



CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CORDERO CON ESPECIAL ATENCIÓN AL TERNASCO DE ARAGÓN

Grupo de trabajo:

- Grupo de Investigación y Tecnología de la Carne. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
Dra. María del Mar Campo
Dr. José Luís Olleta
Dr. Carlos Sañudo
- Comisión Científica de la Agencia Aragonesa de Seguridad Alimentaria

RESUMEN

La calidad nutricional de la carne es uno de los aspectos que más preocupan al consumidor a la hora de incluir este producto en su dieta. La composición de la carne depende de múltiples factores, siendo uno de ellos la composición general del animal vivo y, más particularmente, la composición de la canal. En esta consideración de composiciones, la composición regional y tisular de la canal, la composición química general del producto y, muy especialmente, la composición intrínseca de la grasa (ácidos grasos -CLA y colesterol), han jugado un papel muy importante en los intereses de los investigadores y en los recursos destinados a su estudio.

En este informe se destacan diferentes aspectos de la composición de la canal y de la carne en la especie ovina, incluyendo minerales y vitaminas, así como diversos factores de variación de dicha composición. Se dan cifras y se analizan los porqués de los valores presentados, resaltando lo correspondiente a la especie ovina y al ternasco de Aragón en particular, como objetivo prioritario y como valor de comparación con otros tipos ovinos. Igualmente, se dan cifras de recomendaciones nutricionales poniéndose el énfasis en las virtudes y desventajas de la carne como alimento, en general, de la carne ovina en particular y del Ternasco de Aragón como objetivo del trabajo.

Factores como la raza, el sistema de producción, el sexo, peso y edad de sacrificio, la alimentación, el producto comercial considerado o el tipo de cocinado son analizados como fuentes de variación de la composición final del producto, habiéndose incluido una gran cantidad de resultados del grupo de investigación, en el que se incluyen los autores del presente informe, algunos de ellos todavía inéditos.

Se podría concluir que la carne es un producto de una indudable calidad nutricional, no existiendo, ni entre alimentos, ni entre carnes, ni entre factores de variación de la calidad, ningún producto o sistema de producción ideal. Todos tienen sus ventajas e inconvenientes y, por ello, todos merecen estar en su justa medida entre los integrantes de una dieta racional y equilibrada.

1 INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, el objetivo prioritario del mercado agrario europeo fue obtener gran cantidad de productos a precios razonables o, simplemente, baratos. Ello propició el desarrollo de grandes unidades productivas, la profesionalización de los diferentes sectores y en muchos casos excedentes y una pérdida objetiva de calidad.

Algunos de estos factores, junto con la llegada a la opinión pública de escándalos relacionados con la cría y engorde del ganado, especialmente vacuno, y el nacimiento de un sentimiento negativo hacia la grasa de la carne, produjeron una cierta caída del consumo y una lógica preocupación en el sector. Para resolver este problema fueron muchas las "soluciones" que se plantearon en su día y una de ellas, aunque nació con timidez y todavía le queda un largo camino para desarrollarse, fue aceptada en general por todos los eslabones del proceso productivo: las marcas de calidad. Estas marcas pretendían diferenciar productos, fidelizar a los consumidores, obtener sobrepuestos y, sobre todo, recuperar prestigio y credibilidad.

Quizás el ganado ovino, al menos en un primer momento, estuvo ausente de toda esta problemática. Realmente nunca pasó por una situación claramente excedentaria, aunque en determinadas épocas del año un exceso de corderos provoque la caída de precios, ni apareció mezclado en fraudes o escándalos como el de los broilers, porcino o vacuno, aunque la falta de transparencia propiciase que más de una vez se ofreciera en los puntos de venta "gato por liebre". Así, la carne de cordero siempre ha mantenido en la mente del consumidor la imagen de un producto natural, sabroso, asociado a la gama de precios altos, según la encuesta que se planteó como estudio del mercado para el desarrollo de la Denominación Específica Ternasco de Aragón. Todo ello pone a la especie ovina en una situación potencialmente favorable y hace necesario que se plantee la conveniencia de que producción y marketing trabajen en forma coordinada, para así mantener prestigios, resaltar cualidades y producir, en definitiva, corderos bajo la garantía de la calidad.

Dentro del concepto de calidad podemos incluir muchos puntos de vista diferentes, unos de ellos, quizás el más importante en el momento actual en el que los productos funcionales y el marketing a ellos asociados están de moda, es la composición del producto, fundamentalmente su composición química, asociada a una composición tisular, particularmente en lo relacionado con su composición en ácidos grasos, proteína y otros nutrientes. Este informe se ha planteado para recopilar la información existente sobre la composición del Ternasco de Aragón en particular y de la especie ovina en

general, situándola dentro de una panorámica ganadera de especies y productos con las que la comparación nos pueda resultar de utilidad.

2. COMPOSICIÓN GENERAL

La composición en las especies ganaderas se puede plantear bajo diferentes puntos de vista:

- **Composición en vivo**, por regiones corporales, aparatos y órganos y otros componentes. Este tipo de composición anatómica o estructural no es muy utilizada por la industria cárnica, siendo el rendimiento canal (% de canal o producto comercializable obtenido a partir de un peso vivo determinado) el dato productivo que el sector utiliza para tener información sobre la rentabilidad en cuanto a producto vendible. En la Tabla 1 se incluyen los valores para 3 razas y 3 pesos al sacrificio, de corderos procedentes de sistemas de producción típicos en España. Se observa como en general los pesos intermedios tienen un inferior rendimiento canal, debido a que en 10- 12 kg estamos trabajando con lechales, con escaso desarrollo del contenido digestivo. Esto implica que a edades superiores el desarrollo de los pre-estómagos y de su contenido se acelere, con lo que desciende el rendimiento canal, que vuelve a aumentar al incrementarse la cantidad de grasa que se deposita en la canal y al mejorar la propia morfología del animal.

Tabla 1. Medias y (desviación estándar) del peso vivo al sacrificio, del peso de la canal caliente (tras el faenado) y del rendimiento canal (peso de la canal fría (tras 24 horas de oreo en cámara)/ peso vivo x 100) de corderos machos, de 3 razas, sacrificados a pesos diferentes

Raza	Peso	Peso vivo (kg)	Peso canal caliente (kg)	Rendimiento canal (%)
Rasa Aragonesa	10-12 kg (ligero)	11,72 ^{bx} (0,61)	5,44 ^{ax} (0,44)	46,19 ^{ax} (2,66)
	20-22 kg (mediano)	21,30 ^{ay} (1,02)	10,19 ^{ay} (0,65)	47,29 ^{bx} (1,40)
	30-32 kg (pesado)	31,40 ^{az} (1,51)	15,61 ^{az} (0,98)	48,78 ^{ay} (1,74)
Churra	10-12 kg (ligero)	10,83 ^{ax} (0,97)	5,68 ^{ax} (0,60)	49,86 ^{by} (3,24)
	20-22 kg (mediano)	21,70 ^{ay} (1,16)	10,22 ^{ay} (0,76)	46,11 ^{ax} (2,23)
	30-32 kg (pesado)	31,38 ^{az} (1,40)	15,19 ^{az} (0,98)	47,59 ^{ax} (1,77)
Merino Español	10-12 kg (ligero)	11,70 ^{bx} (1,01)	6,26 ^{bx} (0,73)	52,22 ^{cz} (3,42)
	20-22 kg (mediano)	21,96 ^{ay} (1,49)	10,21 ^{ay} (0,87)	46,03 ^{ax} (1,62)
	30-32 kg (pesado)	30,61 ^{az} (1,49)	15,13 ^{az} (1,01)	48,90 ^{ay} (2,50)

a, b- Letras diferentes implican diferencias significativas entre razas, para un mismo peso de sacrificio ($p \leq 0,05$).

x, y, z- Letras diferentes implican diferencias significativas entre pesos de sacrificio, para una misma raza ($p \leq 0,05$).

- **Composición regional de la canal**, valorada por la proporción de las diferentes partes que en la práctica comercial se divide una canal. Se basa en el despiece y, a pesar de su indudable valor comercial, no será objeto de este trabajo.

- **Composición tisular de la canal**, o proporción de los principales tejidos que componen la canal, principalmente grasa, músculo y hueso. Este tipo de composición tiene un indudable interés en la especie ovina, ya que normalmente se comercializa en cortes que incluyen los tres tejidos de una forma bastante "natural", sin el deshuesado o los recortes de grasa que se aplican en otras especies. Una revisión de este punto merece ser considerada y a ello le dedicaremos el siguiente apartado.

- **Composición química**, de la canal, de la fracción comestible o del propio músculo. La primera estaría directamente relacionada con la composición tisular; la segunda tiene un indudable valor bromatológico e incluiría la composición del propio músculo y de fracciones de grasa consumibles y la tercera consideraría la composición del músculo y de los componentes que incluye, entre ellos grasa no separable-visible. A la anterior y a esta última, las más importantes bajo el punto de vista del consumidor, les dedicaremos los siguientes capítulos de este trabajo.

3. COMPOSICIÓN TISULAR

La composición tisular de una canal se puede estimar a partir de su disección completa, de la disección de piezas representativas o por métodos indirectos, más o menos complejos y cuya descripción se escapa de los objetivos de este informe. En el caso de la disección del conjunto de la canal o de partes de ella, la pieza correspondiente se pesa y después se disecciona según un método normalizado (Colomer *et al.*, 1988; Fisher y de Boer, 1994), en sus componentes, a saber: grasa subcutánea, grasa intermuscular, músculo, hueso y desechos. Además, en una canal se podría analizar la importancia de la grasa visceral (perirrenal y del canal pelviano) y de algún otro componente que se puede dejar sobre ella (riñones, timo...). El peso de los desechos puede también incluirse al peso del hueso:

Grasa subcutánea: es la capa de grasa que recubre la superficie externa de la canal o de las diferentes piezas. La capa de grasa recubierta por el músculo cutáneo (*M. cutaneus trunci*) se considera también grasa subcutánea.

Grasa intermuscular: es la grasa que se encuentra entre los diferentes músculos, puede incluir pequeños vasos sanguíneos y pequeñas cantidades de músculo difíciles de separar.

Músculo: son los músculos separados más o menos individualmente de cada pieza, limpios de la grasa subcutánea y de la grasa intermuscular. El músculo incluye, además, pequeños vasos sanguíneos y pequeñas cantidades de grasa difíciles de separar.

Hueso: comprende el tejido óseo. Además se incluye el periostio y los cartílagos de los huesos.

Desechos: comprenden los ganglios linfáticos, los tendones separados en el punto donde termina la porción muscular, grandes vasos sanguíneos y gruesos nervios.

La composición de la canal es la característica más importante que afecta a su calidad. Una canal deseable sería aquélla que tuviera el mayor porcentaje de trozos de 1ª categoría y de músculo, el mínimo de hueso y el justo de grasa en función de los gustos del mercado al que vaya dirigida. Todo ello afectará a su valor económico, bromatológico y sensorial. La grasa es el tejido de la canal que mayor importancia práctica tiene, ya que es el que presenta mayor variabilidad e influye en la importancia relativa de los otros tejidos, incluso en los rendimientos al despiece y económicos del producto, ya que la canal se ve depreciada por el alejamiento, tanto por exceso como por defecto, de un engrasamiento óptimo.

Existe una variación específica de la calidad-composición muy clara, aunque dentro de la misma **especie** en función de la raza y de otros factores que veremos más adelante, también existe una variación importante de la composición tisular de la canal. En la Tabla 2 se presenta lo que podría ser una composición tisular media en cuatro especies ganaderas.

Tabla 2. Composición tisular teórica (%) de la canal tipo en diversas especies

	Músculo	Grasa	Hueso
Pollo broiler	80	8	12
Bovino	65	17	18
Ovino	61	20	19
Porcino	58	30	12

A continuación se presentarán los resultados de diversos trabajos, en los que se analiza la composición de las canales ovinas, bajo diferentes puntos de vista.

En la Tabla 3 se indica la significación (valor de F) y cuantificación de dos efectos muy importantes de la variación de la composición de una canal: **raza y peso al sacrificio**. Se aprecia cómo el peso al sacrificio, como cabría esperar, resultó altamente significativo sobre todas las variables estudiadas. El efecto de la raza fue mucho menos importante sobre la composición de lo que fue el peso-edad, lógicamente esto ocurre cuando las condiciones de alimentación son adecuadas, sin restricciones ni estacionalidad, tal y como ocurre en los sistemas intensivos.

Tabla 3. Significación y cuantificación de los efectos (valor de F) según raza y peso al sacrificio, sobre la composición de la espalda

	Raza (R)	Peso (P)	R x P
% Músculo	8,02 ***	13,72 ***	3,89 **
% Grasa	n.s.	93,38 ***	2,54 *
% Grasa subcutánea	n.s.	43,58 ***	2,50 *
% Grasa intermuscular	3,47 *	51,96 ***	n.s.
% Grasa preescapular	n.s.	67,02 ***	2,79 *
% Hueso	16,81 ***	334,63 ***	4,82 ***
% Otros	3,09 *	4,78 **	2,77 *
Relación Músculo/ Hueso	25,49 ***	268,81 ***	3,98 **
Relación Músculo/ Grasa	n.s.	47,39 ***	n.s.

