

INVESTIGACIONES EN CANTABRIA SOBRE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LA LECHE DE VACA

Dra. Ana Villar Bonet

*Área de Calidad de los Alimentos de origen animal: leche y carne
Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA).*

*Consejería de Medio Rural, Pesca y Alimentación. Gobierno de Cantabria.
C/ Héroes 2 de mayo, 27. 39600 Muriedas. Cantabria.*

Cada día más la sociedad demanda alimentos que no solo cubran las necesidades nutritivas, sino que sean además seguros y saludables. Asimismo existe una creciente preocupación del consumidor por el bienestar de los animales y por el impacto que la producción, transformación, y distribución de alimentos ocasiona en el medio ambiente.

A su vez, el consumidor es más sensible a la relación entre la dieta y la salud. La OMS, dentro de una lista de recomendaciones para llevar una dieta saludable, indica que reducir el consumo total de grasa a menos del 30% de la ingesta calórica diaria contribuye a prevenir el aumento de peso en la población adul-

ta y que el riesgo de desarrollar enfermedades no transmisibles disminuye al reducir el consumo de grasas saturadas a menos del 10% de la ingesta calórica diaria, y de grasas trans a menos del 1%, indicando que unas y otras deben ser sustituidas por grasas no saturadas (OMS, 2015).

La grasa de la leche está constituida en más de un 65% por ácidos grasos saturados al que contribuyen de forma especial los ácidos grasos de cadena media, como el palmítico (C16:0), láurico (C12:0) y mirístico (C14:0), cuya presencia en altas dosis en la dieta diaria, junto al de ácidos grasos trans, es considerado un factor de riesgo para la salud cardiovascular. Por ésta y otras razones, actualmente se está cuestionando la conveniencia del consumo de leche y productos lácteos. Actualmente en España el 73,8% del volumen de leche líquida consumido es leche a la que se ha eliminado total o parcialmente la grasa (desnatada y semidesnatada) (Magrama, 2015).

Algunos ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), que se encuentran en cantidades insuficientes en la mayoría de las dietas humanas, como el ácido α -linoléico (el ácido graso más abundante en leche de la familia omega 3) y algunos isómeros del ácido linoleico conjugado (CLA), parece demostrado que tienen efectos beneficiosos para la salud, disminuyen la incidencia de obesidad y diabetes, reducen la presión arterial y la incidencia de enfermedades cardiovasculares y tienen propiedades antiinflamatorias por lo que el enriquecimiento de la leche con estos AG incrementaría el valor añadido de este producto (Agrabié et al., 2007; Slots et al., 2009).

La influencia de la alimentación sobre el perfil de ácidos grasos es un hecho demostrado, dietas ricas en pasto dan lugar a una leche con menor contenido en ácidos grasos saturados y mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados, especialmente omega 3 y los ácidos grasos conjugados del linoleico (CLA) (Kraft et al., 2003; Dewhurst et al., 2006; Elgersma et al., 2006 y 2012; Slots et al., 2009).

Elgersma señala que en los años 60 el contenido en CLA medio de la leche era de 1,5g/100g mientras que los datos obtenidos por ellos en los años 2001-2002 dan un contenido en CLA



medio de 0,7- 0,5g/100g, reducción que asocian a una mayor inclusión de maíz y concentrado en las dietas de los animales (Elgersma et al., 2012).

La grasa es el componente más fácilmente modificable de la leche y la alimentación es el factor más importante para alterar el perfil de ácidos grasos (Bauman, 2006). Dentro de este contexto, en los últimos años, en muchos centros de investigación de todo el mundo se está trabajando sobre la modificación del perfil graso de la leche a través de la alimentación de las vacas. Un equipo de investigadores del INRA, en Clermont-Ferrand, llevan años trabajando sobre la relación entre alimentación y ácidos grasos; este grupo tras analizar el perfil de ácidos grasos de 1.248 muestras de leche de tanque asociado a la ración suministrada a las vacas en lactación y los resultados de 20 experiencias controladas en 10 países diferentes han desarrollado para cada ácido graso una ecuación que permite predecir el contenido de los distintos ácidos grasos en función de la dieta (Coppa et al., 2013). En este estudio obtuvieron unos modelos matemáticos muy robustos, entre otros, para el CLA, omega 3, relación n6/n3. Así mismo, encontraron que la proporción de forraje verde fresco era la principal covariable en casi todos los modelos. El equipo entiende que estos modelos pueden servir de herramienta al ganadero para ayudarle a mejorar la calidad nutricional de la leche que produce.

