$ ), contenido de ácidos grasos poliinsaturados PUFA ( $p < 0,05$ ), menores cantidades de ac. heptadecanoico ( $p < 0,05$ ), ac. Oleico ( $p < 0,05$ ) y contenido de ácidos grasos monoinsaturados MUFA ( $p < 0,05$ ). Las piezas ecológicas de grano presentan un perfil de ácidos grasos con menor porcentaje de PUFA ( $p < 0,05$ ) y mayor de MUFA ( $p < 0,05$ ) que el resto de las muestras, contiene menor contenido de ac. eicosapentaenoico ( $p < 0,05$ ) y ac. araquidónico ( $p < 0,01$ ), pero presenta mayor contenido de ac. oleico ( $p < 0,05$ ). En el presente estudio las piezas con un perfil más saludable son las criadas en un sistema ecológico y con una alimentación sólo de forraje.

**Palabras clave:** calidad carne, ecológico, pasto, ternera.

### Introducción

Debido a la relevancia que la composición en ácidos grasos tiene sobre la salud del consumidor, la determinación de dicha composición cobra cada vez más importancia. Así, aunque los ácidos grasos saturados son necesarios como aporte energético y como función estructural al ser constituyentes de los fosfolípidos, hay una clara relación entre el consumo de grasas saturadas y las enfermedades coronarias. Estos ácidos grasos saturados aumentan tanto el colesterol asociado a HDL como el asociado a LDL (FAO, 2008). Por otro lado los ácidos grasos insaturados además de contribuir al aroma y textura de la carne son beneficiosos para el organismo, así los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (PUFA) participan en la prevención de las enfermedades coronarias y los omega-6 en concreto el ác. linolénico es un ácido graso esencial. Por lo tanto, es importante determinar la cantidad de cada uno de estos grupos, así como las relaciones n-6/n-3 y PUFA/SFA que nos determina la saludabilidad de las muestras para el consumidor. Rule *et al* (2010) indica que en la carne de vacuno, los ácidos grasos mayoritarios son el palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y el oleico (C18:1 n9c).

De entre los factores que influyen en la composición en ácidos grasos, es la composición de la dieta el que mayor influencia tiene. Woods *et al* (2009) observó en sus estudios que la inclusión de ácidos grasos insaturados puede aumentar fácilmente la proporción de ácidos grasos insaturados en carne y

otros productos, disminuir la proporción  $n-6/n-3$ , y aumentar los niveles de ácido linoleico conjugado (CLA) muy valorado desde el punto de vista nutricional. Así, Gatellier *et al* (2005) y Mitchell *et al* (1991), observaron que existía una mayor presencia de poliinsaturados de tipo  $\omega-3$  en las dietas basadas con forraje, mientras que unas mayores concentraciones de poliinsaturados  $\omega-6$  (EPA, DHA) en las muestras de grano. Marmer *et al* (1984) explicaron estas diferencias ya que los pastos son ricos en  $\alpha$ -linoleico que es un precursor de los ácidos grasos  $\omega-3$ , mientras que el ácido linoleico es precursor de los  $\omega-6$  y se encuentra en las dietas a base de grano. La disminución de los ácidos grasos  $\omega-3$  y el aumento de  $\omega-6$  en las dietas de concentrados fue también señalada por Moloney *et al* (2001), French *et al* (2000) y Enser *et al* (1998). Respecto a la relación entre  $\omega-6/\omega-3$  se observó que era mayor en los animales cuya dieta fue grano frente a los alimentados con pasto (Enser *et al*; 1998), algo esperado ya que como se ha indicado los animales con grano tienen mayor concentración en  $\omega-6$ .

En el presente estudio experimental el objetivo que persigue es comparar el efecto del tipo de manejo ecológico en extensivo con dos tipos de alimentación (pasto vs pienso) frente a un sistema de manejo convencional en intensivo sobre la composición en ácidos grasos de carne de ternera. Cada una de las muestras ecológicas obtenidas proviene de la explotación de ganado vacuno "Dehesa de la Serna", mientras que las muestras procedentes de un sistema convencional han sido obtenidas de una carnicería situada en la misma provincia y localidad.