***= $p \leq 0,001$; **= $p \leq 0,01$; *= $p \leq 0,05$; n.s.= Diferencias no significativas.

En la Tabla 4 se presentan los resultados (disección de la espalda- Colomer et al., 1988) de la composición tisular para los diferentes razas y pesos. Ambos, el peso y la

raza, fueron significativos sobre el porcentaje de músculo. Éste fue mayor en los animales de pesos intermedios, especialmente en los de la raza Rasa Aragonesa (64.2%) lo que podría ser un claro beneficio nutricional en la dieta humana para animales que estarían dentro del tipo Ternasco de Aragón, aunque el porcentaje de músculo es similar en los otros pesos y razas (60-63%), como era de esperar por el desarrollo isométrico de este tejido.

La grasa total en general y en sus diferentes fracciones, estuvo influenciada significativamente por el peso, mayor porcentaje en las canales más pesadas, en correspondencia con los resultados de otros trabajos como Field *et al.* (1990), pero no por la raza, a pesar de las presumibles diferencias existentes en precocidad entre razas. La mayor diferencia entre los 9 grupos de animales estudiados (3 razas y 3 pesos) fue algo mayor de 8 puntos, cuando en el porcentaje de músculo apenas supera los 4, lo que está de acuerdo con la idea que se tiene sobre la variabilidad de los diferentes componentes corporales. El porcentaje de grasa en los animales del tipo ternasco estaría alrededor del 16 %, variando entre el 7 y algo menos del 20%.

El porcentaje de hueso se vio afectado por el peso, mayor en los animales ligeros, correspondiéndose con el desarrollo precoz de este tejido, y por la raza, presentando la raza Churra el mayor valor (19,9 a 25,9 %), cualquiera que sea el peso considerado

Las relaciones músculo/hueso y músculo/grasa se vieron significativamente afectadas por el peso al sacrificio. La primera se fue haciendo progresivamente mayor, lo que indica el mayor interés comercial de los animales más pesados y la segunda progresivamente menor. El efecto raza sólo fue significativo para la relación músculo/hueso, que fue menor en la raza Churra.

Todos estos resultados, parecidos a los encontrados por Teixeira *et al.* (1996), se pueden expresar en relación al peso vivo (Tabla 5) o, como hemos indicado anteriormente, en relación al peso canal (Delfa *et al.*, 1992 en la raza Rasa Aragonesa) (Tabla 6).

Tabla 4. Efecto de la raza y el peso al sacrificio sobre la composición tisular (disección de espaldas). Medias y (desviación estándar) (Martínez-Cerezo et al., 2005)

Raza Peso de sacrificio	Rasa Aragonesa			Churra			Merino Español		
	10-12 kg	20-22 kg	30-32 kg	10-12 kg	20-22 kg	30-32 kg	10-12 kg	20-22 kg	30-32 kg
% Músculo	61,87 ^{bx} (2,69)	64,21 ^{cy} (1,91)	61,02 ^{ax} (2,82)	60,06 ^{ax} (1,96)	61,63 ^{ay} (2,38)	61,30 ^{ay} (2,02)	62,34 ^{by} (1,94)	62,89 ^{by} (1,98)	61,10 ^{ax} (1,88)
% Grasa total	9,15 ^{ax} (2,67)	12,00 ^{ay} (2,62)	17,39 ^{bz} (3,67)	10,53 ^{ax} (2,72)	13,08 ^{ay} (3,40)	15,47 ^{az} (2,79)	10,71 ^{ax} (3,19)	12,68 ^{ay} (2,58)	17,07 ^{abz} (2,27)
% Grasa subcutánea	2,77 ^{ax} (1,24)	4,21 ^{ay} (1,30)	6,64 ^{az} (1,95)	3,63 ^{ax} (1,40)	4,80 ^{ay} (1,93)	5,63 ^{ay} (1,98)	3,67 ^{ax} (1,87)	4,43 ^{ax} (1,57)	5,84 ^{ay} (2,25)
% Grasa intermuscular	4,21 ^{ax} (1,11)	4,78 ^{ax} (1,06)	6,70 ^{ay} (1,42)	4,63 ^{ax} (1,29)	5,21 ^{ax} (1,44)	6,50 ^{ay} (1,13)	4,73 ^{ax} (1,15)	5,47 ^{ax} (1,16)	7,33 ^{ay} (2,55)
% Grasa preescapular	2,16 ^{ax} (0,65)	3,01 ^{ay} (0,83)	4,04 ^{bz} (1,13)	2,27 ^{ax} (0,60)	3,06 ^{ay} (0,51)	3,34 ^{ay} (0,82)	2,31 ^{ax} (0,59)	2,78 ^{ay} (0,85)	3,90 ^{bz} (0,96)
% Hueso	25,02 ^{bz} (1,47)	20,79 ^{ay} (1,40)	18,43 ^{ax} (1,11)	25,91 ^{cz} (1,49)	21,61 ^{ay} (1,56)	19,88 ^{bx} (1,18)	23,64 ^{az} (1,32)	21,19 ^{ay} (1,59)	18,96 ^{ax} (1,08)
% Otros (vasos, nervios, ganglios, lana, etc)	3,96 ^{by} (0,68)	3,00 ^{ax} (0,64)	3,16 ^{abx} (0,61)	3,50 ^{abx} (1,33)	3,69 ^{bx} (1,20)	3,35 ^{bx} (0,92)	3,31 ^{ax} (0,76)	3,23 ^{abx} (1,05)	2,88 ^{ax} (0,67)
Relación Músculo/ Hueso	2,48 ^{bx} (0,21)	3,10 ^{by} (0,23)	3,32 ^{bz} (0,20)	2,32 ^{ax} (0,14)	2,87 ^{ay} (0,22)	3,09 ^{az} (0,20)	2,64 ^{cx} (0,12)	2,98 ^{aby} (0,23)	3,23 ^{bz} (0,19)
Relación Músculo/ Grasa	7,47 ^{az} (2,68)	5,58 ^{ay} (1,17)	3,70 ^{ax} (0,99)	6,23 ^{az} (2,25)	5,10 ^{ay} (1,65)	4,11 ^{ax} (0,87)	6,63 ^{az} (3,19)	5,19 ^{ay} (1,24)	3,65 ^{ax} (0,56)

a, b, c- Letras diferentes implican diferencias significativas entre razas, para un mismo peso de sacrificio ($p \leq 0,05$).

x, y, z- Letras diferentes implican diferencias significativas entre pesos de sacrificio, para una misma raza ($p \leq 0,05$).

Tabla 5. Porcentaje de tejido en relación al peso corporal sin contenido digestivo

Peso canal (kg)	% Músculo	% Grasa	% Hueso
9,5	27,9	9,9	10,4
13,3	29,0	13,5	8,6
17,5	28,7	16,8	8,9
21,2	28,7	19,5	8,3

Tabla 6. Efecto del peso al sacrificio sobre la composición tisular de la raza Rasa Aragonesa

Peso sacrificio kg	Músculo %	Grasa %	Hueso %
9,3	61,1	18,5	20,4
13,4	56,8	24,1	19,1

Porcentaje en relación al peso canal

En la Tabla 7 se presenta la composición de canales ovinas comercializadas en Merca Zaragoza en función del **estado de engrasamiento**, mostrando un aumento general de la grasa con la nota de valoración de grasa, especialmente a nivel de la grasa subcutánea y de la grasa renal y pélvica, grasa que no es comercializada y que en algunos trabajos no es considerada dentro de la grasa total (Delfa, 1998).

Tabla 7. Composición (%) de la canal ovina según la nota de engrasamiento. Media y desviaciones típicas

	1+	2	3	4
Músculo	63.97 (1.85)	61.68 (2.78)	59.44 (2.04)	55.54 (2.15)
Hueso + desechos	21.04 (1.19)	19.38 (1.68)	18.93 (1.15)	17.30 (1.73)
Grasa subcutánea	4.05 (0.71)	6.55 (1.02)	8.11 (0.99)	11.35 (1.54)
Grasa intermuscular	9.45 (0.77)	10.17 (1.54)	10.94 (1.22)	12.98 (1.30)
Grasa pélvica	0.40 (0.20)	0.53 (0.33)	0.61 (0.33)	0.61 (0.15)
Grasa renal	1.09 (0.20)	1.69 (0.96)	1.97 (1.01)	2.32 (0.83)

Resultados similares a los expuestos anteriormente fueron encontrados por González *et al.* (2005) (Tabla 8) en la **raza** Manchega y en razas extranjeras como la Corriedale y en animales cruzados de Texel.

Tabla 8. Valores medios porcentuales de la composición tisular de la espalda en corderos de diferentes razas y peso canal

Raza	Músculo (%)	Grasa (%)	Hueso (%)	Relación M/G	Relación M/H
Corderos ligeros: menos de 13 kg peso canal					
Manchega	65,35	10,06	21,76	6,50	3,07
Corriedale	60,76	13,70	19,80	4,50	3,06
Cruce Texel	63,30	15,60	18,60	4,03	3,39
Corderos pesados, más de 13 kg peso canal					
Manchega	60,05	16,01	19,59	3,91	3,13
Corriedale	59,01	18,50	17,80	3,02	3,50
Cruce Texel	59,87	17,53	16,42	3,41	3,65

En otro trabajo en el se comparaban lechales de las razas Churra Tensina y Churra Castellana con Ternascos de Aragón. Vemos (Tabla 9) como el mayor porcentaje de músculo y menor de hueso (mayor valor biológico) lo encontramos en los ternascos, en el Ternasco de Aragón, reflejando la natural evolución de estos componentes con el desarrollo de los animales y con el descenso relativo de la ingesta de energía en los animales de mayor edad y que han sido destetados, con respecto a los lechales. Si comparamos los lechales entre sí, vemos algo parecido, en cuanto a una composición más favorable para los animales de la raza Churra Tensina, en cuanto que grasa y músculo son susceptibles de ser consumidos, aunque la notable mayor cantidad de grasa les podría hacer menos aceptados por determinados consumidores.

Con relación a la alimentación, es muy importante la consideración de mantener, o no, los animales **lactantes** hasta el sacrificio. En un trabajo que realizamos sobre la raza Rasa Aragonesa se observa (Tabla 10) como la mayor energía consumida por los animales lactantes hizo que presentara unos mayores contenidos de grasa, aunque las diferencias no fueron significativas. Al contrario que el efecto "sexo", por el que las hembras resultaron más grasas que los machos. En todo caso observamos que el % de grasa osciló entre valores del 17,6 y 19,7%, mayores que los observados en otros trabajos previamente mostrados.

Tabla 9. Medias \pm desviación estándar de la composición tisular de la espalda en lechales y Ternasco de Aragón (TA IGP)

	Lechazo IGP		Churro Tensino primavera		Churro Tensino otoño		TA IGP		
	x	\pm d.e.	x	\pm d.e.	x	\pm d.e.	x	\pm d.e.	
<i>n</i>	13		13		13		13		
% Músculo	60,60b	2,28	59,02c	0,76	57,19d	1,63	62,57a	2,18	***
% Grasa	2,81c	0,89	4,54b	0,97	6,19a	1,34	4,19b	1,85	***
% Grasa	3,85b	0,85	5,58a	0,63	6,19a	0,98	4,39b	0,88	***
% Grasa	2,85b	0,75	3,40ab	0,60	3,84a	0,55	3,35ab	0,91	**
% Grasa total	9,53c	1,61	13,52b	1,45	16,22a	2,40	11,91b	3,09	***
% Hueso	25,51a	1,30	24,00b	1,33	22,81c	1,05	22,12c	1,99	***
% Otros	4,36a	0,88	3,45b	0,67	3,77b	0,72	3,40b	0,45	**

*** $p \leq 0,001$, ** $p \leq 0,01$; a, b, c: diferentes letras implican diferencias significativas $p \leq 0,05$;
d.e.: desviación estándar

Tabla 10. Efecto del destete (D) y del sexo (S) sobre la calidad de la canal en corderos ligeros (Tipo ternasco) de explotación intensiva

	TIPO DE CEBO (C)		SEXO (S)		SIGNIFICACION	
	Destetad	No	Machos	Hembras	(C)	(S)
Peso canal fría	10,25	10,95	10,73	10,40	**	
Rdto. canal (%)	49,7	52,2	50,3	51,6	**	
% Músculo	60,9	59,8	60,7	59,9		
% Hueso	18,8	19,1	19,5	18,3		*
% Grasa	18,1	19,0	17,6	19,7		**
% Otros	0,2	0,2	0,2	0,2		

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

En cualquier caso, y a modo de referencia, se muestran los resultados encontrados en diversos **tipos de canales** ligeras dentro de la categoría comercial ternasco, en donde se observa que las canales de raza Rasa Aragonesa presentan un % de grasa intermedio (Tabla 11).

Tabla 11. Composición de la espalda en corderos ligeros comercializados en España

	Rasa Aragonesa	Merino español	Manchega	Lacaune lactante	Lacaune destetado	Merino alemán	Británico	Neozelandés	Argentino
PCF (kg)	10,7	10,8	11,8	11,5	10,5	10,9	10,8	10,6	10,1
Hueso (%)	21,08	18,74	21,94	22,32	20,80	19,70	17,95	20,82	21,36
Músculo (%)	61,55	60,20	62,44	63,08	65,32	64,06	61,48	56,93	58,71
Grasa (%)	17,37	21,07	15,62	14,60	13,88	16,24	20,57	22,25	19,93

En un trabajo mucho más amplio, en el que se evaluaron 22 tipos de corderos europeos (Tabla 12) observamos cómo la composición de la media canal, sin grasa renal ni pélvica, es más rica en grasa que la espalda, aunque la metodología utilizada disminuye la importancia relativa de este tejido (aumenta el % de hueso) en relación a la metodología de Colomer, más usada en los países mediterráneos.