Dentro de España, la cornisa cantábrica, por sus condiciones edafoclimáticas, está especialmente indicada para producir leche obtenida de vacas alimentadas con pasto y forrajes obtenidos de esos pastos, de hecho actualmente todos los centros de investigación agraria de estas regiones, especialmente los centros de Galicia (CIAM), Asturias (SERIDA) y Cantabria (CIFA) están trabajando en este tema, confirmando a nivel local los resultados obtenidos por otros autores en otras partes del mundo.

Así en el CIAM la tipificación de las dietas suministradas a las vacas en lactación en 45 ganaderías de Galicia dio lugar a 7 tipos de dieta (2 estaban suplementadas con lino). En la tabla 1 se presenta el perfil de ácidos grasos de la leche de tanque producida con las dietas definidas en el análisis de agrupamiento. En la tabla se puede observar que las dietas con lino, con y sin presencia de forraje verde, son las dietas con menor contenido en ácidos grasos saturados y mayor contenido en omega 3 y CLA. A su vez, entre las dietas no suplementadas con lino, la dieta con forraje verde (donde el forraje fresco constituía alrededor del 48% de la MS de la ración) presentaba el menor contenido de saturados y el mayor contenido omega 3 y CLA. Las dietas con silo de maíz son las que presentan, junto con la dieta rica en forraje seco, el menor contenido en omega 3 y CLA (Flores et al., 2015).





Una buena forma de desarrollar el potencial de los espacios rurales es la combinación de un proceso de identificación territorial con la creación de marcas o etiquetas con las que el territorio se promociona. A la demanda social de productos más saludables y sostenibles se une la necesaria sostenibilidad económica del sector que puede ir ligada a la creación de valor añadido a la producción. El clima en la Cornisa Cantábrica y Galicia, caracterizado por su alta pluviosidad y temperaturas suaves, posibilita la existencia de pastos permanentes, lo que se traduce en la existencia de ganaderías de leche con una alimentación basada en estos pastos.

En el mercado internacional se comercializan marcas de leche de calidad diferenciada en base a pasto (Weidemelk, 100% Grass-fed, Origin Green). El producto comercializado bajo estas marcas está obligado a cumplir las condiciones de producción que, dependiendo de los casos, define el tipo de producto, el tratamiento industrial que recibe, el sistema de alimentación y de manejo de los animales que lo producen, etc. En los casos presentados en la figura 1, se obliga a que los animales pasen un mínimo de tiempo en pastoreo al día, y un mínimo de días al año (Elgersma et al., 2012).



Weidemelk (Países Bajos)



Maple Hill (EEUU)



Origin Green (Irlanda)

Ejemplos de marcas de calidad de leche diferenciada producida en base a pastos.

TABLA 1

Perfil de ácidos grasos de la leche de tanque producida con las dietas definidas en el análisis de agrupamiento llevado a cabo en Galicia.

Datos extraídos de la tabla 7 del artículo de Flores et al., 2015.

PARÁMETRO	DIETAS (n=217)							P-VALUE
	FV	FV + L	SH	SM + SH	SM	SM-L	FSEC	
N	33	13	85	40	20	20	6	
PRODUCCIÓN DE LECHE (KG/DÍA)	25,39	25,46	28,95	30,52	34,34	36,52	26,09	***
% GRASA	88	3,64	3,77	3,91	3,70	3,39	3,80	***
% PROTEÍNA	23	3,16	3,20	3,28	3,27	3,24	3,09	NS
AC. GRASOS (G/100G GRASA)								
TOTAL SATURADOS	68,47	65,49	68,03	70,05	69,73	64,26	71,85	***
TOTAL MONOINSATURADOS	6,77	29,59	27,20	25,86	26,15	30,72	23,62	***
TOTAL POLIINSATURADOS	4,06	4,17	4,08	3,46	3,47	4,44	3,67	***
CLA (C18:2 CIS-9 TRANS-11)	0,89	0,99	0,80	0,56	0,47	0,99	0,60	***
OMEGA 3 (C18:3 N3)	0,63	0,69	0,52	0,32	0,27	0,66	0,57	***

