

Producción en pastoreo frente a la producción intensiva: perfil de ácidos grasos, carne cardiosaludable y razas rústicas

Este artículo recoge los resultados de un trabajo en el que se comparó la calidad de la canal, el contenido en grasa intramuscular y el perfil de ácidos grasos de terneros de una raza rústica de la cornisa cantábrica, la raza tudanca, sacrificados con 14 meses de edad y producidos con un sistema semiextensivo o intensivo.

M^a José Humada Macho¹, Emma Serrano Martínez¹, César Cimadevilla López²

¹ CIFA, Dirección General de Desarrollo Rural, Gobierno de Cantabria

² Servicio de Producción Animal, Dirección General de Ganadería, Gobierno de Cantabria



Introducción

En las últimas dos décadas se ha producido un importante cambio de orientación productiva en el ganado vacuno de la cornisa cantábrica, con un incremento del censo de ganado vacuno de carne y una disminución del censo de leche. Por distintas razones, este cambio se ha visto acompañado por un incremento en el censo de las razas bovinas autóctonas (Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales, 2011: www.sadei.es; Gobierno de Cantabria, 2011:

www.cantabria.es). Dentro de las razas bovinas autóctonas de la cornisa cantábrica podemos establecer dos grupos: por un lado las especializadas o seleccionadas hacia la producción de carne, asturiana de los valles y rubia gallega, y, por otro, las razas rústicas, como la asturiana de la montaña, la tudanca y la monchina.

Dentro de las razas rústicas, la situación de la asturiana de la montaña, de la monchina y de la tudanca tiene varios aspectos en común:

- Las tres son consideradas razas en peligro de extinción (RD 2129/2008);
- Se encuentran amparadas en las I.G.P. de las CCAA donde se concentra su censo (I.G.P. Carne de Cantabria e I.G.P. Ternera Asturiana) pero sólo un porcentaje mínimo de la carne comercializada dentro de estas figuras de calidad corresponde a estas razas;
- La mayoría de los terneros se venden al destete para ser acabados en otras explotaciones situadas en muchos casos en otras CCAA.

Las estrategias para acabar los terneros de estas razas en las explotaciones de origen pueden incluir sistemas semiextensivos (basados en el pastoreo) o sistemas intensivos (basados en la máxima utilización de concentrados). La utilización de dietas formadas mayoritariamente por concentrados y con un alto conteni-

do energético permite alcanzar ganancias altas de peso y aumentar los niveles de grasa intramuscular. Un mayor contenido en grasa intramuscular se asocia con una mejora en algunas características organolépticas de la carne como ternera, jugosidad o flavor. Sin embargo, también es sabido que la alimentación de los rumiantes con dietas ricas en concentrado produce un incremento en la carne del contenido en algunos tipos de ácidos grasos, como los saturados o los trans, asociados con enfermedades coronarias en humanos (Aldai *et al.* 2007), mientras que la alimentación en pastoreo produce un enriquecimiento de la carne en ácidos grasos considerados saludables como los omega-3, el vaccénico (t11-18:1) o el isómero del ácido linoleico conjugado c9,t11-18:2 o ruménico (Enser *et al.* 1998; Realini *et al.* 2004).

Las razas rústicas son razas precoces en las que aun utilizando sistemas de pastoreo y niveles bajos de suplementación con concentrado como los exigidos, por ejemplo, en la reglamentación que regula la producción ecológica (Reglamentos (CE) 834/2007 y 889/2008) y edades de sacrificio relativamente tempranas se pueden conseguir niveles de grasa intramuscular compatibles con una buena calidad sensorial de la carne.

El objetivo de este trabajo fue comparar la calidad de la canal, el contenido en grasa intramuscular y el perfil de ácidos grasos de terneros de una raza rústica de la cornisa cantábrica, tudanca, sacrificados con 14 meses de edad y producidos con un sistema semiextensivo (pastoreo más baja suplementación con concentrado) o intensivo (estabulación, concentrado a libre disposición y paja de cereal).