Dentro de este estudio, se observa cómo los animales de raza Rasa Aragonesa (Ternasco de Aragón) presentan una composición muy favorable para el % de músculo, siendo el segundo tipo de cordero con una mayor importancia relativa de este tejido, una proporción media de hueso y una proporción relativamente baja de grasa, siendo el cuarto tipo ovino con menos grasa, considerando la que contiene la media canal y el quinto considerando la grasa de la espalda.

Tabla 12. Composición (%) de la media canal y grasa en la espalda (Fisher y De Boer, 1994) de 22 tipos ovinos europeos

Raza, edad en meses, sexo y sistema de acabado	Músculo media canal	Hueso media canal	Grasa media canal	Grasa espalda
Islandesa, 7, macho, pasto	63,4	16,1	19,0	10,7
Rasa Aragonesa, 3, macho, pienso	63,2	20,4	16,4	9,4
Islandesa, 4, macho, pasto y leche	63,0	16,3	19,6	10,3
Bergamasca, 12, castrado,	61,8	19,8	18,4	8,8
Bergamasca, 6, macho, pasto	61,2	23,7	13,8	9,6
Karagounico, 5, castrado, pasto	61,0	23,1	15,9	9,0
Varias, 7, hembra, pasto	60,5	17,5	22,0	10,0
Islandesa, 4, hembra, pasto	60,4	15,8	23,7	11,3
Welsh Mountain, 5, macho, pasto	60,0	19,1	20,8	13,1
Karagounico, 4, macho, pienso y	59,7	20,9	19,4	8,5
Islandesa, 3, machos y hembras, pasto y leche	59,5	26,9	22,5	10,2
Suffolk x Mule, 7, castrados, pasto	59,2	18,3	22,4	12,1
Churra, 1, machos, leche	58,8	22,5	18,7	10,3
Karagounico, 3, castrado, pienso	58,8	21,0	15,9	9,1
Manchega, 25, macho, pienso	57,6	23,5	18,9	9,9
Suffolk x Mule, 7, castrado, pienso	57,6	16,2	26,2	15,1
Appenninica, 25, macho, pienso	57,5	22,5	20,0	9,6
Merino, 3, macho, pienso	57,4	20,0	22,6	10,7
Bergamasca, 5, macho, pienso	57,0	20,1	21,6	12,5
Welsh Mountain, 7, macho, pasto	56,7	15,7	27,6	14,9
Lacaune, 1,5, hembra, leche +	55,5	18,4	26,0	10,4
Karagounico, 1,5, macho, leche	55,4	24,7	19,8	7,9

Por último, si consideramos la composición de los diferentes **trozos del despiece**, podemos observar en la Tabla 13 (Sañudo, 1980) que las piezas que contienen más músculo son la pierna, las costillas de lomo y la espalda (trozos de primera y segunda categoría), teniendo entre pierna y espalda más del 50% del músculo total de la canal, las que tienen porcentualmente más grasa son el pecho y el alcorzadizo o falda (trozos de tercera categoría), aunque entre las dos piezas no contienen ni el 20 % de la grasa total, ya que son de un tamaño relativamente pequeño, y las que tienen más hueso serían las costillas de badal o de aguja y el pecho.

Tabla 13. Composición de las canales ovinas tipo ternasco en función del sexo, % de grasa (G), músculo (M) y hueso (H) en los diferentes trozos del despiece

	MACHOS %/peso del trozo	MACHOS %/peso del tejido	HEMBRAS %/peso del trozo	HEMBRAS %/peso del tejido
Cuello (G)	24,4	8,1	26,8	8,1
Cuello (M)	50,5	7,9	49,7	7,6
Cuello (H)	24,0	10,1	22,3	10,1
Costillas badal (G)	15,8	3,7	18,1	3,5
Costillas badal (M)	57,5	5,6	57,9	5,6
Costillas badal (H)	25,9	6,9	23,5	6,8
Costilla palo (G)	24,2	9,1	28,7	9,4
Costillas palo (M)	50,7	7,9	48,4	8,0
Costillas palo (H)	23,6	9,9	21,5	10,6
Costillas lomo (G)	21,8	8,1	27,0	9,1
Costillas lomo (M)	59,8	9,3	57,1	9,9
Costillas lomo (H)	17,2	7,2	14,8	7,5
Pecho (G)	37,2	6,1	41,7	5,6
Pecho (M)	32,4	2,2	31,6	2,1
Pecho (H)	29,8	5,5	26,3	5,3
Alcorzadizo (G)	36,4	13,0	40,5	12,1
Alcorzadizo (M)	47,4	7,0	44,7	6,8
Alcorzadizo (H)	14,9	6,0	13,7	6,1
Entrada (G)	24,1	7,9	28,5	8,1
Entrada (M)	56,7	7,8	55,3	7,9
Entrada (H)	18,2	6,7	15,5	6,6
Pierna (G)	14,1	15,7	15,6	14,5
Pierna (M)	65,0	30,5	65,6	30,9
Pierna (H)	20,2	25,6	18,2	25,3
Espalda (G)	18,7	15,5	22,3	15,2
Espalda (M)	59,1	20,5	57,9	20,1
Espalda (H)	21,4	20,0	18,9	19,4
Rabo (G)	32,9	1,5	35,6	1,4
Rabo (M)	34,1	0,6	31,2	0,6
Rabo (H)	32,7	1,8	32,8	2,0
Grasa renal y	2,3	-	2,3	-
Varios*/canal	1,8	-	1,8	-
Canal (G**)	23,4	-	27,6	-
Canal (M)	55,8	-	54,0	-
Canal (H)	20,7	-	18,3	-

* = incluye: pene, testículos, timo, riñones; ** = incluye grasa renal y pélvica

4. COMPOSICIÓN QUÍMICA GENERAL

La ponderación de los efectos **raza** (Rasa Aragonesa, Churra y Merina) y **peso vivo** (10-12 kg, 20-22 kg y 30-32 kg) en este trabajo se puede apreciar en la Tabla 14, y los resultados generales en la Tabla 15.

Tabla 14. Significación y cuantificación de efectos (valor de F) según raza y peso al sacrificio sobre diversos análisis laboratoriales

Análisis químico	Raza (R)	Peso (P)	R x P
Pigmentos hemínicos	6,24 **	64,16 ***	n.s.
% Humedad	n.s.	35,59 ***	n.s.
% Grasa	n.s.	58,96 ***	n.s.

***= $p \leq 0,001$; **= $p \leq 0,01$; *= $p \leq 0,05$; n.s.= Diferencias no significativas.

Tabla 15. Medias y (desviación estándar) de diversos parámetros laboratoriales analizados en corderos machos de tres razas, sacrificados a pesos diferentes

Raza	Peso	Pigmentos hemínicos ¹	% Humedad	% Grasa ²
Rasa Aragonesa	10-12 kg	69,64 ^{ax} (10,09)	76,74 ^{ay} (0,68)	1,28 ^{ax} (0,29)
	20-22 kg	92,03 ^{ay} (16,70)	76,31 ^{ay} (0,55)	1,88 ^{ay} (0,47)
	30-32 kg	112,46 ^{az} (30,33)	75,23 ^{ax} (1,00)	2,79 ^{az} (0,84)
Churra	10-12 kg	78,67 ^{bx} (19,78)	76,63 ^{ay} (0,80)	1,56 ^{bx} (0,40)
	20-22 kg	83,85 ^{ax} (25,07)	76,40 ^{ay} (0,93)	2,17 ^{ay} (0,71)
	30-32 kg	108,58 ^{ay} (12,36)	75,73 ^{ax} (0,76)	2,66 ^{az} (0,58)
Merino Español	10-12 kg	80,44 ^{bx} (8,68)	76,71 ^{ay} (0,66)	1,47 ^{abx} (0,34)
	20-22 kg	98,71 ^{ay} (25,07)	76,45 ^{ay} (0,83)	1,99 ^{ay} (0,57)
	30-32 kg	125,41 ^{bz} (10,70)	75,54 ^{ax} (0,86)	2,53 ^{az} (0,92)

a, b; Letras diferentes significan diferencias significativas entre razas, en un mismo peso de sacrificio ($p \leq 0,05$)

x, y, z; Letras diferentes significan diferencias significativas entre pesos, en una misma raza ($p \leq 0,05$)

¹ En μg hematina/g músculo. Método Hornsey (1956).

² Porcentaje de grasa intramuscular sobre materia húmeda. Método Soxhlet caliente.

La cantidad de pigmentos hemínicos fue aumentando progresivamente con el peso al sacrificio ($F= 64,1$) y fue mayor en la raza Merina ($F= 6,2$). Por otra parte, aunque en general se pueda decir que el efecto de la raza sobre la calidad de la carne (cantidad de pigmentos, color físico) es poco importante (Dransfield *et al.*, 1990, Ellis *et al.*, 1997, Rousset-Akrim *et al.*, 1997), los resultados indican diferencias que cuando menos justificarían, con relación a estas variables, las distintas marcas de calidad.

La raza no resultó significativa ni para el porcentaje de grasa intramuscular ni para el porcentaje de humedad, aunque la composición sí se vio afectada por el peso al sacrificio. El porcentaje de grasa aumentó con el peso: 1,3-1,6 % en los animales de 10 kg, 1,9-2,2 % en animales de 20 kg y 2,5-2,8 % en los de 30 kg de peso vivo al sacrificio (PVS), y el porcentaje de humedad disminuyó. Estos resultados son inferiores a lo que se considera normal- medio en la especie ovina. Lawrie (1968) dio valores medios del 3 % de grasa, pero seguro que tomando como referencia animales de más edad que los valorados en este trabajo. Si hiciéramos la comparación entre razas a igual peso, los animales de razas precoces, de inferior formato adulto y por consiguiente con menores crecimientos diarios, serán más viejos y por lo tanto estarán más engrasados (Pollott *et al.*, 1994) que las razas de mayor tamaño y madurez tardía. En nuestro caso, a pesar de que como ya se ha indicado la raza no fue, globalmente, un efecto significativo, fueron los lechales y ternascos churros los que presentaron una carne más grasa, posiblemente por ser una raza más precoz y de pequeño formato (Zygoyannis *et al.*, 1990, Sañudo *et al.*, 1997) y aptitud lechera (Wood *et al.*, 1980).

En cualquier caso, hay que considerar que unas mayores **edades y pesos** están asociados a superiores estados de engrasamiento (Tabla 16) (Field *et al.*, 1990, Zygoyannis *et al.*, 1990, Aziz *et al.*, 1993) aunque algunas veces las diferencias no sean significativas (Alfonso y Thompson, 1996) ya que estas diferencias son, dentro de una raza o cruce, más marcadas a unos pesos de sacrificio que a otros (Andrews y Ørskov, 1970) o pueden variar según el ritmo de crecimiento.

Tabla 16. Coeficientes de correlación de Pearson (*r*) entre peso vivo, peso canal y parámetros relacionados con el color de la carne de corderos de tres razas, sacrificados a tres pesos diferentes

	Pigmentos	% Humedad	% G Im.
PV	0,618**	-0,517**	0,641**
PCF	0,644**	-0,545**	0,648**
Color Comun.	0,558**	-0,466**	0,509**
pH	-0,289**	0,150*	-0,088
L*	-0,525**	0,256**	-0,210**
a*	0,657**	-0,336**	0,468**
b*	0,065	0,069	0,045
Pigmentos	1	-0,458**	0,486**
% Humedad		1	-0,678**
% G Im.			1

** = $p \leq 0,01$; * = $p \leq 0,05$. **PV**: Peso vivo al sacrificio; **PCF**: Peso canal fría; **Color Comun.**: Nota de color según el patrón Comunitario; **pH**: Valor de pH; **L***: Índice de luminosidad; **a***: Índice de rojo; **b***: Índice de amarillo; **Pigmentos**: Cantidad de pigmentos hemínicos; **% Humedad**: Porcentaje de humedad; **% G Im**: Porcentaje de grasa intramuscular.

5. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS y COLESTEROL

Ácidos grasos

La grasa es un tema de actualidad fundamentalmente por su incidencia en la salud humana, puesto que a pesar de ser imprescindible para el correcto funcionamiento de nuestro organismo, se considera uno de los factores fundamentales en el desarrollo de ciertas patologías, especialmente de enfermedades cardiovasculares, no sólo debidas a la cantidad que se consume, sino, especialmente, al tipo de ácidos grasos ingeridos. Aunque el tejido adiposo está compuesto de varios elementos, los ácidos grasos son sus componentes mayoritarios. La carne ha sido especialmente estudiada por ser una fuente importante de ácidos grasos saturados en la dieta de países desarrollados. Este tipo de ácidos grasos pueden favorecer el desarrollo de problemas vasculares. Sin embargo, necesitamos la ingestión de grasa en nuestra dieta y, además, entre otros ácidos grasos beneficiosos, los rumiantes son capaces de sintetizar y depositar ácido linoleico conjugado (CLA) en su tejido adiposo, beneficioso nutricionalmente por sus propiedades anticarcinogénicas, entre otras. Más adelante, se profundizará detalladamente en este ácido graso.

La grasa también influye en muchas características que califican la calidad del producto que se consume (Tabla 17), desde el color de la carne, hasta la percepción de su textura o de su sabor, ya que dependen de una u otra manera de la composición de la misma (Muchenje *et al.*, 2009). Un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados se puede relacionar con un color más intenso y más amarillo debido a la mayor susceptibilidad a la oxidación por su mayor inestabilidad. Cuanto menor es el número de dobles enlaces en la cadena carboxílica, más estable es el ácido graso, como se demuestra en el aumento de la temperatura a la cual la grasa funde. Además, la mayor saturación se relaciona positivamente con una mayor firmeza del tejido adiposo. Se ha observado una grasa menos firme en animales alimentados con concentrados que en pastoreo, debido a varios factores, pero que se pueden resumir en una menor proporción de ácido esteárico (C18:0) y una mayor de ácidos grasos ramificados de cadena corta (C10-C17) derivados del ácido propiónico (Busboom *et al.*, 1981). Ambos indicadores son buenos predictores de la firmeza del tejido adiposo ($r = 0.81$) posiblemente porque las vías metabólicas que los producen se inhiben mutuamente.