FV = Forraje verde (48% MS ración)

FV+L = Forraje verde (35% MS) + Lino (1,08% MS)

SH = Silo de hierba (40% MS)

SM + SH = Silo maíz (32% MS) + Silo de hierba (28% MS)

SM = Silo maíz (48% MS)

SM+L = Silo maíz (50% MS) + Lino (1,66% MS);

Fsec = Forraje seco (63% MS).

** P < 0,05*

*** P < 0,01*

**** P < 0,001;*

NS = Diferencias no significativas estadísticamente.

En el SERIDA se llevó a cabo una experiencia controlada en su propia granja en la que se comparó el perfil de ácidos grasos de la leche en función de la alimentación; en concreto se contrastaron 3 dietas: TMR00, ración suministrada ad libitum sin pastoreo; TMR06: la misma ración con 6 horas de pastoreo (equivalente a 5 kg MS/vaca/día) y la misma ración con 12 h de pastoreo (equivalente a 8,5 kg MS/vaca/día) (Morales-Almaraz et al., 2010).

Se encontraron diferencias significativas en los ácidos grasos de mayor interés nutricional, de forma que la leche producida por los animales en pastoreo presentaban menores niveles de saturados, especialmente menores niveles de palmítico, y mayores niveles de mono y poliinsaturados, especialmente mayores niveles de omega 3 y CLA (Tabla 2). Las diferencias eran más acusadas cuanto mayor era el consumo de forraje verde, la leche de las vacas con la dieta TMR12 contenía doble cantidad de CLA (0,60 g/100g de grasa frente a 0,30) y más del doble cantidad de omega 3 que la leche de las vacas sin pastoreo (0,52 g/100g de grasa frente a 0,19).

TABLA 2

Producción de leche, composición y perfil de ácidos grasos
 Datos extraídos de la tabla 4 del artículo de Morales-Almaráz et al., 2010

PARÁMETRO	DIETAS (n=217)			P-VALUE
	TMR00	TMR06	TMR12	
PRODUCCIÓN DE LECHE (KG/DÍA)	34,6	35,4	33,6	NS
% GRASA		3,88	3,62	0,05
% PROTEÍNA	3,02	3,04	3,06	NS
PERFIL AC. GRASOS (G/100G GRASA)				
TOTAL SATURADOS	71,4	70,5	69,4	0,01
TOTAL MONOINSATURADOS		29,6	30,7	0,01
TOTAL POLIINSATURADOS	2,93	2,75	3,09	0,01
ÁC PALMÍTICO (C16:0)	38,9	36,8	35,1	0,01
CLA (ISÓMERO C18:2 CIS-9 TRANS-11)	0,30	0,42	0,60	0,01
OMEGA 3 (C18:3 N3)	0,19	0,36	0,52	0,01

El primer contacto del CIFA con el perfil de ácidos grasos en la leche en función de la alimentación vino de mano de los estudios realizados sobre ganaderías de leche de producción ecológica en donde se encontró que los contenidos en omega 3 y CLA en la leche de producción ecológica eran superiores a los valores encontrados para las explotaciones convencionales, tanto extensivas como intensivas, siendo el contenido en CLA de la leche de las ecológicas un 29,6% superior al de las extensivas y más del doble (115% superior) del contenido de la leche producida en las intensivas (Villar et al., 2011). Diferencias que más que asociadas al sistema de producción (ecológico vs. convencional) estaba relacionado con el manejo alimentario.