## Material y métodos

### Muestras

Se recibieron 6 muestras de 6 terneras de cruce Avileña con Limousine Cuadro 1:

- 2 de ellas criadas en una granja ecológica con la alimentación durante su desarrollo con pienso concentrado al destete y durante su desarrollo posterior hasta el cebadero con heno ecológico de la propia explotación y pienso concentrado a base de Cebada ecológica 35%, Avena ecológica 20%, Guisantes ecológicos 25%, Yeros ecológicos 15% y un corrector ecológico 5%. El consumo de pienso compuesto fue a libre disposición durante toda la crianza.
- 2 de ellas criadas en un sistema similar al grupo anterior de cebo pero en una granja convencional con pienso concentrado con grano de maíz, un total del 66%, 8% de ensilado de maíz, 24% soja integral (fibra) ,1% de calcio, %0,5 de sal y el resto corresponde a fracciones muy pequeñas (0,5%) de vitaminas y otros elementos.
- 2 terneras fueron destetadas y criadas con aporte exclusivo de pasto. Durante todo el proceso los animales han tenido disponible hierba verde y hierba seca en forma de heno.

El destete de las terneras se realiza a los 6 meses aproximadamente desde su nacimiento. La ración diaria de pienso suministrada a cada animal es de una media de 5 a 6 kg diarios por animal. Todos los animales tienen acceso a todo el heno que necesiten y el suelo está cubierto de hierba.

En cuanto a las condiciones de sacrificio de las terneras ecológicas, todos los animales están tranquilos en periodos anteriores al sacrificio. El matadero está muy próximo a la dehesa, en concreto a 5 km, siempre se tiene cuidado en llevar a las terneras al matadero en los momentos de la semana donde hay menos animales en el matadero para evitar estrés en los animales.

De cada ternera se analizó una pieza que había sufrido una maduración de 7 días de maduración desde el sacrificio. En el momento del análisis se procedió a su descongelación a 4°C durante 24 h.

Cuadro 1: Muestras congeladas de los siguientes animales y condiciones de crianza.

CROTAL	EDAD MESES	SEXO	PESO CANAL	ALIMENTACIÓN
ES030810781479	13	H	319,8	Pasto y pienso propio Eco
ES070810559373	18	H	308,8	Pasto y pienso propio Eco
ES050810548943	18	H	224	Pasto Eco
ES010810701102	16	H	202,4	Pasto Eco
0496	13	H	250	Pasto y pienso propio Conv
0497	13	H	255	Pasto y pienso propio Conv

### Análisis de ácidos grasos

Se analizaron los ácidos grasos intramusculares del *Longissimus dorsi*, para ello se tomo 1 g de muestra y se procedió a su extracción con metanol/cloroformo (Folch et al., 1957). Tras la extracción se procedió a la metilación en medio básico usando KOH en metanol anhidro (Murrieta et al., 2003) y análisis por cromatografía gaseosa (GC 6890 N, Agilent Technologies, USA) equipado con inyector automático y detector FID. La columna elegida fue una columna capilar de sílice de 100m x 0,25 mmx 0,20 µm, helio como gas portador y la cantidad de muestra inyectada fue un microlitro (split 20:1). El horno se encontraba inicialmente a 150°C, a continuación se procedió a subir la temperatura hasta 165°C a 1°C/min, para a continuación subir hasta 167°C a 0,2°C/min y luego alcanzar los 225°C a una velocidad de 1,5°C/min y mantener esta temperatura durante 15 minutos más. Los ácidos grasos fueron identificados por comparación con los tiempos de retención de los correspondientes standards y por espectrometría de masas. La cuantificación se hizo en base al área bajo el pico y expresada como proporción del peso total.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un ANOVA teniendo en cuenta el factor considerado (alimentación). Al mismo tiempo se utilizó el LSD

Fisher-test para determinar la existencia de diferencias significativas entre muestras (IBM SPSS Statistics 20).

## Resultados y discusión

En el cuadro 2 se muestran los resultados de análisis de la composición en ácidos grasos individualizados de las carnes estudiadas. En él se puede observar que el cambio de alimentación produjo cambios significativos ( $p < 0.05$ ) en 5 ácidos de los ácidos grasos individualizados: ácidos heptadecanoico, oleico, linolénico, araquidónico y eicosapentadienoico, cuatro de ellos muy relevantes o por su proporción (el oleico es el más abundante) o por su interés nutricional. Así los ácidos linolénico y araquidónico son los ácidos omega-3 más importantes. Para facilitar la comprensión se van a estudiar por grupos establecidos de acuerdo con su grado de insaturación.