Tabla 17. Punto de fusión (°C) y correlación (r) entre la composición en ácidos grasos y el color o la firmeza de la grasa en corderos (Busboom et al., 1981)

	°C	r	
		color	firmeza
C18:0	69,6	-0,53	0,81
C18:1	13,4	-0,04	0,12
C18:2	-5,0	0,12	0,22
AGR		0,53	0,81

AGR: Ácidos grasos ramificados.

El flavor de un alimento abarca el conjunto de impresiones olfativas y gustativas que se presentan en el momento de su consumo. Incluye el olor, ligado a compuestos volátiles, y el sabor, cuyo origen son sustancias solubles que se perciben en la boca durante o tras la masticación. Los compuestos químicos que estimulan los receptores olfativos y gustativos necesitan sufrir una transformación a partir de los precursores presentes en la carne que, en muchos casos, son incapaces de excitar por sí mismos las terminaciones nerviosas sensibles. Los precursores del flavor en la carne magra son semejantes en las distintas especies y darían origen, tras el cocinado, a compuestos aromáticos que proporcionan la impresión general cárnica. Estos precursores son, fundamentalmente, aminoácidos sulfurados y azúcares reductores, que a temperaturas elevadas reaccionan entre sí (reacción de Maillard) formando compuestos aromáticos típicos de carne cocinada, y lípidos, de cuya oxidación debida al cocinado se forman compuestos volátiles (aldehidos, cetonas, alcoholes) que pueden incluso interaccionar con los anteriores para formar el aroma definitivo que percibimos durante la ingesta.

La oxidación lipídica se puede percibir sensorialmente con notas rancias en el aroma o en el sabor tras el cocinado. Los lípidos que realmente son responsables del aroma se encuentran en la fracción fosfolipídica, caracterizados por una mayor insaturación (Mottram y Edwards, 1983). Si esta mayor insaturación se debe a ácidos grasos de la serie ω -3 por encima de unos niveles, se pueden percibir aromas y sabores indeseables a pescado en la carne (Nute et al., 2007) que pueden llegar a reducir la aceptabilidad de dicho producto.

Aunque hay mayor cantidad de ácidos grasos en el tejido subcutáneo que en el intramuscular, las características en cuanto a composición de ambos depósitos son similares, aunque no idénticas.

En relación con otras especies, la grasa ovina se asemeja más a la de otros rumiantes, como el vacuno, que a la del porcino (Tabla 18). Se caracteriza por un menor contenido en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y una mayor saturación, causada especialmente por la mayor proporción de ácido esteárico (C18:0), que la grasa de cerdo. Esto se debe, fundamentalmente, a la acción bacteriana a nivel ruminal, que degrada la mayoría de los PUFA procedentes de la dieta transformándolos en ácidos grasos saturados y monoinsaturados, que son los que luego se incorporan en mayor medida en los tejidos. Existe una mayor concentración de ácido α -linolénico en el músculo que en la grasa subcutánea en rumiantes, a diferencia de lo que ocurre en porcino, puesto que es el ingrediente mayoritario en el pasto del que se alimentan estos animales.

La menor incorporación de ácidos grasos ω -6 en ovino y vacuno que en porcino produce un ratio ω -6/ ω -3 menor en rumiantes que en porcino, aunque esto variará enormemente dependiendo de la dieta. Según el sistema de producción utilizado, este ratio puede ser menor que 4.0, valor límite superior considerado como recomendable en la ingesta diaria por las personas. El ganado ovino producido en sistemas extensivos o semi-extensivos y similares estaría dentro de estas recomendaciones.

A su vez, el ratio entre los PUFA y los ácidos grasos saturados debería estar por encima de 0.4, lo que hace al porcino como una especie con la grasa más favorable en este aspecto.

Aunque con limitaciones, es posible manipular el tejido adiposo en la especie ovina modificando diversos factores que influyen con distinta intensidad en su composición.

Tabla 18. Composición (g/100g ácidos grasos) de la grasa subcutánea e intramuscular (m. Longissimus dorsi) de diversas especies criadas en sistemas de producción británicos (Enser et al., 1996)

	Grasa Subcutánea			Grasa intramuscular		
	Porcino	Ovino	Vacuno	Porcino	Ovino	Vacuno
% Grasa	65,3	70,6	70,0	2,2	4,9	3,8
C14:0	1,6 a	4,1 b	3,7 b	1,3 a	3,3 c	2,7 b
C16:0	23,9 b	21,9 a	26,1 c	23,2 b	22,2 a	25,0 c
C16:1	2,4 a	2,4 a	6,2 b	2,7 b	2,2 a	4,5 c
C18:0	12,8 a	22,6 b	12,2 a	12,2 a	18,1 c	13,4 b
C18:1	35,8 b	28,7 a	35,3 b	32,8 a	32,5 a	36,1 b
C18:2 ω -6	14,3 b	1,3 a	1,1 a	14,2 b	2,7 a	2,4 a
C18:3 ω -3	1,4 c	1,0 b	0,5 a	0,9 b	1,5 c	0,6 a
C20:4 ω -6	0,2	-	-	2,2 b	0,6 a	0,6 a
C20:5 ω -3	-	-	-	0,31 b	0,45 c	0,28 a
PUFA/SAT	0,61	0,09	0,05	0,58	0,15	0,11
ω -6/ ω -3	7,6	1,4	2,3	7,2	1,3	2,1

PUFA: Ácidos grasos poliinsaturados; SAT: Ácidos grasos saturados; Letras diferentes implican diferencias significativas entre especies dentro de cada depósito adiposo $p < 0.05$

El **factor raza** es, como fuente de variación sobre la calidad de la grasa en el animal, un factor complejo y difícil de analizar, como ya se ha comentado. No obstante, en relación al engrasamiento, ciertas diferencias raciales siguen persistiendo a pesar del tipo de comparación realizado. Estas diferencias se manifiestan tanto en la cantidad de grasa como en el lugar de su deposición. En este sentido, se puede observar en la Tabla 19 como, a igualdad de sistema productivo (pastoreo) y peso vivo al sacrificio, la raza Soay presenta una menor cantidad de grasa intramuscular, con una menor proporción de ácido oleico y mayor de todos los PUFA analizados que la raza Welsh Mountain. Las diferencias respecto a la raza Rasa Aragonesa se deben, fundamentalmente, al sistema de producción intensivo de esta última en relación al pastoreo de las razas británicas, que implica una menor edad al sacrificio y una mayor proporción de ácidos grasos ω -6 y de ácido oleico (C18:1).

Tabla 19. Composición en ácidos grasos (% respecto del total de ácidos grasos identificados) de los músculos Longissimus dorsi¹ y Semimembranosus² en ganado ovino

	Rasa ¹ Aragones a	Welsh ² Mountain	Soay ²
% grasa total	1,99	2,51	1,67
C14:0	3,5	4,1	1,9
C16:0	22,0	19,4	16,0
C18:0	12,9	17,0	13,5
C18:1	36,8	33,8	28,0
C18:2 ω -6	9,1	4,4	12,9
C18:3 ω -3	0,6	1,6	3,3
C20:4 ω -6	0,2	1,9	4,0
C20:5 ω -3	0,7	1,0	1,8
C22:6 ω -3	0,3	0,3	0,7

¹ Sañudo *et al.*, 2000 ² Fisher *et al.*, 2000

Conforme el **engrasamiento** de un animal aumenta desde su nacimiento hasta el momento de su muerte, la composición en ácidos grasos se modifica. El aumento del estado de engrasamiento de un animal se realiza, fundamentalmente, a partir del incremento de la fracción de neutrolípidos del tejido adiposo, es decir, la grasa de reserva en la que se almacena la energía que no se necesita en el organismo a corto plazo. Este almacenamiento es más efectivo cuanto más saturados sean los ácidos grasos, puesto que se libera más energía de un enlace simple que de un enlace doble. Por ello, un mayor engrasamiento implica una mayor cantidad de ácidos grasos saturados y monoinsaturados en la grasa.

A la vez que los ácidos grasos saturados y monoinsaturados aumentan con un mayor engrasamiento, se reduce la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, en porcentaje, puesto que son incorporados fundamentalmente en la membrana celular (fracción fosfolipídica), y no en la fracción de neutrolípidos. Además, se incorporan más ácidos grasos de la serie ω -6, especialmente ácido linoleico (C18:2) y ácido araquidónico (C20:4) que de la serie ω -3 (ácido α -linolénico), cuya incorporación es menos eficiente (Wood *et al.*, 2008).

Si observamos la Tabla 20 el menor engrasamiento intramuscular de los corderos españoles comparados en el estudio (2.41 %) frente a cualquiera del resto

de animales analizados, se relaciona con una menor proporción de ácidos grasos saturados (41.44 %) y una mayor de poliinsaturados (PUFA, 15.58 %). Esta mayor proporción de PUFA no se corresponde claramente con una mayor cantidad de estos ácidos grasos en el tejido analizado puesto que los fosfolípidos, donde están integrados mayoritariamente los PUFA, se mantienen prácticamente constantes en el animal. Se debe fundamentalmente a la menor cantidad de ácidos grasos saturados, lo cual eleva la importancia relativa del resto de ácidos grasos.

Tabla 20. Composición en ácidos grasos del músculo longissimus dorsi en ganado ovino (% respecto del total de ácidos grasos identificados)

	DE		ES		UK		UY Ligero		UY Pesado		Sig
Grasa intramuscular	4,25	b	2,41	c	4,32	b	3,05	c	5,92	a	***
C14:0 (mirístico)	3,62	a	3,77	a	2,36	b	3,60	a	2,55	b	***
C16:0 (palmítico)	23,65	ab	22,58	b	23,43	b	24,73	a	24,66	a	***
C18:0 (esteárico)	18,79	ab	12,56	d	19,78	a	16,62	c	17,49	bc	***
C18:1 (oleico)	39,05	a	39,63	a	40,51	a	35,81	b	40,56	a	***
C18:2 (linoleico)	5,45	b	9,48	a	3,92	c	6,01	b	4,18	c	***
C18:3 (α -linolénico)	1,48	b	0,56	c	1,62	b	3,37	a	3,19	a	***
CLA	0,97	ab	0,40	c	1,05	a	0,79	b	0,94	ab	***
C20:3 $_{\omega-3}$	0,14	cd	0,28	a	0,17	c	0,22	b	0,10	d	***
C20:4 $_{\omega-6}$	1,22	c	3,99	a	1,13	c	1,94	b	0,86	c	***
C20:5 $_{\omega-3}$ (EPA)	0,51	c	0,34	c	0,94	b	1,29	a	0,86	b	***
C22:5 $_{\omega-3}$ (DPA)	0,58	b	0,68	b	0,81	b	1,14	a	0,60	b	***
C22:6 $_{\omega-3}$ (DHA)	0,21	b	0,24	ab	0,22	b	0,31	a	0,17	b	***
Saturados	48,23	a	41,44	b	47,51	a	47,04	a	46,44	a	***
Monoinsaturados	41,21	a	42,58	a	42,64	a	37,90	b	42,66	a	***
Poliinsaturados	9,60	b	15,58	a	8,80	b	14,27	a	9,96	b	***
Poliinsaturados/SAT	0,20	c	0,38	a	0,19	c	0,31	b	0,21	c	***
$\omega-6/ \omega-3$	2,47	b	8,42	a	1,54	bc	1,36	bc	1,07	c	***

DE: Alemania; ES: España; UK: Reino Unido; UY: Uruguay. *** = $p \leq 0,001$; España: Machos enteros, raza Rasa Aragonesa, producción intensiva con cereales y paja, sacrificio con menos de 3 meses; Alemania: machos enteros cruzados, Suffolk o Schwarzköpfe x Merino Landschaf, alimentación con concentrado suplementado con hierba, sacrificio 4-6 meses; Reino Unido: machos cruzados castrados, alimentados con pasto y suplementados con concentrado, sacrificio entre 4-6 meses, Uruguay ligero: machos castrados, raza Corriedale, producción extensiva en pastoreo, sacrificio entre 3-4 meses; Uruguay pesado: machos castrados, raza Corriedale, producción extensiva en pastoreo, sacrificio entre 12-13 meses.

La influencia del **peso** está íntimamente relacionada con la **edad**. En los animales más jóvenes y poco engrasados, se observan niveles más bajos de ácido oleico (C18:1) y mayores de ácido linoleico (C18:2) en la fracción de fosfolípidos, lo cual tiene un peso muy elevado en la composición final de la grasa debido a su bajo contenido en grasa. Pero conforme aumenta la edad del animal y con ella el engrasamiento total, aumenta la fracción de neutrolípidos en la grasa, y con ella, los ácidos grasos saturados y monoinsaturados. En la Tabla 20, la diferencia entre UY ligero y UY pesado es el peso y la edad (11.1 kg canal con 3-4 meses de edad, 19.4 kg canal con 12-13 meses edad, respectivamente). Se puede observar un mayor engrasamiento en los animales más viejos (5.92 % vs 3.05 %) asociado a una mayor cantidad de ácidos grasos, especialmente saturados y monoinsaturados, debido a la mayor cantidad de neutrolípidos presentes en los animales más viejos. Además, se ha observado un aumento con la edad de la actividad de la enzima estearil Co-A desaturasa, responsable de la saturación de los ácidos grasos insaturados de 18 átomos de carbono, lo que implica una menor importancia de la alimentación en la composición en ácidos grasos a edades mayores (Wood *et al.*, 2008).