En Cantabria al igual que en las otras CCAA de la cornisa cantábrica, y fruto de un proyecto en común, se ha llevado a cabo la tipificación de las dietas suministradas a las vacas en lactación en 12 ganaderías de Cantabria. El análisis clúster agrupó las 48 dietas (dietas de las 12 ganaderías en primavera, verano, otoño e invierno) en 4 grupos o tipos de dieta. Como se observa en la tabla 3, los modelos de dieta encontrados en Cantabria son diferentes a los de Galicia, entre otros aspectos ninguna ración está suplementada con lino dado que actualmente ninguna empresa de leche en Cantabria tiene en el mercado un producto diferenciado por el que pague un plus por el contenido en omega 3 y CLA mientras en Galicia existen 2 empresas de leche que han apostado por este producto.

TMR00 (Total Mixed Ration) = Ración mezclada sin pastoreo.

TMR06 = Ración mezclada con 6h de pastoreo.

TMR12 = Ración mezclada con 12h de pastoreo.

** P < 0,05;*

** P < 0,05;*

NS = Diferencias no significativas estadísticamente.

TABLA 3

Perfil de ácidos grasos de la leche de tanque producida con las dietas definidas en el análisis de agrupamiento llevado a cabo en Cantabria.

Datos extraídos de la tabla 2 de la memoria del año 2015 del CIFA.

	DIETA 1 FORRAJE VERDE N=13	DIETA 2 SILO HIERBA / HENO N=9	DIETA 3 FORRAJE VERDE + MAÍZ N=13	DIETA 4 SILO HIERBA / SILO MAÍZ N=13	TOTAL DIETAS N=48
VERDE	45,48 a	3,67 c	28,08 b	0,00 d	18,58
SILO HIERBA	6,51 b	16,61 b	11,22 b	21,66 a	14,23
SILO MAÍZ	0,88 b	0,00 b	23,11 a	23,67 a	10,98
PIENSO	46,29 a	45,94 a	35,05 b	44,06 a	43,48
FORRAJE SECO	0,84c	33,78 a	2,54 c	10,60 b	12,73
KG MS TOTAL	18,33b	18,90 b	20,32 b	22,86 a	20,08

En la tabla 4 se presenta el perfil de ácidos grasos de la leche de tanque producida por los animales bajo las dietas definidas en el análisis de agrupamiento. En la tabla se puede observar que la leche obtenida de la dieta 1, con un porcentaje medio de forraje verde del 45%, presenta un menor contenido en ácidos grasos saturados, mayor contenido en CLA y mejor relación n6/n3. A su vez, la leche obtenida de dietas con maíz presenta un mayor contenido en saturados y el menor contenido omega 3. El análisis de correlación entre componentes de la dieta y

ácidos grasos puso de manifiesto que la correlación más alta es la observada entre el contenido en forraje fresco de la dieta y el contenido de CLA en la leche ($r=0,653$, $p<0,01$). La dieta con forraje verde (Dieta 1) tiene un contenido en CLA que casi duplica al de la dieta 4. No se obtuvo correlación significativa entre el contenido en omega 3 y el forraje fresco pero si se encontró correlación, aunque negativa, entre el omega 3 y la inclusión de maíz en la dieta ($r=-0,483$, $p<0,01$).



TABLA 4

Perfil de ácidos grasos de la leche de tanque producida con las dietas definidas en el análisis de agrupamiento llevado a cabo en Cantabria.

Datos extraídos de la tabla 2 de la memoria del año 2015 del CIFA.

AC. GRASOS (G/100G GRASA)	DIETA 1 FORRAJE VERDE N=13	DIETA 2 SILO HIERBA / HENO N=9	DIETA 3 FORRAJE VERDE + MAÍZ N=13	DIETA 4 SILO HIERBA / SILO MAÍZ N=13	TOTAL DIETAS N=48
TOTAL SATURADOS	66,11	67,46	68,66	68,90	67,71
TOTAL MONOINSATURADOS	28,98	27,68	27,03	26,81	27,67
TOTAL POLIINSATURADOS	4,11	4,17	3,65	3,67	3,92
OMEGA 6 (C18:2 N3)	2,41	2,76	2,30	2,55	
OMEGA 3 (C18:3 N3)	0,62 ab	0,63 a	0,51 ab	0,51 b	0,57
CLA (C18:2 CIS-9 TRANS-11)	0,82 a	0,57 bc	0,65 ab	0,42 c	0,61
RELACIÓN OMEGA 6/ OMEGA 3	3,86 b	4,65 ab	4,57 ab	5,10 a	4,55

En sistemas de producción en base a pasto es difícil mantener niveles altos de insaturados, y especialmente de CLA, a lo largo del año (Villar et al., 2011; Elgersma et al., 2012) lo que obliga a un diseño nutricional y una estrategia en el manejo de la explotación (Villar, A & Salcedo G, 2011).