### Saturados

El porcentaje de ácidos grasos saturados obtenido en este estudio tanto en las muestras de carne convencional como en las ecológicas está dentro del intervalo de valores medios publicado en bibliografía, el cual para carne convencional se sitúa entre 40% - 49% y entre 40%-45,5% para carne ecológica (Alfaia *et al.*, 2006; Brugiapaglia *et al.*, 2014; Humada *et al.*, 2012; Gatellier *et al.*, 2005; Descalzo *et al.*, 2005; Razminowich *et al.*, 2005).

En cuanto al efecto del manejo y la alimentación se puede observar que existe una mayor proporción de ácidos grasos saturados en muestras con alimentación convencional con gran aporte de pienso y grano comparado con las muestras ecológicas alimentadas con pasto, heno y grano lo cual coincide con lo publicado por Brugiapaglia *et al.*, (2014), quienes encuentran niveles significativamente más bajos de ácidos grasos saturados en la carne de animales ecológicos. Sin embargo, en este las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) tal y como encontró Realini *et al.* (2003). Varios estudios apuntan a que a medida que se aumenta el contenido en pasto en la dieta de los animales se produce una disminución proporcional del contenido en ácidos grasos saturados (Alfaia, *et al.*, 2009) pero en este caso las diferencias entre únicamente pasto y pasto + grano fueron pequeñas debido al alto porcentaje de pasto en las muestras denominadas eco grano.

### Monoinsaturados

Los valores de ácidos grasos monoinsaturados obtenidos en muestras convencionales y ecológicas son ligeramente superiores a las encontradas en bibliografía, estando comprendido el intervalo de valores de MUFA para muestras convencionales entre 36 %- 41% y 37% y 44% para muestras ecológicas (Humada *et al* 2012; Alfaia *et al* 2006; Descalzo *et al* 2005).

En cuanto al efecto de la dieta sobre el contenido en ácidos grasos monoinsaturados, se observa que las dietas con alto contenido en pasto, heno y grano como es la dieta ecológica grano presentaron los valores más altos de ácidos grasos monoinsaturados, debido sobre todo al alto porcentaje de ácido oleico (35, 27), siendo en este caso la diferencia estadísticamente significativa

( $P < 0,05$ ). Estos datos coinciden con los resultados publicados en bibliografía (Humada *et al.*, 2012), en los cuales se muestran valores más altos de MUFA en muestras ecológicas debido a que estas muestras tienen mayor aporte de pasto tal y como señalan los estudios realizados por Realini *et al.*, (2003) o Alfaia *et al.*, (2009).

Cuadro 2. Valores medios, desviación típica y significación estadística para los ácidos grasos individualizados y sus sumas en función de los diferentes sistemas de manejo