El efecto de la **dieta** se puede plantear bajo diversos puntos de vista: nivel energético-ritmo de crecimiento impuesto, tipo y calidad de las materias primas de la ración y su estado físico, manejo alimenticio y posible utilización de aditivos. A excepción de los aditivos, los otros aspectos de la dieta son bastante difíciles de aislar ya que, en definitiva, una alimentación más rica en energía irá acompañada de alimentos de mayor densidad energética y presentados como piensos administrados "ad libitum" y/o en pesebre de forma continuada y, por lo tanto, con sistemas de explotación intensivos.

Es de señalar que sería deseable una composición rica en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y pobre en ácidos saturados (SFA), con una relación PUFA/SFA mayor que 0.40 y ω -6/ ω -3 menor que 4 (recomendaciones del Departamento Británico de Salud). Sin embargo, es complicado manipular la composición del tejido adiposo en rumiantes aunque existen vías tecnológicas para proteger la grasa de la dieta de la acción microbiana, pudiéndose absorber en mayor cantidad los ácidos grasos poliinsaturados sin alterar en duodeno y modificando la composición en ácidos grasos de los tejidos adiposos (Nute *et al.*, 2007). Aun así, sí es posible encontrar diferencias en la composición de la grasa entre animales alimentados con concentrados basados en cereales, ricos en energía y en ácidos grasos ω -6, y animales que han recibido hierba en su alimentación, puesto que no todos los ácidos

grasos ingeridos son susceptibles de ser modificados e hidrogenados en el rumen, hay un pequeño porcentaje que escapan de la acción bacteriana y se pueden asimilar en el duodeno e incorporarse en los tejidos. El pasto es rico en ácidos grasos ω -3, especialmente si se ingiere en fresco, ya que los procesos de conservación, como la henificación, producen una pérdida de este tipo de ácidos grasos. A su vez, ciertos alimentos como el aceite de linaza, que pueden entrar a formar parte de la ración en rumiantes, son ricos en ácidos grasos ω -3 dentro de un sistema de explotación intensivo.

Por otra parte, la influencia del pastoreo sobre la composición en ácidos grasos se ve alterada por la edad. Así, para llegar al mismo peso de sacrificio los animales de pasto necesitan más tiempo que los alimentados a base de concentrado, por la menor energía de la dieta, con lo cual su rumen se halla perfectamente desarrollado, modificando la composición inicial de la ingesta y neutralizando la mayor insaturación de la misma, presentando un cociente ácidos grasos saturados/insaturados mayor (Realini *et al.*, 2004). Además, la hidrogenación que sufre el ácido α -linolénico y el mayor tiempo en rumen que sufren los alimentos fibrosos, propios del pastoreo, limita la cantidad de ácidos grasos ω -3 que se pueden incorporar en los tejidos en relación a la de ω -6, propios de dietas energéticas con un tiempo de tránsito en rumen menor. Aun así, el contenido de PUFA de la serie ω -3 aumenta en animales criados en sistemas extensivos (Wood *et al.*, 2004).

Si se observa la Tabla 20, donde los animales ES han sido criados en sistemas intensivos basados en concentrado de cereales y paja, los DE y UK en sistemas mixtos de pasto con acabado con concentrado, menor en el caso de UK, y los UY en sistemas puros de pastoreo, la carne uruguaya y la carne de origen británico, como fiel reflejo de su ración extensiva, presentaron los mayores porcentajes de los ácidos grasos ω -3 y de su precursor el ácido α -linolénico, presentando la carne alemana unos niveles intermedios entre estas carnes y la carne española. La alimentación en pastoreo también favorece una mayor concentración de ácido linoleico conjugado (CLA), especialmente en animales con el rumen completamente desarrollado, puesto que allí se forma el precursor del CLA (ácido transvaccénico).

En sistemas intensivos o semi-intensivos, característicos de la producción ovina cárnica española, la decisión de destetar o no los animales antes del sacrificio puede ser una decisión importante en la explotación de cara a la intensificación reproductiva, manejo general o en la gestión global de costes de alimentación y mano de obra,

especialmente. La **lactancia** hasta el sacrificio tiende a hacer las canales más grasas, lo cual se traduce en una mayor composición de ácidos grasos saturados (Tabla 21), fundamentalmente debido al mayor contenido en ácidos grasos de cadena corta, característicos de la grasa de la leche que entra a formar parte fundamental de la dieta de estos animales. Hay que recordar que el reflejo gastroesofágico que presentan los rumiantes tras el nacimiento impide que la leche sufra fermentaciones a nivel ruminal, comportándose el animal como un monogástrico, por lo que incorporará en sus tejidos un perfil de ácidos grasos similar al de la dieta ingerida. A la vez, la grasa es menos insaturada debido, fundamentalmente, al menor contenido en ácido oleico (C18:1).

Tabla 21. Efecto del destete sobre la composición relativa en ácidos grasos de los depósitos subcutáneos e intramuscular (músculo Longissimus dorsi thoracis) en corderos de raza Rasa Aragonesa (Campo et al., 1995)

	Grasa subcutánea			Grasa intramuscular		
	Destetad	No		Destetad	No	
C12:0	0,65	0,89	*	0,46	0,51	
C14:0	7,13	10,15	**	5,40	6,31	**
C15:0	1,15	1,22		0,67	0,68	
C16:0	25,08	8,31	**	24,56	25,68	*
C16:1	2,49	2,94	*	2,33	2,45	
C17:0	2,81	2,07	**	1,92	1,61	**
C18:0	12,04	10,65	*	13,42	12,40	**
C18:1	45,18	40,24	**	43,45	41,56	*
C18:2	2,65	2,44		5,35	5,79	
C18:3	0,59	0,66	*	0,67	0,93	*
C20:0	0,60	0,47	*	1,34	1,58	*
C20:4				0,54	0,49	
Saturados	49,20	53,50	**	47,64	48,77	
Insaturados	50,91	46,28	**	52,34	51,22	
Poliinsaturad	3,24	3,10		6,56	7,21	*

*=p<0.05; ** = p ≤ 0,01

La tabla 22 muestra la composición en ácidos grasos de la fracción de neutrolípidos en 22 tipos ovinos europeos, y resume lo anteriormente explicado. Aquellos animales alimentados con leche muestran porcentajes más elevados de ácidos láurico (12:0) y mirístico (14:0), los animales de más edad muestran en general, mayor porcentaje de ácido esteárico (18:0), los alimentados con concentrado

mayor ácido linoleico (18:2) y los de pasto en su dieta, mayores niveles de ácido α -linolénico (18:3).

Tabla 22. Composición en ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) de la fracción de neutrólípidos del m. *Longissimus thoracis* en 22 tipos ovinos europeos

Raza, edad en meses, sexo y sistema de acabado	12:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3
					ω -9	ω -6	ω -3
Churra, 1, machos, leche	1,01	8,49	26,62	12,25	34,62	2,88	0,58
Karagounico, 1,5, macho, leche	0,97	8,54	27,18	11,05	35,85	3,22	0,65
Appenninica, 2,5, macho, pienso	0,49	5,50	23,58	12,70	38,92	3,08	1,09
Rasa Aragonesa, 3, macho, pienso	0,37	4,10	24,60	12,94	35,66	3,82	0,44
Karagounico, 4, macho, pienso y	0,37	5,21	26,74	13,75	38,52	2,99	0,53
Lacaune, 1,5, hembra, leche +	0,15	3,09	25,24	13,20	41,35	2,43	0,49
Suffolk x Mule, 7, castrados, pasto y	0,64	6,00	23,85	16,67	32,23	1,16	0,97
Varias, 7, hembra, pasto	0,33	3,86	24,17	17,65	35,27	1,92	1,21
Islandesa, 4, macho, pasto y leche	0,20	3,39	25,30	16,81	39,99	1,51	1,43
Islandesa, 4, hembra, pasto	0,18	3,36	25,04	15,60	42,22	1,46	1,38
Welsh Mountain, 5, macho, pasto	0,35	3,90	24,24	17,21	34,46	1,17	1,11
Bergamasca, 12, castrado,	0,10	2,15	23,91	19,17	37,26	2,41	1,41
Manchega, 2,5, macho, pienso	0,22	2,91	24,40	13,97	38,24	4,16	0,31
Karagounico, 3, castrado, pienso	0,54	6,30	26,16	11,39	37,41	3,43	0,57
Merino, 3, macho, pienso	0,30	3,78	25,22	13,54	39,60	2,77	0,50
Bergamasca, 5, macho, pienso	0,16	2,98	25,82	15,98	37,88	3,42	0,65
Suffolk x Mule, 7, castrado, pienso	0,28	3,60	24,84	16,82	39,69	1,30	0,61
Islandesa, 3, machos y hembras,	0,35	4,54	23,55	14,47	40,04	1,88	1,48
Welsh Mountain, 7, macho, pasto	0,36	4,04	24,15	18,93	37,12	1,18	0,82
Karagounico, 5, castrado, pasto	0,33	4,48	26,07	16,11	35,82	2,82	0,85
Bergamasca, 6, macho, pasto	0,38	4,25	23,14	20,10	32,91	2,70	0,99
Islandesa, 7, macho, pasto	0,11	2,39	24,63	18,10	40,03	2,08	1,55

Por último, hay un factor importante en el análisis de ácidos grasos que normalmente no es tenido en consideración. Todos los análisis anteriormente mencionados muestran composición del producto fresco, pero el consumo de carne ovina se hace cocinado, y el tipo de cocinado es un factor que influencia mucho la composición final del producto (Tabla 23). Analizando la composición de carne fresca frente a cocinada con tres tratamientos culinarios diferentes, se observa una influencia muy importante del cocinado en el % final de grasa en la carne, así como en la

composición de ácidos grasos poliinsaturados, relación poliinsaturados/saturados y ácidos grasos ω -6. Sin embargo, además de los mencionados, el tipo de cocinado tiene incluso mayor importancia, afectando enormemente a la composición de ácidos grasos saturados e insaturados y a la relación ácidos grasos ω -6/ ω -3.

Tabla 23. Valores de F (magnitud de las diferencias) de la influencia del cocinado en el contenido graso y en la composición en ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) de la carne ovina (pierna)

	Cocinado vs fresco	Tipo de cocinado
Grasa	32,3 ***	5,1 *
CLA	2,4 ns	2,2 ns
Saturados	5,2 *	10,4 ***
Insaturados	6,8 *	13,8 ***
Mono-insaturados	0,7 ns	1,1 ns
Poli-insaturados	7,7 **	15,7 ***
Relación Poli/Sat	7,9 **	17,3 ***
ω -6	8,0 **	16,7 ***
ω -3	0,2 ns	1,8 ns
Relación ω -6/ ω -3	5,8 *	11,4 ***

Por la deshidratación que sufre el producto con el tratamiento térmico, lo cual aumenta la materia seca, en la Tabla 24 se observa cómo el contenido total de grasa de la pierna de cordero aumenta de la muestra sin cocinar (8,4%) a la muestra cocinada, especialmente si lo es guisada (14,0%). Es este tratamiento térmico de menor temperatura que el grill y el asado, pero con tiempos de cocción largos, el que disminuye el porcentaje de ácidos saturados aumentando los insaturados, especialmente a nivel de poliinsaturados, produciendo una relación poliinsaturados/saturados más beneficiosa que el resto de procedimientos térmicos. Sin embargo, desde el punto de vista de la relación ω -6/ ω -3, es el tratamiento culinario menos favorable al aumentar mucho este cociente, cuando lo deseable es su reducción.

Tabla 24. Influencia del cocinado en el contenido graso y en la composición en ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) de la carne ovina (pierna).

	Fresco	Asado	Grill	Guisado
Grasa %	8,4	11,2	11,6	14,0
CLA	0,56	0,58	0,60	0,49
Saturados	42,9	43,4	41,8	36,6
Insaturados	51,7	51,2	52,9	58,7
Mono-insaturados	44,6	44,0	45,7	46,3
Poli-insaturados	7,1	7,2	7,2	12,4
Relación Poli/Sat	0,17	0,16	0,17	0,34
ω -6	5,7	5,9	5,8	11,3
ω -3	0,72	0,68	0,79	0,59
Relación ω -6/ ω -	8,81	9,23	8,44	20,6

Ácido linoleico conjugado

El término genérico de alimento funcional se utiliza para identificar alimentos o componentes de los mismos que poseen propiedades adicionales sobre la salud de los consumidores que superan al beneficio clásico de un aporte de nutrientes (Milner, 1999). Existe información científica de que ciertos alimentos ejercen una acción preventiva frente a la aparición de ciertas enfermedades en el ser humano y actualmente numerosas investigaciones se orientan a la obtención de estos de forma natural.

La grasa de los productos de rumiantes como la carne, en muchos casos es considerada perjudicial por su alto contenido de grasas saturadas. Sin embargo, en los últimos años se ha encontrado que podría tener efectos benéficos para la salud (McGuire y McGuire, 2000). El descubrimiento de CLA como un "alimento funcional" ocurrió hace más de dos décadas cuando Pariza *et al*, (1979, no citado) encontraron en la carne un factor anti-mutagénico que consistía en una serie de isómeros conjugados del ácido linoleico y, además, que el suministro de extracto etéreo (grasas) de carne frita o cruda inhibía la carcinogénesis en ratones.