En resumen, el mayor nivel de ácidos grasos cardiosaludables en la leche producida en base a pastos y forrajes producidos por esos pastos confiere a esta producción un valor añadido que justificaría un mayor precio de esta leche en el mercado (Revello-Chion et al., 2010; Capuano et al., 2013).

Dra. Emma Serrano Martínez
Área de Calidad de los Alimentos de origen animal
Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA).
Consejería de Medio Rural, Pesca y Alimentación.
Gobierno de Cantabria.
C/ Héroes 2 de mayo, 27. 39600 Muriedas. Cantabria.
Teléfono: 942 254393
Fax: 942 269011
Correo electrónico: emmaserrano@cifacantabria.org

INVESTIGACIONES EN CANTABRIA SOBRE PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN LA CARNE DE VACUNO

El acabado de los animales destinados a la producción de carne (fase de crecimiento rápido inmediatamente antes del sacrificio cuyo fin es la consecución de unos niveles adecuados de grasa en la canal y en la carne) puede realizarse mediante sistemas que van, desde los basados únicamente en pasto hasta los que maximizan la utilización de concentrados (pienso) suministrando este tipo de alimentos a libre disposición acompañados de un forraje de baja calidad como paja. Entre estos dos extremos que podríamos denominar como 100% forraje, en el caso del acabado sólo con pasto, y 10 % forraje 90% concentrado, en el caso del acabado con concentrado a libre disposición y paja, existen múltiples situaciones intermedias. Por ejemplo, la legislación de Producción Ecológica (Reglamentos (CE) 834/2007 y 889/2008) recoge la importancia de respetar las características fisiológicas de los rumiantes y limitar la proporción de concentrados de la ración diaria a un máximo del 40% de la materia seca ingerida (relación forraje/concentrado 60/40).

También es necesario mencionar que en la actualidad la mayor parte de los animales producidos en sistemas de producción no acogidos a la Producción Ecológica se acaban con dietas basadas en la administración de concentrado a libre disposición y un forraje de baja calidad, habitualmente, paja. La utilización de dietas formadas mayoritariamente por concentrados, y por tanto, con un alto contenido energético, permite alcanzar ganancias altas de peso y aumentar los niveles de grasa intramuscular (grasa infiltrada en la carne) y la cobertura grasa de la canal. Un mayor contenido en grasa intramuscular y una mayor cobertura grasa de la canal se asocian con una mejora en algunas características sensoriales de la carne como su ternura y jugosidad. Sin embargo, es importante precisar que los niveles mínimos de engrasamiento compatibles con unas adecuadas características sensoriales de la carne, también son alcanzables con dietas ricas en forrajes. Por otro lado, se sabe que la alimentación de los rumiantes con dietas ricas en forrajes y especialmente en pasto produce un enriquecimiento de la carne en ácidos grasos considerados saludables como los poliinsaturados, los poliinsaturados omega-3 o el ácido linoleico



conjugado (CLA) (Enser y cols. 1998; Realini y cols. 2004, Daley y cols., 2010).

En el Centro de Investigación y Formación Agraria (CIFA) se han realizado algunos ensayos con sistemas de producción y razas de Cantabria cuyos resultados coinciden con las líneas generales ya apuntadas. Se exponen a continuación de forma resumida los resultados obtenidos en tres de esos ensayos.

En el ensayo recogido en las publicaciones Humada y cols. 2012 y Humada y cols., 2014a,b, se comparó el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular de terneros de raza tudanca acabados con un sistema semiextensivo (pastoreo más baja suplementación con concentrado) o intensivo (estabulación, concentrado a libre disposición y paja de cereal).