	Eco pasto		Eco grano		Convencional		Sign.
	Media	s	Media	s	Media	s	P
Ac. Caproico (C6:0)	2,33	1,88	0,97	0,36	1,82	0,35	0,204
Ac. Caprilico (C8:0)	2,36	1,61	1,36	0,52	2,51	0,50	0,204
Ac. Caprico (C10:0)	3,61	2,80	1,48	0,61	2,68	0,54	0,188
Ac. Undecanoico (C11:0)	1,27	1,93	0,24	0,13	0,18	0,03	0,295
Ac. Laurico (C12:0)	4,06	4,06	1,38	0,61	2,40	0,50	0,258
Ac. Mirístico (C14:0)	3,24	0,14	3,17	0,53	2,88	0,51	0,487
Ac. Miristoleico (C14:1)	4,69	4,70	1,20	0,69	2,42	0,39	0,188
Ac. Pentadecanoico (C15:0)	0,53	0,39	0,71	0,21	0,60	0,28	0,688
Ac. Palmítico (C16:0)	19,14	6,63	22,61	2,22	22,39	0,32	0,388
Ac. Palmitoleico (C16:1)	3,91	0,97	3,79	0,47	3,72	0,15	0,905
Ac. Palmitoleico <i>trans</i> (C16:1)	4,90	5,52	0,45	0,41	1,34	0,35	0,127
Ac. Heptadecanoico (C17:0)	0,85	0,37	1,41	0,14	1,10	0,28	<b>0,039</b>
Ac. Heptadecenoico (C17:1)	0,71	0,32	1,10	0,13	0,86	0,24	0,089
Ac. Esteárico (C18:0)	9,06	3,78	11,01	1,67	11,37	1,28	0,392
Ac. Elaidico (C18:1n9t)	4,09	3,04	4,66	0,87	2,66	1,60	0,293
Ac. Oleico (C18:1n9c)	22,82	10,23	35,27	3,88	30,75	1,12	<b>0,038</b>
Ac. Trans-vaccenico (C18:1n11t)	1,41	0,86	1,45	0,28	1,35	0,33	0,954
Ac. Linolelaídico (C18:2n6t)	0,99		0,77	0,14	1,06	0,15	0,055
Ac. Linoleico (C18:2n6c)	6,17	2,35	4,02	1,30	4,48	0,06	0,146
Ac. Araquídico (C20:0)	0,12		0,08	0,01	0,09	0,02	0,231
Ac. Linolénico (C18:3n3)	1,31	1,05	0,38	0,18	0,21	0,03	<b>0,049</b>
CLA (C18:2 9c11t)	0,29	0,00	0,37	0,09	0,34	0,05	0,416
CLA (C18:2 10t 12 c)	0,55		0,40	0,15	0,57	0,12	0,229
Ac. Eicosatrienoico (C20:3 n9)	0,45	0,16	0,23	0,11	0,33	0,09	0,073
Ac. Araquidónico (C20:4 n6)	2,56	0,98	0,84	0,40	1,24	0,28	<b>0,005</b>
Ac. Tricosanoico (C23:0)	1,89	2,97	0,14	0,08	0,10	0,05	0,219
Ac. Docosadienoico (C22:2)	1,81	2,04	0,22	0,10	0,37	0,08	0,075
Ac. Eicosapentanoico (C20:5n3) EPA	1,47	0,99	0,07	0,02	0,12	0,00	<b>0,020</b>
Ac. Docosapentaenoico (C22:5 n3) DPA	0,13	0,08	0,15	0,05	0,21	0,02	0,139
Ac. Docosahexaenoico (C22:6 n3)DHA	0,86	0,98	0,12	0,08	0,21	0,04	0,130
SFA	45,43	3,23	44,55	2,07	48,12	1,85	0,128
MUFA	40,97	3,08	47,91	3,67	43,09	2,24	<b>0,020</b>
PUFA	13,63	4,03	7,54	2,15	9,08	0,71	<b>0,017</b>
CLA total	0,84	0,39	0,77	0,10	0,91	0,07	0,107

## **Poliinsaturados**

Los valores encontrados para muestras convencionales están dentro de lo encontrado en bibliografía (6-12%) sin embargo los valores para muestras ecológicas son ligeramente más bajos que los encontrados previamente que los sitúan en torno al 16%.

Los resultados muestran que para este grupo de ácidos grasos, los valores más altos se encontraron en aquellos animales cuya dieta presentaba el mayor contenido en pasto y heno, siendo sus valores significativamente más alto que los de los animales con dietas a base de pienso con altos contenidos en grano ya sea ecológico o convencional. Esto coincide con la mayor parte de los estudios (Alfaia *et al* 2009, Leheska *et al* 2009, Descalzo *et al* 2005) que señalan que la concentración de poliinsaturados es superior en las muestras de hierba frente a las de grano. Los altos porcentajes de poliinsaturados encontrados en las muestras convencionales son atribuibles al gran aporte en esta dieta del grano de maíz que contiene un elevado porcentaje de ac. grasos poliinsaturados.

## **Ácido linoleico conjugado**

Entre los ácidos grasos destacan por su importancia los isómeros del ácido linoléico conjugado. En este trabajo se han identificado y cuantificado dos, encontrándose sus niveles entorno a los valores encontrados en bibliografía (<2%) pero en este caso no se han encontrado diferencias significativas entre los sistemas de producción para este grupo de ácidos tal y como se muestra en la tabla 2.

## **Relaciones de interés nutricional**

Con frecuencia para dar una idea de la saludabilidad de la grasa se emplean relaciones de interés nutricional tales como la relación polisaturados/saturados y la proporción de omega 6/omega 3 que se muestran en la Figura 1.

Los valores de la relación P/S obtenidos en muestras convencionales y ecológicas se encuentran dentro de los intervalos publicados en bibliografía, estando el intervalo para muestras convencionales comprendido entre los valores 0,16 -0,41 y 0,13-0,31 para muestras ecológicas (Humada *et al.*, 2012; Brugiapaglia *et al.*, 2014; Kamihiro *et al.*, 2015). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomienda que la relación PUFA/SFA sea superior a 0,1 por lo que nuestras muestras de carne tanto ecológicas como convencionales están equilibradas nutricionalmente al superar este valor.