Material y métodos

Se utilizaron 16 terneros que se mantuvieron en pastoreo con sus madres hasta el destete con 5 meses de edad. Después del destete, 7 terneros se acabaron en un sistema semiextensivo (SE) y 9 en un sistema intensivo (IN) hasta que alcanzaron la edad de sacrificio (14 meses). El grupo SE permaneció en pastoreo en una parcela mejorada (especies dominantes: *Lolium perenne*, *Holcus lanatus* y *Trifolium repens*) desde el 21 de septiembre hasta el 1 de diciembre en el que se inició un periodo de estabulación invernal que duró hasta el 26 de febrero, fecha de inicio del segundo periodo de pastoreo que duró hasta el sacrificio, el 30 de junio.

Durante las etapas de pastoreo los animales del grupo SE se suplementaron con 0,5 kg de cebada y una cantidad de concentrado equivalente al 1 % del peso vivo. Durante el periodo de estabulación invernal estos animales dispusieron de silo de hierba a libre disposición y se suplementaron con 0,5 kg de cebada y 1,5 kg de concentrado.

Después del destete, los animales del sistema intensivo se estabularon y se alimentaron con concentrado y paja a libre disposición hasta el sacrificio.

El concentrado comercial suministrado a todos los animales estaba compuesto de 54% de maíz, 13 % soja, 11% de granos de destilería, 7 % de cáscara de soja, 7 % de torta de colza, 5 % de cebada, y 1,2 % de grasa vegetal.

Todos los animales se pesaron una vez al mes, al principio y al final de cada etapa productiva y el día antes del sacrificio. Los animales se sacrificaron en un matadero comercial y las canales se cla-

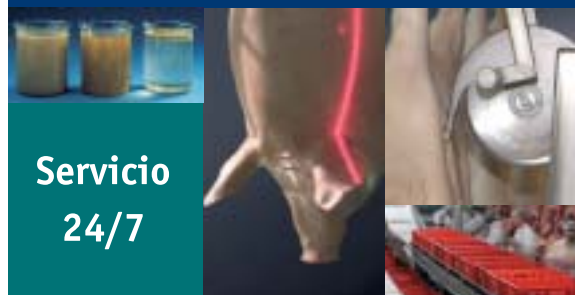
mPS
meat processing systems

**3.200 proyectos
en 92 países**

Innovación



Proveedor de líneas completas



**Servicio
24/7**

Mataderos • CO₂ • Recuperación de sangre • Líneas de despiece y deshuese • Robotización • Sistemas logísticos • Depuración de aguas residuales • Servicios postventa & Recambios

mPS
meat processing systems

AQUA
industrial watertreatment

Butina®

Anitec®

**Líder en el mercado mundial
de sistemas tecnológicos
para la industria cárnica
y su procesado.**

www.mps-group.nl

España:

MPS Spain, S.A.U.

Rafael de Campalans 170, ent. 1a
08903 Hospitalet de Llobregat
(Barcelona) España

Teléfono: +34 (0)93 2981550

Telefax: +34 (0)93 2981556

E-mail: info@mps-spain.net

Tabla 1. Contenido en grasa y perfil de ácidos grasos de los alimentos (% del total de ácidos grasos cuantificados (% peso/peso))

	Concentrado	Paja	Cebada	Pasto
Grasa (% de la materia seca)	4,57	0,62	2,16	2,70
14:0	0,24	5,26	0,27	0,57
16:0	23,47	34,65	22,95	15,63
18:0	3,30	4,46	1,83	2,16
18:2 n-6	42,45	14,65	53,48	14,86
18:3 n-3	3,47	3,92	5,08	46,80
Σ Ácidos grasos saturados (AGS) ^a	28,26	58,16	25,86	21,31
Σ Ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) ^b	24,11	8,36	14,17	3,71
Σ Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) ^c	45,92	18,57	58,56	61,66

^a Suma de 14:0, 16:0, 18:0, 20:0, 22:0 y 24:0; ^b Suma de c9-18:1 y c11-18:1; ^c Suma de 18:2 n-6 y 18:3 n-3.