Por ello, hoy en día, la atención está enfocada principalmente a los ácidos linoleicos conjugados (CLA) los cuales representan una mezcla de isómeros de ácido linoleico (C18:2; *cis*9, *cis*12) con dobles enlaces en las posiciones 7 y 9, 9 y 11, 10 y 12, ó 11 y 13 además de variaciones geométricas de tipo *cis-cis*, *cis-trans*, *trans-cis*, *trans-trans* formando un total de 24 combinaciones. De todos los isómeros CLA, el *cis*

9, *trans* 11 (*c9,t11*-CLA) también llamado ácido ruménico y *trans* 10, *cis* 12 (*t10,c12*-CLA) son los más estudiados por sus efectos biológicos, siendo el primero el que se produce a mayor cantidad en la carne de rumiantes. El CLA, comparado con la mayoría de ácidos grasos insaturados, tiene muchas propiedades biológicas únicas e interesantes. Como propiedades sobresalientes de los CLA pueden citarse la prevención del cáncer, la atenuación de la aterosclerosis y las reacciones inmunitarias alérgicas, la disminución de la peroxidación de lípidos, los efectos antiobesidad (Bauman *et al.*, 2001, Mersmann, 2002) y antimutagenicas (Kritchevsky, 2000). Varios trabajos indican que el CLA en la dieta de las personas puede reducir la incidencia de tumores cancerígenos. Recientemente se han ampliado los efectos positivos en la salud humana debido al CLA en modelos experimentales, entre los que se incluyen una reducción en el depósito de grasa en el cuerpo, efectos antidiabéticos, reducción en el desarrollo de aterosclerosis y mejoramiento en la mineralización del cuerpo (Belury , 1995).

Se han realizado estudios en cerdos donde la suplementación de CLA en la dieta mejora la eficiencia alimenticia (Corino *et al.*, 2003). No obstante los productos alimenticios derivados rumiantes son la principal fuente natural de CLA en la dieta de los humanos (Chin *et al.*, 1992; Fritsche y Steinhart, 1998; McGuire y McGuire, 2000).

Así, la ingestión diaria de CLA con los alimentos convencionales puede resultar insuficiente para que los mismos puedan expresar sus potenciales efectos bioquímicos, moleculares y fisiológicos, por lo tanto una adecuada alimentación con productos derivados de rumiantes puede permitirnos lograr sustanciales incrementos de CLA en la dieta y de esta manera participar de sus beneficios para la salud.

Dhiman *et al.*, (2005) señala que la dosis mínima efectiva de CLA necesaria para prevenir la incidencia de cáncer en modelos animales es de 0.05% de la dieta. Asumiendo que un adulto puede consumir 600 g de alimento por día, una persona estaría ingiriendo poca cantidad de CLA, aproximadamente de 127 mg por día, 0.021 % de la dieta. Sin embargo, si se consumen productos enriquecidos se podría llegar a consumir 441 mg por día de CLA, lo que equivale a 0.074% de la dieta, por encima del valor mínimo que ha demostrado ser eficaz para reducir la incidencia de cáncer en modelos animales.

Por otra parte, se ha mencionado que para una rata de 350 g de peso vivo el consumo diario preventivo de CLA sería del orden de 0.015 g. Una extrapolación

directa a un ser humano de 70 kg implicaría un consumo de 3 g por día a fin de obtener el mismo efecto terapéutico o curativo sobre el cáncer. Sin embargo para obtener una ingestión equivalente en el ser humano, resulta más adecuado utilizar el peso metabólico (peso ^{0.75}) en lugar del peso vivo directo. Dicho cálculo permite proponer que un consumo diario de 0,8 g de CLA podría ejercer un efecto terapéutico sobre el cáncer de una persona de unos 70 kg de peso vivo. Los efectos reductores sobre la aterosclerosis se alcanzarían a partir de consumos diarios de 0.25 g de CLA. Es posible lograr un mayor consumo diario de CLA incrementando la ingestión de carne, leche y derivados de éstos.

El informe anual denominado "Estadística mundial de la salud", que está basado en datos recopilados entre los 193 miembros de la OMS, menciona que en las poblaciones de mayor edad, en los países de ingresos medios y bajos en los próximos 25 años, la proporción de fallecimientos por enfermedades no contagiosas aumentará significativamente. Para el 2030, las muertes por cáncer, dolencias cardiovasculares y accidentes de tránsito representarán en conjunto un 30% del total (<http://www.who.int/about/es/>).

La síntesis de CLA se origina a nivel ruminal de la biohidrogenación de C18:2 y C18:3 a ácido estearico (C18:0) (Bauman *et al.*, 2001), por bacterias del rumen (Kritchevsky, 2000) o de la síntesis endógena que se da a nivel tisular (Corl *et al.*, 2001; Dhiman *et al.*, 2005).

Dentro de los factores que afectan a la concentración de CLA, Rule *et al.* (2002) menciona que el sistema de producción y el plano nutricional ofrecido, pueden modificar considerablemente la composición química de la carne y particularmente su contenido de CLA. Sistemas de alimentación basados en forrajes frescos permiten mejorar el tipo de ácidos grasos de la carne, como consecuencia de la mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados presentes en el forraje con respecto a los granos de cereales. Si bien el rumen tiene una importante capacidad de saturación de los ácidos grasos insaturados, este proceso no siempre es completo. En la medida que la cantidad de ácidos grasos insaturados aportados por el alimento sea mayor, mayor será la cantidad que escapan a una completa hidrogenación ruminal y, por lo tanto, existirá una mayor cantidad de CLA o de su precursor.

El contenido de los CLA y la proporción de cis 9, trans 11 CLA en productos frescos y procesados se muestra en la Tabla 25 en porcentaje. El contenido de CLA en

productos cárnicos de rumiante es de 0.46% respecto al contenido de grasa dentro de un rango de 0.12 a 1.20%, y con un 73% de *cis* 9, *trans* 11 del total de CLA. El contenido de CLA en carne de animales no-rumiantes en promedio es de 0.16% de la grasa dentro de un rango de 0.06 a 0.25% dentro de la cual el isomero *cis* 9, *trans* 11 representa un 65% del total de CLA (Dhiman *et al.*, 2005). Mir *et al.*, (2002) indica que en bovinos Wagyu, Limousine y Wagyu x Limousine alimentados con 0 y 6% de aceite de girasol en la dieta aumento la concentración de CLA de 0.28% a 1.25%. En lo que se refiere a la especie ovina en ovinos Dorper alimentados con diferentes fuentes de aceite en la dieta (4%) la concentración de CLA tiene una respuesta cuadrática en un rango de 0.23 a 0.48% respecto al contenido de grasa. Cooper *et al.* (2004) señalaron un aumento de CLA a 1.2% y 0.82% con 43 g de aceite de linaza y pescado respectivamente kg^{-1} de alimento comparados con una dieta con melaza (0.79%), destacando que todos los animales recibieron aproximadamente 560 g de forraje kg^{-1} de alimento. Así mismo Boles *et al.* (2005) indican que al alimentar corderos Targhee x Rambouillet con 0, 3 y 6% de aceite de cártamo las concentración fueron de 0.62, 0.99 y 1.45% *c9,t11* CLA respectivamente en la grasa del músculo.

Tabla 25. Contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en carne y productos cárnicos

Muestra	Total CLA** (% de	c9,t11 CLA ***(%)
Rumiante		
Vacuno	0,27	84
Ovino	0,18-1,20	92
No rumiante		
Pavo	0,20-0,25	40-76
Cerdo	0,06-0,13	25-82
Pollo	0,09-0,15	67-87
Conejo	0,11	27

Fuente: Dhiman *et al.* (2005);

** Valores mínimos y máximos expresados en porcentaje;

*** Porcentaje respecto al total de isómeros de CLA.

Schmid *et al.* (2006) resume las concentraciones de CLA en carne de diferentes especies animales usualmente usadas para el consumo humano (Tabla 26). La carne de rumiante tiene concentraciones más altas de CLA que la de no-rumiante. El CLA para cordero fue de 4.3 a 19.0 mg/g de lípidos y en bovinos ligeramente menor con 1.2 a 10.0 mg/g de lípidos. Cabe señalar que las concentraciones más altas tanto para ovino como para bovino se debieron al tipo de sistema de producción. Así, en los sistemas extensivos la concentración de CLA aumenta significativamente. Sin

embargo, en los sistemas intensivos se reduce el tiempo de cebo y la cantidad de forraje es menor, lo que ocasiona que los niveles de CLA sean bajos. Se ha observado que las concentraciones de CLA son mayores con alfalfa deshidratada que con cebada, así Mir *et al.* (2002) adicionaron aceite de girasol a las dietas, una con cebada y otra con heno, y la concentración de CLA aumentó de 2.8 a 12.3 mg/g de ácidos grasos metil esterés (FAME) en carne de bovino. Rule *et al.*, (2002) observó que el porcentaje del isómero *c9,t11* CLA es alto en grasa intramuscular de ganado alimentado a base de forrajes verdes comparado con el que recibe una fuente alta de grano en la dieta.

Tabla 26. Contenido de CLA en carne fresca

Referencia	Ovino	Bovino	Cerdo	Pollo	Pavo	Caballo
<i>mg/g de grasa</i>						
Chin <i>et al.</i> (1992)	5,6	2,9-4,3 ^b	0,6	0,9	2,5	
Shantha <i>et al.</i> (1994)		5,8-6,8 ^b				
Dufey <i>et al.</i> (1999)*	11,0 ^c	3,6-6,2 ^{a, c}	0,7 ^c			0,6 ^c
Raes <i>et al.</i> (2003)		4,0-10,0 ^{a, c}				
<i>mg/g ácidos grasos</i>						
Fritsche y Steinhardt (1998)	12,0 ^c	6,5 ^c	1,2/1,5 ^{b, c}	1,5 ^c	2,0 ^c	
Rule <i>et al.</i> (2002)		2,7-5,6 ^{a, b, d}		0,7 ^d		

^a Carne de diferentes sistemas de producción y países.

^b Diferentes piezas de la canal (diferentes animales).

^c Únicamente *c9,t11-18:2*

^d Únicamente *c9,t11-18:2* y *t10,c12-18:2*

* No citado

El contenido de CLA para cerdo, pollo, y caballo es inferior a 1 mg/g de lípido. Existe una gran variación entre las diferentes especies, sin embargo es importante señalar que la variación se da incluso en el tipo de músculo para la misma especie. La concentración de CLA indicada en varios estudios probablemente ha sido subestimada debido a que únicamente se recoge el isómero *c9,t11-18:2* que corresponde aproximadamente al 80% del contenido total.

Colesterol

El colesterol es un componente estructural de las membranas celulares. Tiene aspectos positivos y negativos en el consumidor. Niveles anormalmente elevados de colesterol, y proporciones excesivas de lipoproteínas de baja densidad (LDL) respecto a las de alta densidad (HDL), que son transportadoras de ácidos grasos y colesterol en sangre, se asocian con enfermedades cardiovasculares.

Rule *et al.* (1997) indican que la raza, la alimentación y el sexo de los animales no afectan a la concentración de colesterol en el músculo esquelético en vacuno. Sugieren que las diferencias en el contenido muscular de colesterol estarían asociadas a diferencias estructurales de la membrana celular. De esta forma, para alterar la concentración en el músculo se deberían redistribuir los ácidos grasos que forman parte de la célula muscular (Rule *et al.*, 1997). Se han indicado contenidos de colesterol de alrededor de 80 mg por cada 200g de músculo de vacuno producido en pastoreo (Muchenje *et al.*, 2009), lo cual corresponde con menos del 30% de la cantidad diaria recomendada (300mg/d; Greene y Feldman, 1991; Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001). El contenido en colesterol dependería también del estado de engrasamiento del animal, a mayor engrasamiento mayor contenido.

Por otra parte, además del factor genético inherente a cada persona, los niveles plasmáticos de colesterol en el hombre están influidos por la composición en ácidos grasos de la dieta (Flynn *et al.*, 1985), puesto que niveles elevados de ciertos ácidos grasos saturados como láurico (C12:0), mirístico (C14:0) o palmítico (C16:0) se corresponden con niveles elevados de colesterol en sangre (Grundty y Denke, 1990; Rowe *et al.*, 1999). El ácido oleico (C18:1 ω -9 cis) reduciría el contenido de LDL incrementado el de HDL (Katan *et al.*, 1994) lo cual reduce el riesgo de enfermedades coronarias.

En la Tabla 27 se observan las variaciones que hay en composición en diversos cruces raciales o razas y músculos. De esta manera, el contenido del músculo *Gluteus biceps* será menor que el del *Longissimus dorsi* o *Semimembranosus*. La correlación entre la edad (Salvatori *et al.*, 2004) y el peso vivo (Arsenos *et al.*, 2000) es negativa con el contenido en colesterol, y de ahí se observa el elevado contenido existente en lechales respecto a animales sacrificados a peso de ternasco. Respecto a otras especies, el contenido es comparable entre rumiantes (Tabla 28), con valores similares entre sí, dependiendo del músculo analizado y la técnica empleada.