En cuanto a la relación poliinsaturados/saturados, se puede observar que los valores más altos se encontraron en aquellos animales con manejo ecológico alimentados a base únicamente de pasto y heno, mientras que los ecológicos con grano y los convencionales fueron similares. Esta similitud entre eco grano y convencional coincide con lo encontrado en bibliografía (Humada *et al.*, 2012) debido al alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados en la carne procedente de un sistema de manejo tradicional relacionado como se ha dicho antes con el alto contenido en poliinsaturados del maíz. Por otro lado los altos valores P/S encontrados en las muestras de pasto son consistentes con los estudios que señalan que la relación P/S crece linealmente según se aumenta la cantidad de pasto en la dieta (French *et al.*; 2000). Así los estudios de Duckett *et al.* (1993), encontraron una relación P/S superior en los animales alimentados con pasto frente a los alimentados con grano, tal y como se observa en este trabajo.

Otra de las relaciones de interés es la proporción  $\omega$ -6/ $\omega$ -3. Autoridades sanitarias tanto a nivel europeo como mundial (FAO/WHO, 2008) recomiendan que la proporción  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 sea igual a 5 o ligeramente inferior para que sea nutricionalmente adecuado, ya que algunos autores afirman que la relación  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 es considerada un criterio determinante para la prevención de enfermedades cardiovasculares, metabólicas, inmunológicas, neurológicas y cancerígenas (Schmitt, 2010).

Los resultados obtenidos muestran que las muestras procedentes de animales ecológicos alimentados a base de pasto y heno muestran una relación inferior a 5, tal y como se recomienda, mientras que las muestras convencionales son las que muestran valores más altos, de aproximadamente 9, muy por encima del 5. Las diferencias fueron además estadísticamente significativas. Los valores obtenidos en muestras ecológicas se encuentran dentro del rango de valores encontrado en bibliografía, estando este comprendido entre 1,4 y 6,3 (Humada *et al.*, 2012; Brugiapaglia *et al.*, 2014; Kamihiro *et al.*, 2015).

Realini *et al.* (2003) y Mitchell *et al.* (1991) indicaron en sus estudios que el contenido en ácidos grasos  $\omega$ -6 fue superior en los animales alimentados con grano, frente a los  $\omega$ -3, lo cuales mostraron concentraciones superiores en los animales alimentados con pasto, de acuerdo también a los datos obtenidos en el presente estudio. Esto es debido a que el pasto aporta mayoritariamente ácido linolénico (C18:3), mientras que el ácido linoleico (C18:2) es importante en la composición de los granos, según Marmer, Maxwell y Williams (1984). Rule *et al.* (2002) con resultados similares, encontraron en sus estudios unas relaciones de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 de 1,95 y 6,38 respectivamente para pasto y grano. También French y Stanton *et al.* (2000), obtuvieron proporciones de 2,33 y 4,15 para pasto y grano respectivamente. Esta mayor riqueza de  $\omega$ -6 de las dietas ricas en grano justifica el aumento del valor de la relación a medida que disminuye el % de pasto de la dieta tal y como ocurre al pasar de eco pasto a

eco grano y de ahí a convencional.

## Conclusión

Las piezas ecológicas de pasto obtuvieron mayores cantidades significativamente más altas de los ácidos grasos linolénico, araquidónico y eicosapentaenoico, todos ellos ácidos grasos del grupo denominado  $\omega$ -3. Este resultado hizo que el contenido de ácidos grasos poliinsaturados de estas muestras fuera significativamente más alto y la relación  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 más baja ajustándose mejor a las recomendaciones nutricionales de diferentes autoridades sanitarias. Además estas muestras presentaron cantidades significativamente menores del ácido graso heptadecanoico así como de otros ácidos grasos como el palmítico, si bien en este caso no fueron significativas. Este hecho hizo que las diferencias en el contenido total de ácidos grasos saturados no fueran significativas entre muestras. Finalmente, las muestras ecológicas de grano presentaron cantidades significativamente más altas de ácido oleico y dado que es el ácido graso monoinsaturado mayoritario, también el contenido total de este tipo de ácidos grasos fue significativamente más alto para este grupo. Por lo tanto, las piezas ecológicas presentan contenidos de ácidos grasos saturados siempre inferiores a las convencionales y entre ellas, las ecológicas de grano presentan menor porcentaje de polisaturados y mayor de monoinsaturados, mientras que las ecológicas de pasto ocurre lo contrario. Por lo tanto, en el presente estudio las piezas con un perfil más saludable son las criadas en un sistema ecológico y entre ellas aquellas una alimentación sólo de forraje.