Tabla 2. Parámetros productivos y características de la canal

	Semiextensivo	Intensivo	p
Consumo de concentrado (kg MS/animal)	494	1.493	---
Ganancia de peso destete-sacrificio (g/d)	---	1086a	---
Ganancia de peso internada (g/d)	876	---	---
Ganancia de peso pastoreo (g/d)	1.355	---	---
Peso vivo final (kg)	350	385	***
Peso de la canal fría (kg)	187	213	***
Engrasamiento de la canal (1-15)	4.4	5.0	ns
Conformación de la canal (1-18)	4.5	5.0	ns

P = probabilidad estadística: ns = diferencias no significativas, p > 0.1; *** = p ≤ 0,001

Tabla 3. Contenido en grasa intramuscular del músculo *longissimus thoracis* y contenido en ácidos grasos saturados (% del total de ácidos grasos cuantificados (% peso/peso))

	Semiextensivo	Intensivo	p
Grasa intramuscular (%)	1,3 ± 0,20	2,7 ± 1,09	**
14:0	1,4 ± 0,27	1,82 ± 0,361	*
16:0	19,1 ± 1,15	21,3 ± 1,70	**
18:0	17,6 ± 0,85	16,3 ± 1,22	*
Σ Ácidos grasos saturados (AGS)	39,8 ± 1,62	40,9 ± 2,25	ns

p = probabilidad estadística: ns= diferencias no significativas, p > 0.1; ***= diferencias muy altamente significativas, p ≤ 0.01.

sificaron de acuerdo con el sistema SEUROP [escala de 18 (excelente) a 1 (mala) para la conformación y de 1 (muy bajo) a 15 (muy alto) para el engrasamiento]. Tras 24 horas de refrigeración se pesaron las canales y se extrajo una porción de lomo (músculo *longissimus thoracis*) comprendida entre la 6ª y la 7ª costilla que se picó y se congeló a -80°C hasta la determinación del perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular.

Las muestras se procesaron en el Laboratorio Agroalimentario del MARM en Santander. La grasa intramuscular se extrajo según la técnica de Bligh & Dyer (1959) y se sometió a un proceso de metilación en frío (IUPAC, 1987). La identificación y cuantificación de los ácidos grasos se realizó mediante cromatografía de gases y un equipo de cromatografía de líquidos especialmente equipado para separar e identificar los isómeros del ácido linoleico conjugado. Los datos se compararon utilizando el procedimiento ANOVA del programa SPSS 17.0.

Resultados y discusión

Composición de los alimentos, rendimientos de los animales, calidad de la canal

Como ya había sido observado por otros autores (Nuernberg *et al.* 2002), el pasto presentó valores más altos de 18:3 n-3 (ácido linoléico) y ácidos grasos poliinsaturados y valores menores de 16:0 (ácido palmítico), 18:2n-6 (ácido linoleico), ácidos grasos saturados y monoinsaturados que el concentrado comercial y la cebada (ver **tabla 1**).

El consumo de concentrado por animal del lote IN fue unas tres veces superior al del grupo SE (**tabla 2**). La ganancia media diaria de peso del lote IN se situó en torno a 1.000 g/día desde el destete al sacrificio y la del lote SE pasó de unos 800 g/día durante la invernada a más de 1.300 g/día durante el pastoreo presacrificio. Los animales del lote IN presentaron un peso de canal superior (+26 kg) a los del lote SE pero no se observaron diferencias en las notas de engasamiento y conformación.

Perfil de ácidos grasos

Como era de esperar, teniendo en cuenta las diferencias en el contenido energético de las dietas (Wood *et al.* 2008), el contenido en grasa intramuscular del lote SE (1,3%) fue inferior al del lote IN (2,7%) (**tabla 3**). De acuerdo con los resultados de otros autores (Varela *et al.* 2004), los ácidos grasos más abundantes fueron el palmítico (16:0), esteárico (18:0), oleico (c9-18:1) y linoleico (18:2 n-6). Estos 4 ácidos grasos supusieron más del 70% del total en los dos tratamientos.

Ácidos grasos saturados (AGS)

En la **tabla 3** se recoge el % total de AGS y los % individuales de algunos de los ácidos grasos que forman esta fracción. Es bien conocido el impacto de los ácidos palmítico (16:0) y mirístico (14:0) en el incremento del colesterol sanguíneo. Por el contrario, el ácido esteárico es el único ácido graso saturado que no contribuye al incremento del colesterol sérico (Hegsted *et al.* 1965; Leheska *et al.*, 2008). En este trabajo, los niveles más bajos de 14:0 y 16:0 y los más altos de 18:0 se obtuvieron en

los animales del lote SE. Resultados similares habían ya sido obtenidos con otras razas por otros autores como Realini *et al.* (2004).