Tabla 27. Niveles de colesterol (mg/100g) en diversos músculos y para diversos cruces ovinos

Músculo	Raza	Colesterol	Referencia
<i>Semimembranosus</i>	Ile de France x Pagliarola ¹	75,3	Salvatori et al., 2004
	Gentile di Puglia x	55,2	
<i>Longissimus dorsi</i>	Ile de France x Pagliarola ¹	63,0	
	Gentile di Puglia x	60,3	
<i>Gluteus biceps</i>	Ile de France x Pagliarola ¹	33,9	
	Gentile di Puglia x	44,4	
Pierna entera	Ternasco de Aragón ²	56,4	Datos propios

¹ Ternasco; ² Ternasco;

Tabla 28. Niveles de colesterol (mg/100g) en distintas especies y músculos

	Colesterol	Referencia
<i>Semitendinosus</i> ciervo	73,45	Polak et al., 2008
<i>Semitendinosus</i> añojos	46,76	Cifuni et al., 2004
Carne de caza	60-70	Moritz, 1995
<i>Longissimus dorsi</i> cerdo	44,70	Salvatori et al., 2008

6. COMPOSICIÓN EN VITAMINAS Y MINERALES

En una revisión realizada por Huerta (2008) se indicaba que el cliente de carne para consumo espera carne barata, que fuera agradable al paladar y, menos probablemente, que le ayude a resolver algún problema de salud o que aporte nutrientes especiales a su dieta. Normalmente se evalúa la calidad nutricional de la carne en función de la relación grasa:músculo y la composición de dicha grasa. Sin embargo, el contenido de vitaminas y minerales ha recibido poca atención.

Las necesidades de nutrientes para los humanos se han establecido en diversas publicaciones del Instituto de Medicina (IOM) de Estados Unidos de América (IOM, 1997, 1998, 2000, 2001, 2004, 2005). Los libros están disponibles en la página de "The National Academies Press": www.nap.edu. Además, en el sitio <http://lpi.oregonstate.edu/> del Instituto Linus Pauling de la Universidad Estatal de Oregón se encuentra un resumen de estos requerimientos nutricionales, alimentos que los contienen y enfermedades que pueden prevenirse con consumos adecuados o terapéuticos de algunos nutrimentos. En Tabla 29 se presentan los requerimientos minerales y de vitamina B12 para adultos de 19 a 50 años. La inclusión de vitamina B12 se debe a que la síntesis de esta vitamina depende de la disponibilidad del cobalto en la dieta del ovino y que las plantas no sintetizan la vitamina.

Una fuente de información sobre el contenido nutrimental de los alimentos y en particular de la carne ovina para humanos es la Base de Datos Nacional de Nutrimentos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América USDA's National Nutrient Database for Standard Reference. Esta información se encuentra también en <http://www.nutritiondata.com>. Por otro lado, Doyle y Spaulding (1978) resumen la información sobre el contenido de minerales en carne de diversas especies de animales de granja.

En la Tabla 29 se presenta el contenido de minerales de la carne ovina obtenida de la pierna. Destacan los elementos hierro y zinc porque sus concentraciones y su biodisponibilidad son elevadas, de tal forma que una porción de 100 g de carne ovina podría satisfacer las necesidades en estos compuestos.

Tabla 29. Contenido mineral y de vitamina B12 de la carne ovina, requerimientos minerales para personas adultas de 19 a 50 años y porcentaje de los requerimientos cubiertos

Elemento	Concentración, cantidad por 100 g de músculo(f)	Requerimiento diarios para adultos de 19 a 50 años (g)	Aporte a la dieta por porciones de 100 g de músculo, %
Calcio (a)	14,0 mg	1000 mg	1,4
Hierro (b)	2,3 mg	8 a 18 mg	29 a 12,8
Magnesio (a)	25,0 mg	400-420 a 310-320	5,95 a 8,06
Fósforo (a)	224 mg	700 mg	32,0
Potasio (c)	336 mg	4700 mg	7,1
Sodio (c)	64 mg	1500 mg	4,3
Zinc (b)	4,8 mg	11 a 8 mg	43,6 a 60,0
Cobre (b)	0,2 mg	0,9 mg	20,0
Manganeso (b)	0,04 mg	2,3 mg	1,7
Selenio (d)	10,1 µg	55 µg	18,4
Yodo (y)	0,9 µg	150 µg	0,6
Vitamina B12 (e)	3,0 µg	2,4 µg	125,0

a IOM (1997), b IOM (2001), c IOM (2004), d IOM (2000), e IOM (1998)

f La información de contenido mineral proviene de Nutrition Data, excepto los valores de manganeso (Largor, 1983).

g Cuando existe más de un requerimiento, el del lado izquierdo corresponde a hombres y el del lado derecho a mujeres.

Thurnham y Northrop-Clewes (2007) estiman que alrededor de 2 mil millones de personas en el mundo están anémicas ($\approx 30\%$ de la población mundial), e involucra alrededor del 50% de los niños y 50% de las mujeres embarazadas.

Las causas de anemia incluyen deficiencias de hierro, cobre, zinc, ácido fólico, vitamina B12, riboflavina, vitamina A, vitamina E, selenio y parasitosis. Dado que la mayoría de los casos de anemia de origen nutricional se deben a deficiencia de hierro y que la solución de la mayoría de los problemas de anemia se logra con la suplementación de hierro, la carne ovina, y de otras especies animales, es la mejor opción. La disponibilidad del hierro en la carne es mayor que en los vegetales, por presentarse principalmente de forma soluble, dentro de las moléculas de mioglobina y hemoglobina (Tabla 30), facilitando su absorción directa y sin interferencias en intestino, en comparación con el 2 al 10% de disponibilidad en los alimentos de origen vegetal (Thompson, 2007).

Tabla 30. Concentración de hierro en la carne de distintos animales

Especie	Concentración (µg/g)		Reparto del hierro soluble (%)			
	Fe insoluble	Fe soluble	Ferritina	Hemoglobina	Mioglobina	Fe libre
Vacuno (lomo)	5,9	20,0	1,6	6,0	89,0	3,4
Cerdo (lomo)	3,0	3,6	8,4	22,2	64,0	5,4
Cordero (lomo)	5,9	12,3	7,3	13,0	74,0	5,7
Gallina (muslo)	4,7	3,4	26,6	55,7	12,1	5,8

Fuente: Belitz y Grosch, 1997

Además, la carne ovina es rica en zinc, cobre, vitamina B12 (Tabla 29), vitamina A y probablemente selenio. La esencialidad del zinc se descubrió cuando se presentaron signos de deficiencia de este elemento en cerdos cuya dieta se modificó para incluir pasta de soja en lugar de harina de pescado. En general, la carne ovina y de otros animales contiene entre 100 y 150 ppm de zinc, mientras que las fuentes de origen vegetal contienen entre 20 y 40 ppm de Zn, en base seca. Además, alrededor del 70% del fósforo en las fuentes de origen vegetal está en forma de fitatos que pueden formar complejos con zinc. Dado que los humanos no producen fitasas, los complejos fitato-zinc son indigestibles. Por otro lado, los aminoácidos contenidos en la carne facilitan la absorción del zinc, de tal forma que una dieta rica en proteína puede permitir que la absorción del zinc se duplique.

Las conclusiones de una conferencia internacional acerca del zinc en la salud pública (Hill *et al.*, 2000) fueron que cerca del 49% de la población mundial tiene riesgos de consumir cantidades insuficientes de zinc considerando el contenido de zinc de los alimentos incluidos normalmente en la dieta. Por ejemplo, en México, la deficiencia de zinc afecta 22 a 34% de los niños menores de 12 años y al 30% de las mujeres en edad reproductiva (Villalpando *et al.*, 2003). Esta situación se manifiesta en México porque la dieta de los mexicanos está basada en maíz y frijol, ingredientes con alto contenido de fitatos.

La deficiencia de zinc se manifiesta en retraso del crecimiento de los niños (Rivera y Sepúlveda, 2003). Otros problemas asociados a la deficiencia de zinc incluyen problemas de la piel, mayor incidencia de enfermedades debido a inmunidad limitada e hipogonadismo.

Tabla 31. Composición en vitaminas en 100 g de la porción comestible cruda

	Vacuno (Añojo)	Ovino (Ternasco)	% CDR
A µg	< 5	8,6	-
B1 mg	0,05	0,06	5,2
B2 mg	0,17-0,22	0,11	6,5
B3 mg	5-7	1,0-6,5	19,7
B5 mg		0,57	10,4
B6 mg		0,32	17,8
B12 mg		3,61	180
D µg	10	<5	-
E mg	0,9	0,5	4,2

* % CDR: Porcentaje de la Cantidad Diaria Recomendada de una ración de ternasco de 100 gramos; Recomendaciones de ingesta de nutrientes para la población española Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Departamento de Nutrición. Universidad Complutense de Madrid, 1994

Fuente: Lombardi-Boccia *et al.*, 2005; Van Heerden *et al.*, 20007; Williams *et al.*, 2002.

La carne ovina es muy rica en vitamina B12. Otro aspecto importante es que los ovinos sean suplementados con cobalto para permitir que los microorganismos del rumen sinteticen la vitamina en cantidades suficientes, y lograr concentraciones adecuadas en los tejidos animales que se destinan al consumo humano.

La Tabla 32 contiene información de los niveles máximos tolerables de algunos minerales. Esta información tiene la finalidad de establecer una norma acerca del contenido mineral máximo que pueden aportar los productos animales a la dieta.

Tabla 32. Consumos máximos tolerables de minerales en la dieta en humanos (NRC, 2005)

Elemento	Cantidad máxima tolerable
Boro	20 mg/d
Calcio	2500 mg/d
Cobre	10 mg/d
Flúor	10 mg/d
Yodo	1,1 mg/d
Hierro	45 mg/d
Magnesio	350 mg/d de suplementos
Manganeso	11 mg/d
Molibdeno	20 mg/d
Níquel	1.0 mg/d de sales solubles de níquel
Fósforo	4000 mg/d
Selenio	400 µg/d
Zinc	40 mg/d

7. CONCLUSIONES

La especie ovina produce, en opinión de los consumidores, un alimento de lujo altamente apreciado pero consumido en cantidades reducidas.

Es un producto que, bajo el punto de vista tisular y comparativamente con otras especies, posee un elevado contenido en grasa. Este contenido en grasa está especialmente influenciado por la edad-peso al sacrificio y sitúa a las canales del tipo ternasco en una situación intermedia entre los lechales (menos grasos) y los corderos semipesados (más grasos). El porcentaje total de grasa oscila entre el 12 y el 25 %, considerando todos los componentes grasos de la canal según su clasificación comercial por engrasamiento. Este porcentaje (media del 15-17%) se podría considerar como de tipo medio bajo comparativamente con otros tipos ovinos europeos.

La grasa tiene un reparto muy desigual según el trozo del despiece considerando, con variaciones de más de 20 puntos porcentuales entre unos trozos y otros, siendo la pierna y la espalda las fracciones menos grasas y los trozos de inferior categoría los que tienen cantidades de grasa más elevadas.

Igualmente, el contenido de grasa intramuscular (músculo largo dorsal), está muy influenciado por el peso al sacrificio y, en el caso del Ternasco de Aragón, es del orden del 2,0-2,5%, por lo que podría considerarse un producto "light" con un bajo contenido en grasa.

La grasa ovina, comparativamente con la grasa de cerdo y de vacuno, tiene una relación de ácidos grasos poliinsaturados/saturados intermedia y una baja relación ω -6/ ω -3. En cualquier caso, esta composición en ácidos grasos está íntimamente relacionada con la dieta, teniendo los animales procedentes de sistemas extensivos carne con grasa más saturada y más rica en ácidos grasos de la serie ω -3 y de su precursor, el ácido α -linolénico, al contrario de la carne de los sistemas intensivos y alimentación en base a grano, como es el caso del Ternasco de Aragón, que resulta más poliinsaturada y con un mayor porcentaje de ácidos grasos de la serie ω -6. El Ternasco de Aragón se ha situado en segundo lugar en cuanto al % de ácidos de esta serie, dentro de 22 tipos de corderos europeos.

En relación con el ácido linoleico conjugado (CLA), la carne de rumiante en general y la de ovino en particular, supone una buena alternativa como fuente natural de estos ácidos grasos. Además, la importancia relativa de estos ácidos grasos, en piernas de ternasco de Aragón, no se ve afectada por el proceso de cocinado.

Igualmente, como todas las carnes rojas, la carne ovina es un alimento rico en determinados minerales y otros oligoelementos, especialmente hierro, fósforo, zinc y vitaminas del tipo A y B12

Para finalizar, se podría concluir que la carne es un producto de una indudable calidad nutricional, no existiendo, ni entre alimentos, ni entre carnes, ni entre factores de variación de la calidad, ningún producto o sistema de producción ideal. Todos tienen sus ventajas e inconvenientes y, por ello, todos merecen estar en su justa medida entre los integrantes de una dieta racional y equilibrada. Igualmente, son necesarios estudios que analicen en profundidad la composición química del Ternasco de Aragón y la incidencia de su consumo sobre la salud del consumidor.

8. BIBLIOGRAFÍA

Alfonso, J. y Thompson, J.M. 1996. Changes in body composition of sheep selected for high and low backfat thickness, during periods of *ad libitum* and maintenance feeding. *Animal Science* **63**, 395-406.

Andrews, R.P. y Orskov, E.R. 1970. The nutrition of the early weaned lamb. II. The effect of dietary protein concentration, feeding levels and sex on body composition at two live weights. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* **75**, 19-26.

Arsenos, G., Zygojannis, D., Kufidis, D., Katsaounis, N. y Stamataris, C. 2000. The effect of breed slaughter weight and nutritional management on cholesterol content of lamb carcasses. *Small Ruminant Research* **36**, 275-283.

Aziz, N.N., Ball, R.O., Sharpe, P.H. y McCutcheon, B. 1993. Growth, carcass composition and meat quality of crossbred lambs at different slaughter weights. *39th Badham, J., M. B. Zimmermann and K. Kraemer (Eds.). 2007. The Guidebook Nutritional Anemia. Sight and Life Press, Basel, Switzerland. 52 p. International Congress of Meat Science and Technology, S2P02.WP.*

Bauman, D.E y Grinari, J.M. 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science* **70**, 15-29.