## Bibliografía

- Alfaia VSS, Ribeiro MRA, Lourenco MAG, Quaresma SIV, Martins APGV, Portugal CMGA, Fontes EJB, Bessa MLF, Castro JAM, Patres(2006) :Fatty acid composition, conjugated linoleic isomers and cholesterol in beef crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications.
- Alfaia CPM, Alves SP, Martins SIV, Costa ASH, Fontes CMGA, Lemos JPC, Bessa RJB, Prates JAM, (2009): "Effect of feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability". Food Chemistry, 114:939-46.
- Brugiapaglia C, Lussiana GD, Destefanins (2014):Fatty acid profile and cholesterol content of beef at retail of Piemontese, Limousin and Friesian breeds
- Descalzo AM, Insani EM, Biolatto A, Sancho AM, García, PT, Pensel N A, Josifovich J A (2005): "Influence of pasture or grain-based diets supplement with vitamin E on antioxidation/oxidative balance of Argentine beef". Meat Science, 70, 35-44
- Enser M, Hallet K, Hewitt B, Fursey G A J, Wood J D, Harrington G



- (1998): "Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition". *Meat Science*, 49(3), 329–341.
- Duckett SK, Pratt SL, Pavan E, (2009): "Corn oil or corn grain supplementation to steers grazing endophyte-free tall fescue. II. Effects on subcutaneous fatty acid content and lipogenic gene expression". *Journal of Animal Science*, 87:1120-8.
  - FAO (2008): *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos*
  - Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH (1957): "A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues". *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497–509.
  - French P, Stanton C, Lawless F, O’Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey P J, et al (2000): "Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets". *Journal of Animal Science*, 78, 2849–2855
  - Gatellier P, Mercier Y, Juinc H, Renerea M (2005): "Effect of finishing mode (pasture- or mixed-diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle". *Meat Science*, 69; 175–186
  - Humada E, Serrano E, Sañudo C, Rolland DC, Dugan MER (2012): "Production system and slaughter age effects on intramuscular fatty acids from young Tudaanca bulls; 679,680,681,682-685.
  - Kamihiro S, Stergiadis C, Leifert MD, Eyre G, Butler (2015): "Meat quality and health implications of organic and conventional beef production; 308,310,312,315-318.
  - Leheska JM, Thompson LD, Howe JC, Hentges E, Boyce J, Brooks JC,
  - Lurueña-Martínez MA, Palacios C, Vivar-Quintana AM, Revilla I (2010). "Effect of the addition of calcium soap to ewes' diet on fatty acid composition of ewe milk and subcutaneous fat of suckling lambs reared on ewe milk". *Meat Science*, 84(4), 677-683.
  - Marmer WN, Maxwell RJ, Williams JE (1984): "Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles". *Journal of animal science* 59: 109-121.
  - Mitchell GE, Reed AW, Rogers SA (1991): "Influence of feeding regimen on the sensory qualities and fatty acid contents of beef steaks". *Journal of Food Science*, 56, 1102–1106.
  - Moloney AP, Mooney MT, Kerry JP, Troy DJ, (2001): "Proceeding Nutr. Soc.60: 221-229.
  - Murrieta CM, Hess BW, Rule DC (2003): "Comparison of acidic and alkaline catalysts for preparation of fatty acid methyl esters from ovine muscle with emphasis on conjugated linoleic acid". *Meat Science*, 65: 523–529.
  - Razminowicz M, Kreuzer MRL, Scheeder (2006): "Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with

- conventional beef; 353,354,355,356-361.
- -Realini CE, Duckett SK, Brito GW, Dalla Rizza M, De Mattos D. (2003): "Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*,66, 567-77.
  - -Rule DC, Broughton KS, Shellito S M, Maiorano, G. (2002): "Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken". *Journal of Animal Science*, 80, 1202–1211.
  - -Smith GM, Crouse JD, Mandigo RW, Neer KL (1977): "Influence of feeding regime and biological type on growth, composition and palatability of steers". *Journal of animal science* 45: 236-253.
  - -Shriver B, Hoover L, Miller MF, (2008): "Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef". *Journal Animal Science*, 86:3575-85.
  - -Woods JD, Enser M, Warris PD (1991): Reducing fat quantity: implications for meat quality and health. In *Animal Biotechnology and the quality of meat production* (eds L.O. Fiems y B.G. Cottyn), pp. 69-84. Elsevier, New York