Ácidos grasos monoinsaturados (AGMI)

En la **tabla 4** se puede ver que el sistema de producción tuvo un impacto claro sobre los % de AGMI totales y de tipo cis (c-AGMI). Como ya había sido observado por otros autores (Realini *et al.* 2004; De la Fuente *et al.* 2009), los animales del lote IN presentaron valores más altos de c-AGMI que los del lote ES. Esta diferencia se debió principalmente a un mayor % en el grupo IN de ácido oleico (18:1). Un mayor contenido en ácido oleico es positivo, considerando que este ácido graso incrementa las concentraciones de HDL-colesterol y disminuye las de LDL-colesterol en plasma, lo que disminuye el riesgo de enfermedades coronarias (Katan *et al.* 1994).

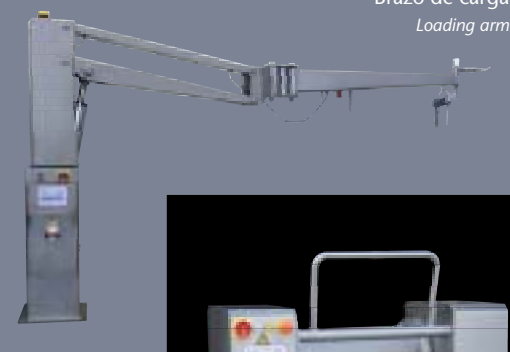
Los animales del lote IN presentaron porcentajes más altos de ácidos grasos monoinsaturados de tipo trans (t-AGMI), de isómeros trans del 18:1 (t-18:1) y, dentro de estos, del ácido graso t10-18:1. Los isómeros t-18:1 se forman por la biohidrogenación de los ácidos grasos linoleico (18:2n-6) y linoléico (18:3 n-3) en el rumen y se incorporan a la carne (Griinari & Bauman 2000). En los humanos, se considera que el incremento del contenido de isómeros t-18:1 en la dieta es negativo pues tienen el mismo efecto potenciador de niveles altos de colesterol que los ácidos grasos saturados (Mensink & Katan, 1993). Sin embargo es necesario puntualizar que no todos los isómeros t-18:1 tienen la misma actividad biológica y que, en concreto, el t11-

Machinery for Maquinaria para abattoirs and mataderos y intestine-treatment triperías works

Destructora de tripas
Gut shredder



Brazo de carga
Loading arm



Desolladora para ovinos
Sheep puller



Depiladora para patas y cochinitos
Dehairing machine
for legs and suckling pigs



Tabla 4. Contenido en ácidos grasos monoinsaturados (% del total de ácidos grasos cuantificados (% peso/peso)) del músculo *longissimus thoracis*

	Semiextensivo	Intensivo	p
c9-18:1	26,5 ± 2,40	29,2 ± 2,97	t
c11-18:1	1,1 ± 0,07	1,5 ± 0,16	***
c12-18:1	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,03	ns
c13-18:1	0,1 ± 0,02	0,2 ± 0,02	**
c14-18:1	0,07 ± 0,004	0,06 ± 0,005 b	**
c15-18:1	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,02	ns
Σ Ácidos grasos monoinsaturados cis (c-AGMI)	30,8 ± 2,61	34,3 ± 3,23	*
t10-18:1	0,3 ± 0,06	3,9 ± 1,74	***
t11-18:1	2,0 ± 0,78	1,0 ± 0,16	***
t-18:1	4,2 ± 0,94	6,6 ± 1,59	***
Σ Ácidos grasos monoinsaturados trans (t-AGMI)	4,4 ± 0,97	6,7 ± 1,57	***
Σ Ácidos grasos monoinsaturados (AGMI)	35,2 ± 3,01	41,0 ± 3,93	**

p = probabilidad estadística: ns= diferencias no significativas, p > 0.1; t= tendencia a diferencias significativas, p ≤ 0.1; *= diferencias significativas, p ≤ 0.05; **= diferencias altamente significativas, p ≤ 0.01; ***= diferencias muy altamente significativas, p ≤ 0.001.