Belitz, H.D. y Grosch, W. 1997. Química de los alimentos, 2ª ed. Acribia. Zaragoza. 603-45 y 667-90

Belury, M.A. 1995. Conjugated dienoic linoleate: A polyunsaturated fatty acid with unique chemo protective properties. *Nutrition. Review* **53**, 83-89.

Boles, J.A. Kott, R. W., Hatfield P.G, Bergman J.W. y Flynn C.R. 2005. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid, of lamb. *Journal of Animal Science* **83**, 2175-2181.

Busboom, J.R., Miller, G.J., Field, R.A., Crouse, J.D., Riley, M.L., Nelms, G.E. y Ferrell, C.L. 1981. Characteristics of fat from heavy ram and wether lambs. *Journal of Animal Science* **52**, 83-92.

Campo, M.M., Sañudo, C., Sierra, I., Olleta, J.L., Horcada, A. y Domeque, O. 1995. Efecto del destete sobre la calidad de la grasa en el Ternasco de Aragón. *Actas XX Jornadas de la SEOC. Madrid.*

Chin, S.F., Liu, W. Storkson, J.M., Ha Y.L. y Pariza M.W. 1992. Dietary Soucers of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *Journal of Food Composition Analysis* **5**, 185-197.

Cifuni, G. F., Napolitano, F., Riviezzi, A. M., Braghieri, A. y Girolami, A. 2004. Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of meat from Podolian young bulls. *Meat Science* **67**, 289-297.

Colomer, F., Morand Fehr, P., Kirton, A.H., Delfa, R. y Sierra, I.1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. MAPA. Cuadernos INIA, **17**, 41 pp.

Cooper, S. L., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G., Hallett, K.G., Enser, M., y Wood, J.D. 2004. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and

adipose tissue in lambs. *Journal of Animal Science* **82**, 1461-1470.

Corino, C., Magni, S., Pastorelli, G., Ross, R. y Morout, J.. 2003. Effects of conjugated linoleic acid on meat quality, lipid metabolism and sensory characteristics of dry-cured hams from heavy pigs. *Journal of Animal Science* **81**, 2219- 2229.

Corl, B., Baumgard, L., Dwyer, D., Griinari, J. Phillips, B. y Baunman, D. 2001. The role of delta(9)-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA, *Journal of Nutrition and Biochemistry* **12**, 622-630.

Delfa, R. 1992. Clasificación de las canales ovinas en la CEE. El quinto cuarto. *Monografía-DGA*.117 pp.

Delfa, R. 1998. Informe de las actividades desarrolladas sobre la tipificación, clasificación y calidad de las canales ovinas. *Documento de trabajo 98/1*. Unidad de tecnología en Producción Animal. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la Diputación General de Aragón. 22 pp

Dhiman, T.R., Zaman, M.S., Olson, K.C., Bingham, H. R., Ure, A.L., Pariza, M.W., 2005. Influence of feeding soybean oil on conjugated linoleic acid content of beef. *Journal of Agriculture Food Chemistry* **53**, 684-689.

Doyle, J. J. y Spaulding, J. E. 1978. Toxic and essential trace elements in meat. *Journal of Animal Science* **47**,398-419

Dransfield, E., Nute, G.R., Hogg, B.W. y Walters, B.R. 1990. Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Animal Production* **50**, 291-299.

Ellis, M., Webster, G.M., Merrell, B.G. y Brown, I. 1997. The influence of terminal sire breed on carcass composition and eating quality of crossbred lambs. *Animal Science* **64**, 77-86.

Enser, M., Hallett, K., Hewitt, B., Fursey, G.A.J. y Wood, J.D.1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science* **42**, 443-456.

Field, R.A., Maiorano, G., McCormick, R.J., Riley, M.L., Russell, W.C., Williams, F.L. y Crouse, J.D. 1990. Effect of plane of nutrition and age on carcass maturity of sheep. *Journal of Animal Science* **68**, 1616-1623.

Fisher, A. V. y de Boer, H. 1994 The EEAP Standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures. *Livestock Production Science* **38**, 149-159.

Fisher, A.V., Enser, M., Richardson, R.I., Wood, J.D., Nute, G.R., Kurt, E., Sinclair, L.A., y Wilkinson, R.G. 2000. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. *Meat Science* **55**, 141-147

Flynn, M. A., Naumann, H. D., Nolph, G. B., Krause, G. y Eilersieck, M. 1985. The effect of meat consumption on serum lipids. *Food Technology* **39**, 58-64.

Fritsche, J. y Steinhart, H.. 1998. Analysis, occurrence and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers

- (CLA) a review. *F. Lipidis* **100**, 190 - 210.
- González, C., Keilty, H., Civit, D., Díaz, M., Lagomarsino, J. y Giaquinta, A. 2005. Composición tisular de la canal de corderos cruzas Corriedale x Texel. *Memorias de las Jornadas de Divulgación Técnico - Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias - UNR*. pp. 81-82.
- Greene, J. M. y Feldman, E. B. 1991. Physician's office guide to a lipid lowering diet. *Journal of the American College Nutrition* **10**, 443-452.
- Grundy, S. M. y Denke, S. A. 1990. Dietary influences on serum lipids. *Journal of Lipid Research* **31**, 1149-1172.
- Hill, R., Nilén, H., Hotz, C. y Brown, K. (Eds.). 2000. Zinc and human health: recent Scientific Advances and implications for public health programs. Consultado en www.zinc-health.org el 2 de Julio de 2002.
- Huerta, M. 2008. Minerales y calidad de la carne ovina. Simposium Internacional de Producción de carne ovina. Universidad de Chapingo- México. Policopiado-CD.
- Hornsey, H.C. 1956. The colour of cooked cured pork estimation of the nitric-oxide haem pigments. *Journal of Science, Food and Agriculture* **7**, 534-540.
- IOM (Institute of Medicine). 1997. Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. The National Academies Press, Washington, DC. 448 p.
- IOM. 1998. Dietary Reference Intakes: Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. The National Academies Press, Washington, DC. 592 p.
- IOM. 2000. Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. The National Academies Press, Washington, DC. 529 p.
- IOM. 2001. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. The National Academies Press, Washington, DC. 800 p.
- IOM. 2004. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. The National Academies Press, Washington, DC. 640 p.
- IOM. 2005. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). The National Academies Press, Washington, DC. 1357 p.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. y Cofrades, S. 2001. Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Science* **59**, 5-13.
- Katan, M. B., Zock, P. L. y Mensink, R. P. 1994. Effect of fats and fatty acids on blood lipids in humans: An overview. *American Journal of Clinical Nutrition* **60**(Supp. 6), 1017S-1022S.
- Kritchevsky, D. 2000. Antimutagenic and some other effects of conjugated linoleic acid, *British Journal of Nutrition* **83**, 459-465.
- Lawrie, R. A. 1968. *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia, Zaragoza.

Larvor, P. 1983. Minerals. In: P. M. Riis (Ed.). *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. p. 281-18. Elsevier Science Publishers, The Netherlands.

Lombardi-Boccia, G., Lanzi, S. y Aguzzi, A. 2005. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked eats. *Journal of Food Composition and Analysis* **18**: 39-46

McGuire, M.A. y McGuire, M.K. 2000. Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. *Proceedings of the Society of Animal Science*.

Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Panea, B., Medel, I., Delfa, R., Sierra, I., Beltrán, J.A., Cepero y Olleta, J.L. 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. *Meat Science* **69**, 325-333.

Mersmann, H.J. 2002. Mechanics for conjugated linoleic acid-mediated reduction in fat deposition. *Journal of Animal Science* **80**, E126-E134.

Milner, J.A. 1999. Functional foods and health promotion. *Journal of Nutrition* **129**, 1395S - 1397S

Mir, M.L., Peterson, L. J. y Weselake, R.J. 2002. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb. *Small Ruminant Research* **36**, 25-31.

Moritz, A. 1995. Cholesterin- und Purinergehalte von Wildfleisch. Vergleich zum Fleisch schlachtbarer Haustiere. *Fleischwirtschaft* **75**, 814-818.

Mottram, D. S. y Edwards, R. A. 1983. The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **34**, 517-522.

Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E., Hugo, A. y Raats, J.G. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry* **112**, 279-289.

NRC. 2005. Mineral Tolerance of Animals. The National Academies Press, Washington, D. C. 510 p.

Nute, G.R., Richardson, R.I., Wood, J.D., Hughes, S.I., Wilkinson, R.G., Cooper, S.L. y Sinclair, L.A. 2007. Effect of dietary oil source on the flavour and the colour and lipid stability of lamb meat. *Meat Science* **77**, 547-555.

Polak, T., Rajar, A., Gašperlin, L. y Zlender, B. 2008. Cholesterol concentration and fatty acid profile of red deer (*Cervus elaphus*) meat. *Meat Science* **80**, 864-869

Pollot, G.E., Guy, D.R. y Croston, D. 1994. Genetic parameters of lamb carcass characteristics at three end-points: fat level, age and weight. *Animal Production* **58**, 65-75.

Raes, K., Balcaen, A., Dirinck, P., De Winne, A., Claeys, E., Demeyer, D. y De Smet, S. 2003. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. *Meat Science* **65**, 1237-1246

Realini, C.E., Duckett, S.K., Brito, G.W., Dalla Rizza, M. y De Mattos, D. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science* **66**, 567-577.

Rivera, J. A. y Sepúlveda J. 2003. Conclusions from the Mexican National Survey 1999: translating results into nutrition policy. *Salud Pública de México* **45** (Suplemento 4):S565- S575.

Rousset-Akrim, S., Young, O.A. y Berdagué, J.L. 1997. Diet effects and growth effects in panel assessment of sheep meat odour and flavour. *Meat Science* **45**, 169-181.

Rowe, A., Macedo, F. A. F., Visentainer, J. V., Souza, N. E. y Matsushita, M. 1999. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science* **51**, 283-288.

Rule, D. C., Macneil, M. D. y Short, R. E. 1997. Influence of sire growth potential, time on feed, and growing-finishing strategy on cholesterol and fatty acids of ground carcass and Longissimus muscle of beef steers. *Journal of Animal Science* **75**, 1525-1533.

Rule, D.C., Broughton, K.S., Sellito, S.M. y Maiorano, G. 2002. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentration of bison, beef, cattle, elk, and chicken. *Journal of Animal Science* **80**, 1202-1211.

Salvatori, G., Pantaleo, L., Di Cesare, C., Maiorano, G., Filetti, F. y Oriani, G. 2004. Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbred lambs. *Meat Science* **67**, 45-55.

Salvatori, G., Filetti, F., Di Cesare, C., Maiorano, G., Pilla, F. y Oriani, G. 2008. Lipid composition of meat and backfat from Casertana purebred and crossbred pigs reared outdoors. *Meat Science* **80**, 623-631.

Sañudo, C. 1980. Calidad de la canal y de la carne en el Ternasco de Aragón. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.

Sañudo, C., Campo, M.M., Sierra, I., María, G.A., Olleta, J.L. y Santolaria, P. 1997. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science* **46**(4), 357-365.

Sañudo, C., Enser, E., Campo, M. M., Nute, G. R., María, G., Sierra, I. y Wood, J. D. 2000. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science* **54**, 339-346.

Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R. y Bee, G. 2006. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Science* **73**, 29-41.

Shantha, N.C., Crum, A.D. y Decker, E.A. 1994. Evaluation on conjugated linoleic acid concentrations in cooked beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **42**, 1757-1760.

Teixeira, A., Delfa, R. y Treacher, T. 1996. Carcass composition and body fat depots of Galego Bragançano and crossbred lambs by Suffolk and Merino precocious sire breeds. *Animal Science* **63**, 389-394.

Thompson, B. 2007. Food-based approaches for combating iron deficiency anemia. In: J. Badham, M. B. Zimmermann and K. Kraemer (Eds.). *The Guidebook Nutritional Anemia*. p. 43-45. Sight and Life Press, Basel, Switzerland.

Thurnham, D. y Northrop-Clewes, C. 2007. Infection and the ethiology of anemia. In: J. Badham, M. B. Zimmermann and K. Kraemer (Eds.). *The Guidebook Nutritional Anemia*. p. 31-33. Sight and Life Press, Basel, Switzerland

Van Heerden, S.M, Schönfeldt, H.C, Kruger, R, y Smit M.F. 2007. The nutrient composition of South African lamb (A2 grade). *Journal of Food Composition Analysis* **20**, 671-680.

Villalpando, S., García-Guerra, A., I. Ramírez Silva, C., Mejía-Rodríguez, F., Matute, G., Shamah-Levy, T. y Rivera, J.A. 2003. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age. A probabilistic national survey. *Salud Pública de México* **45** (Suplemento 4):S520-S529.

Williams, P., Droulez, V., Levy, G. y Stobaus, T. 2002. Composition of Australian red meat 2002. 3. Nutrient profile. *Food Australian* **59**, 331-341

Wood, J.D., MacFie, H.J.H., Pomeroy, R.W. y Twinn, D.J. 1980. Carcass composition in four sheep breeds: the importance of type of breed and stage of maturity. *Animal Production* **30**, 135-152.

Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. y Enser, M. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* **66**, 21-32.

Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. y Whittington, F.M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* **78**, 343-358.

Zygoiannis, D., Stamataris, K., Kouimtzis, S. y Doney, J.M. 1990. Carcass composition in lambs of Greek dairy breeds of sheep. *Animal Production* **50**, 261-269.