Las dos estrategias de acabado dieron lugar a claras diferencias en el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular (Tablas 1 y 2). Respecto a los ácidos grasos saturados, es bien conocido su impacto en el incremento del colesterol sanguíneo. El ácido esteárico es el único ácido graso saturado que no contribuye al

incremento del colesterol sérico (Leheska y cols., 2008). En este trabajo, aunque no se observaron diferencias en el porcentaje total de ácidos grasos saturados (Tabla 1), los niveles más bajos de mirístico y palmítico y los más altos de esteárico se obtuvieron en los animales del lote en pastoreo.

Tabla 1. Contenido en grasa intramuscular del lomo y contenido en ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados (% del total de ácidos grasos cuantificados (%peso/peso) de la grasa intramuscular de terneros acabados en dos sistemas de producción (semiextensivo e intensivo).

TABLA 1

	SEMIEXTENSIVO	INTENSIVO	P
GRASA INTRAMUSCULAR (%)	1,3	2,7	**
PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS			
MIRÍSTICO	1,4	1,8	*
PALMÍTICO	19,1	21,3	**
ESTEÁRICO	17,6	16,3	*
Σ ÁCIDOS GRASOS SATURADOS	39,8	40,9	ns
Σ ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	35,2	41,0	**
Σ ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA-6	14,6 ± 2,61	14,5 ± 4,43	ns
Σ ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA-3	7,1 ± 1,63	1,2 ± 0,39	***
Σ ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS	23,6 ± 3,91	16,8 ± 4,78	**
RELACIÓN ΣOMEGA-6/ΣOMEGA-3	2,1 ± 0,27	12,8 ± 1,64	***
ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS/SATURADOS	0,60 ± 0,121	0,41 ± 0,134	*

p = Probabilidad estadística:

ns = Diferencias no significativas,

* = Diferencias significativas, $p \leq 0,05$;

** = Diferencias altamente significativas, $p \leq 0,01$;

*** = Diferencias muy altamente significativas, $p \leq 0,001$.

Como se puede ver en la Tabla 1, los animales acabados en pastoreo presentaron niveles más altos de ácidos grasos poliinsaturados. La relación entre ácidos grasos poliinsaturados/saturados es uno de los índices 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). En este sentido, la grasa intramuscular de los animales del lote semiextensivo (Tabla 1) presentó valores del ratio poliinsaturados/saturados superiores a los del sistema intensivo (0,60 vs 0,41) y por encima del valor de 0,45 cumpliendo así las recomendaciones nutricionales.

Como se puede ver en la Tabla 1, el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados de tipo n-3 (omega-3) fue superior en los animales del lote semiextensivo (7,1% vs 1,2%). Este resultado es esperable considerando que el pasto tiene un alto contenido en 18:3n-3 (linolénico) que una vez consumido por los animales en transformado en parte en ácidos omega-3. 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 omega-6/omega-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 omega-6/omega-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 omega-6/omega-3 (French y cols. 2000). De nuevo, en términos de salud humana, el valor de la relación omega-6/omega-3 fue más favorable en

lote semiextensivo (2,09) que en el lote intensivo (12,8). En la Tabla 2 se muestra el perfil de isómeros del ácido linoleico conjugado (conocido como CLA por sus siglas en inglés). Este tipo de ácidos grasos (isómeros del CLA) se encuentran en los productos derivados de los rumiantes (leche y carne). Los animales acabados en pastoreo presentaron valores más altos de CLA que los acabados en el sistema intensivo (8,1 vs 4,6 mg/g de ácidos grasos totales). Dentro de los isómeros del CLA el más importante cuantitativa y cualitativamente (actividad biológica como anticancerígeno) es el ruménico (c9,t11-CLA) (Pariza y cols. 2001). Los animales del lote SE presentaron valores significativamente más altos de ruménico que los del lote IN (4.9 vs. 2.1 mg/g FAs, respectivamente).