Tabla 5. Contenido en ácidos grasos poliinsaturados n-6 y n-3 (% del total de ácidos grasos cuantificados (% peso/peso)) del músculo *Longissimus thoracis* y cociente n-6/n-3

	Semiextensivo	Intensivo	p
18:2n-6	10.5 ± 1.67	10.7 ± 3.01	ns
ΣAGPI n-6	14.6 ± 2.61	14.5 ± 4.43	ns
18:3n-3	3.2 ± 0.82	0.4 ± 0.68	***
20:5n-3	1.2 ± 0.30	0.1 ± 0.06	***
22:5n-3	2.4 ± 0.51	0.6 ± 0.24	***
22:6n-3	0.21 ± 0.071	0.07 ± 0.034	***
ΣAGPI n-3	7.1 ± 1.63	1.2 ± 0.39	***
ΣAGPI n-6 / AGPI n-3	2.1 ± 0.27	12.8 ± 1.64	***

p = probabilidad estadística: ns= diferencias no significativas, p > 0.1; ***= diferencias muy altamente significativas, p ≤ 0.001.

18:1 no se asocia con incrementos del riesgo cardiovascular. Coincidiendo con nuestros resultados, Dugan *et al.* (2007), observaron mayores concentraciones de t10-18:1 en la carne de rumiantes alimentados con dietas ricas en concentrados, mientras que un mayor contenido en t11-18:1 (transvaccénico) se asoció con dietas basadas en forrajes.

Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)

Como se puede ver en la **tabla 5**, el porcentaje de AGPI de tipo n-3 (omega-3) fue superior en los animales del lote SE (7.1% vs 1,2%). Este resultado coincide con los obtenidos en trabajos previos como el de French *et al.* (2000).

Los principales ácidos de cadena larga de la familia omega-3 son el 20:5n-3 (eicosapentanoico o EPA), 22:5n-3 (docosapentanoico o DPA) y 22:6n-3 (docosahexaenoico o DHA). Como ya habían observado De la Fuente *et al.* (2009) los valores más bajos de estos tres ácidos grasos correspondieron al lote IN. Este resultado es esperable considerando que el pasto tiene un alto contenido en 18:3n-3 (linolénico) que una vez consumido por los animales es transformado en parte en EPA, DPA y DHA. Estos ácidos grasos se asocian con efectos positivos para la salud en humanos derivados de su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares, depresión y cáncer (Simopoulos, 1991).

El ratio ácidos grasos n-6/n-3 se usa para caracterizar el valor nutricional de las grasas. Se recomienda aumentar los niveles de ácidos grasos n-3 (omega-3) de forma que el ratio n-6/n-3 se sitúe entre 4 y 1 (Department of Health., 1994). Se sabe que la alimentación de los rumiantes con dietas ricas en forraje disminuye el ratio n-6/n-3 ratio (French *et al.* 2000). De nuevo, en términos de salud humana, el valor de la relación n-6/n-3 fue más favorable en lote SE (2,09) que en el lote IN (12.8).

Isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA por sus siglas en inglés)

En la **tabla 6** se muestra el perfil de isómeros del CLA. Este tipo de ácidos grasos (isómeros del CLA) se encuentran en los productos derivados de los rumian-

tes (leche y carne) y se producen como consecuencia de la biohidrogenación de los ácidos grasos poliinsaturados en el rumen (Lourenço *et al.* 2010). Además del contenido total en CLA de un alimento es importante conocer la importancia relativa de los distintos isómeros porque el efecto de estos sobre la salud difiere de unos a otros (Pariza *et al.* 2001).

Los animales acabados en pastoreo presentaron valores más altos de CLA total que los acabados en el sistema intensivo (8,1 vs 4,6 mg/g de ácidos grasos totales). En la bibliografía se pueden encontrar otros trabajos en los que se ha observado una relación positiva entre pastoreo y contenido en CLA de la carne (Realini *et al.*, 2004).

Dentro de los isómeros del CLA el más importante cuantitativa y cualitativamente (actividad biológica como anticancerígeno) es el c9,t11-CLA (ruménico). Este isómero se produce en la biohidrogenación del 18:2n-6 a 18:0 por las bacterias ruminales (Kepler *et al.* 1966) y mediante síntesis endógena por desaturación Δ -9 del t11-18:1 (trans-vaccénico) (Griinari *et al.*, 2000). Los animales del lote SE presentaron valores significativamente más altos de c9,t11-CLA que los del lote IN (4,9 vs. 2,1 mg/g FAs, respectivamente). French *et al.* (2000) también observaron que la alimentación con dietas ricas en 18:3 n-3 (linolénico) se traduce en un incremento en la deposición de c9,t11-CLA en el músculo.

Varios trabajos han demostrado que t10,c12-CLA tiene un efecto anticancerígeno similar al del c9,t11-CLA (Ip *et al.* 2002). También se han observado efectos positivos de este ácido graso en la reducción de la grasa corporal y en la prevención de enfermedades coronarias (Pariza *et al.* 2000).

Los mamíferos no tienen la enzima Δ 12-desaturasa y no pueden sintetizar este ácido graso. En los ruminantes el t10,c12-CLA es sintetizado por las bacterias ruminales y se absorbe en el intestino (Pariza *et al.*, 2000). Coincidiendo con Alfaia *et al.*, (2009), los animales del lote IN presentaron valores significativamente más altos de t10,c12-CLA que los del lote SE (tabla 6).

Tabla 6. Contenido (% del total de ácidos grasos cuantificados (% peso/peso)) en ácido linoléico conjugado y en ácidos grasos poliinsaturados y cociente AGPI/AGS del músculo *longissimus thoracis* y cociente n-6/n-3

	Semiextensivo	Intensivo	p
Σ Isómeros trans,trans del CLA (t,t-CLA)	0,14 \pm 0,031	0,04 \pm 0,009	***
t10,c12-18:2	0,009 \pm 0,0048	0,019 \pm 0,0040	***
c9,t11-18:2	0,5 \pm 0,15	0,2 \pm 0,05	***
Σ Isómeros cis,trans / trans,cis del CLA (c,t/t,c-CLA)	0,7 \pm 0,16	0,4 \pm 0,06	***
Σ Isómeros ácido linoleico conjugado (CLA)	0,8 \pm 0,15	0,4 \pm 0,06	***
Σ Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)	23,6 \pm 3,91	16,8 \pm 4,78	**
AGPI/AGS	0,60 \pm 0,121	0,41 \pm 0,134	*

p = probabilidad estadística: * = diferencias significativas, p \leq 0,05; *** = diferencias muy altamente significativas, p \leq 0,001.

La relación entre ácidos grasos poliinsaturados/saturados (AGPI/AGS) es otro índice utilizado para caracterizar el valor nutricional de las grasas y se recomienda que en el conjunto de la dieta su valor se sitúe por encima de 0,45 (Department of Health, 1994). Como ya había observado French *et al.* (2000) la grasa intramuscular de los animales del lote SE (tabla 6) presentó valores del ratio AGPI/AGS superiores a los del sistema intensivo (0,60 vs 0,41).

A modo de resumen, se puede destacar que: no se observaron diferencias importantes en la calidad de la carne entre tratamientos; la carne de los animales producidos en pastoreo (sistema semiextensivo) se distinguió de la producida en el sistema intensivo por tener un menor contenido de grasa intramuscular, del ácido graso trans-18:1 y del isómero t10,c12 del CLA; por tener un mayor contenido de ácidos grasos poliinsaturados, CLA y c9,t11-CLA (ruménico); por tener un menor valor del ratio ácidos grasos omega-6/omega-3 y por tener un mayor valor del ratio ácidos grasos poliinsaturados/saturados.

En conclusión, sistemas de producción en pastoreo con una baja suplementación con concentrado (compatibles con normativas como la de producción ecológica) permitirían obtener una carne con un perfil de ácidos grasos más favorable para la salud de los consumidores y ello podría ayudar a la búsqueda de un nicho de mercado para los productos de razas autóctonas de tipo rústico, especialmente adaptadas a sistemas de pastoreo y con posibilidades para producir una carne con una buena calidad organoléptica en estos sistemas.