Tabla 2 Contenido (% del total de ácidos grasos cuantificados (%peso/peso)) en ácido linolénico conjugado de la grasa intramuscular de terneros acabados en dos sistemas de producción (semiextensivo e intensivo)

TABLA 2

	SEMIEXTENSIVO	INTENSIVO	P
Σ ISÓMEROS TRANS, TRANS DEL CLA (T,T-CLA)	0,14 ± 0,031	0,04 ± 0,009	***
Σ ISÓMEROS CIS, TRANS / TRANS, CIS DEL CLA (C,T/T,C-CLA)	0,7 ± 0,16	0,4 ± 0,06	***
Σ ISÓMEROS ACIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA)	0,8 ± 0,15	0,4 ± 0,06	***

p = Probabilidad estadística:

*** = Diferencias muy altamente significativas, $p \leq 0,001$

El objetivo del ensayo recogido en Serrano y cols. (2013) y Soto y cols. (2014) fue estudiar el efecto de dos sistemas de producción (acabado en estabulación con silo de hierba y un concentrado comercial a libre disposición vs. acabado en pastoreo sin destete y suplementación con harina de cebada a libre disposición) sobre el perfil de ácidos y la resistencia a la oxidación de la grasa de terneros tudancos sacrificados entre los 9 y los 10 meses de edad.

El consumo de harina de cebada durante todo el periodo experimental (117 días de media) de los animales del lote en pastoreo fue de 209 kg de materia seca/animal frente a los 608 kg de pienso del lote en estabulación (123 días de media).

Tabla 3. Características de la grasa intramuscular del lomo de terneros de raza Tudanca acabados en dos sistemas de producción.

TABLA 3

	PASTO, LECHE Y CEBADA	SILO DE HIERBA Y PIENSO COMERCIAL	3P
	MEDIA	MEDIA	
OXIDACIÓN DE LOS LÍPIDOS (TBARS) (MG/KG) ¹	0,25	0,84	***
GRASA INTRAMUSCULAR (% MF)	1,41	2,90	**
ÁCIDOS GRASOS (%2):	41,9	48,2	***
Σ ÁCIDOS GRASOS SATURADOS			
Σ ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	40,2	42,4	NS
Σ ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS	17,9	9,5	***
Σ POLIINSATURADOS N-6 / Σ POLIINSATURADOS N-3	2,27	5,48	***
Σ POLIINSATURADOS / Σ SATURADOS	0,43	0,20	***

1TBARS : Estimación del estado de oxidación de los lípidos mediante la cuantificación de las sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico; 2% en peso del total de ácidos grasos identificados.

3P : Probabilidad estadística

*** = Diferencias significativas, $P \leq 0,01$;*

**** = Diferencias significativas, $P \leq 0,001$;*

NS = Diferencias no significativas

En concordancia con otros trabajos (Humada y cols., 2011), la grasa intramuscular del lote en pastoreo y con menor consumo de concentrado presentó valores inferiores de % de ácidos grasos saturados, superiores de % de ácidos grasos poliinsaturados y del cociente poliinsaturados/saturados e inferiores del cociente poliinsaturados de la serie n-6/poliinsaturados de la serie n-3 (n-6/n-3). En este lote los valores del ratio n-6/n-3 se ajustaron a las recomendaciones (entre 1 y 4) del Department of Health (1994). El valor medio del ratio poliinsaturados/saturados fue en el lote en pastoreo más próximo a las recomendaciones sanitarias (mayor de 0,45) que en el lote alimentado en estabulación con silo de hierba y concentrado a libre disposición (0,43 vs. 0,20).

Como ya había sido observado en otros trabajos (Humada y cols., 2014), pese al mayor contenido en ácidos grasos poliinsaturados, más proclives a la oxidación, el lote producido en pastoreo presentó valores inferiores de productos de oxidación de los lípidos (TBARS). Esta aparente contradicción se explicaría por la presencia en la grasa del lote en pastoreo de un mayor contenido en sustancias antioxidantes naturales procedentes de la dieta (carotenos, tocoferoles, etc.), que aumentan la estabilidad oxidativa de la grasa (Descalzo y Sancho, 2008). Las diferencias en los valores de TBARS podrían implicar una vida útil más larga de la carne de los animales del lote en pastoreo.

En conclusión, sistemas de producción en pastoreo con una baja suplementación con concentrado (compatibles, por ejemplo, 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. La transmisión de esta información a distintos eslabones de la cadena de producción y comercialización de la carne ayudaría a crear unas vías de comercialización diferenciadas para estos productos contribuyendo a la sostenibilidad económica de estos sistemas.