Bibliografía

- **Aldai, N., Nájera, A. I., Dugan, M., Celaya, R., Osoro, K.** (2007). Characterisation of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups. *Meat Science*, 76, 682-691.
- **Alfaia, C. P. M., Alves, S. P., Martins, S., Costa, A., Fontes, C., Lemos, J., Bessa, R., Prates, J.** (2009). Effect of the feeding system on intramuscular fatty acids and CLA isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. *Food Chemistry*, 114, 939-946.
- **Bligh, E. G., & Dyer, W. J.** (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry Physiology*, 37, 1911-1912.
- **De la Fuente, J., Díaz, M., Álvarez, I., Oliver, M., Font i Furnols, M., Sañudo, C., Campo, M., Montossi, F., Nute, G., Cañeque, V.** (2009). Fatty acid and vitamin E composition of intramuscular fat in cattle reared in different production systems. *Meat Science*, 82, 331-337.
- **Department of Health.** (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. *Report of the Cardiovascular Review*. London: HMSO., 46.
- **Dugan, M., Kramer, J., Robertson, W., Meadus, W., Aldai, N., Rolland, D.** (2007). Comparing subcutaneous adipose tissue in beef and muskox with emphasis on trans 18:1 and CLA. *Lipids*, 42, 509-518.
- **Enser, M., Hallett, K., Hewett, B., Fursey, G., Wood, J., Harrington, G.** (1998). Fatty acid content of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49, 329-341.
- **French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'Riordan, E., Monahan, F., Caffrey, P., Moloney, A.** (2000). Fatty acid composition, including CLA, of fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim Sci.*, 78, 2849-2855.
- **Griinari, J., Corl, B., Lacy, S., Chouinard P., Nurmela, K., Bauman, D.** (2000). CLA is synthesized endogenously in lactating dairy cows by 9-desaturase. *J. Nutrition*, 130, 2285-2291.
- **Hegsted, D., McGandy, R., Myers, M., Stare, F.** (1965). Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in Man. *American J. of clinical nut.*, 17, 281-295.
- **Ip, C., Yan, D., Ip, M., Banni, S., Carta, G., Angioni, E., Murru, E., Spada, S., Melis, M., Saebo, A.** (2002). CLA isomers and mammary cancer prevention. *Nutrition and cancer*, 43, 52-58.
- **IUPAC No. 2301.** (1987). Preparation of the fatty acid methyl esters. *Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives*. Oxford, UK: IUPAC, Blackwell.
- **Katan, M., Zock, P., Mensink, R.** (1994). Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 60, 1017-1022.
- **Kepler, C. R., Hirons, K., McNeill, J., Tove, S.** (1966). Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. of Biol. Chem.*, 241, 1350-1354.
- **Leheska, J. M., Thompson, L. D., Howe, J. C., Hentges, E., Boyce, J., Brooks, J. C., Shriver, B., Hoover, L., & Miller, M. F.** (2008). Effects of conventional and grass feeding systems on the nutrient composition of beef. *J. Anim Sci.*, 2007-0565.
- **Lourenço, M., Ramos, E., & Wallace, R. J.** (2010). The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Animal*, 4, 1008-1023.
- **Mensink, R., Katan, M.** (1993). Trans monounsaturated fatty acids in nutrition and their impact on serum lipoprotein levels. *Progress in Lipid Research*, 32, 111-122.
- **Nuernberg, K., Nuernberg, G., Ender, K., Lorenz, S., Winkler, K., Rickert, R., Steinhart, H.** (2002). N-3 fatty acids and CLA of longissimus muscle in beef cattle. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 463-471.
- **Pariza, M., Park, Y., Cook, M. E.** (2000). Mechanisms of Action of CLA: Evidence and Speculation. *Procs. of the Society for Exp. Biology and Medicine*, 223, 8-13.
- **Pariza, M. W., Park, Y., & Cook, M. E.** (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research*, 40(4), 283-298.
- **Realini, C., Duckett, S., Brito, G., Dalla Rizza, M., De Mattos, D.** (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding and antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 567-577.
- **Simopoulos, A. P.** (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54, 438-463.
- **Varela, A., Oliete, B., Moreno, T., Portela, C., Monserrat, L., Carballo, J., Sánchez, L.** (2004). Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Science*, 67, 515-522.
- **Wood, J., Enser, M., Fisher, A., Nute, G., Sheard, P., Richardson, R., Hughes, S., Whittington, F.** (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343-358. **e**