

# COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN LA CARNE DE CORDEROS. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## FATTY ACID COMPOSITION IN LAMB MEAT. BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Stazionati, M.F\*<sup>1</sup> y Murcia, V. N<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Agropecuaria INTA Anguil "Guillermo Covas"

\*Correspondencia: stazionati.micaela@inta.gob.ar

### Resumen

Se realizó una revisión bibliográfica sobre la composición de ácidos grasos de músculos de corderos. La gran mayoría de los trabajos encontrados realizan comparación entre dietas o alimentos ofrecidos. Se hizo especial hincapié en la composición de los ácidos grasos (AG) de musculo y no teniendo en cuenta una dieta específica. Ya que nuestra intención era poder comparar la composición de ácidos grasos en el musculo longissimus entre biotipos, Pampinta puros versus su cruza con Hampshire Down. No se encontraron diferencias significativas influenciadas por el genotipo de las razas sobre el perfil de AG de la carne.

**Palabras claves:** ovinos, ácidos grasos, Pampinta, H. Down

### Abstract

A bibliographic review was carried out on the fatty acid composition of lamb muscles. The vast majority of the works found make a comparison between diets or foods offered. Special emphasis was placed on the composition of muscle fatty acids and not taking into account a specific diet. Since our intention was to be able to compare the fatty acid composition in the longissimus muscle between biotypes, pure Pampinta versus its cross with Hampshire Down. No significant differences were found influenced by the genotype of the breeds on the GA profile of the meat.

**Keywords:** sheep, fatty acid, Pampinta, H. Down

### Introducción

Las grasas son constituyentes importantes de la dieta, no solo como fuente de energía, sino también por el contenido de ácidos grasos esenciales se encuentran asociados a las grasas de los alimentos, considerando que algunos ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico (18:2), linolénico (18:3) y araquidónico (20:4) no pueden ser sintetizados por los animales superiores como el humano. La evidencia científica actual marca que la ingesta de ácidos grasos puede afectar la tendencia trombótica, el ritmo cardiaco, la función endotelial, la inflamación sistémica, la sensibilidad a la insulina y el estrés oxidativo (Díaz Chiron, 2018).

La calidad de la carne de cordero es de gran interés para los productores, consumidores y científicos, debido al impacto que tiene en la dieta humana. Caracterizar el perfil de ácidos grasos (AG) en la carne de cordero producida en la región Pampeana sería parte de la caracterización que se busca del producto, dado que muchos consumidores están preocupados por saber qué tipo de carne consumen, razón por la cual diversas investigaciones han estudiado los factores que provocan una variación en la presencia y concentración de diferentes AG, factores entre los que se encuentra la edad, raza, sexo y tipo de dieta (Banskalieva, et al., 2000; Sauvant et al., 1979; Beriain et al., 2000; Sauvant et al., 1979; Beriain et al., 2000; Crouse et al., 1981; Arana et al., 1994; Costa et al., 2009; Horcada et al., 1994; Ponnampalam et al., 2009; Howe et al., 2005; Nürnberg et al., 1998; Jerónimo et al., 2009; Vasta et al., 2009). Además de la dieta, el efecto de la raza puede ser importante. Hay evidencia anecdótica, pero escasa, científica que la carne de corderos de ciertas razas criadas en dietas particulares (es decir, "sistemas") tienen sabores únicos o característicos (García, 2004).

Una hipótesis para apoyar las diferencias en el gusto es que son, en gran parte, el resultado de la variación en la grasa composición ácida que, a su vez, varía según la raza y alimento utilizado.

## Cuerpo

Los rumiantes depositan preferentemente PUFA en fosfolípidos (Enser et al., 1998) por lo que las razas muy magras podrían tener proporciones relativamente altas de PUFA en comparación con los corderos más gordos en los que el efecto fosfolípido se diluye con niveles más altos de lípidos de almacenamiento neutros (grasa veteadada). Las proporciones relativas de diferentes ácidos grasos afecta el perfil de sabor de la carne (Almela et al., 2009).

La grasa es el componente más variable y su composición de ácidos grasos depende del corte que se consume y el grado de gordura del animal. Aunque en términos generales, la carne de ovino presenta muy poca grasa intramuscular (marbling o marmoleo), ya que la mayor parte de la grasa del cordero se encuentra en el exterior, lo que facilita su eliminación previa al consumo (Costa et al., 2006; Scerra et al., 2007; Scerra et al., 2011). Se ha observado que cerca del 36% de la grasa total en los ovinos es saturada, y el resto es mono o poliinsaturada; menos de la mitad de los ácidos grasos son saturados principalmente esteárico (C18), palmítico (C16) y mirístico (C14), relacionados los últimos dos con los niveles de colesterol (Tshabalala et al., 2003). La grasa que va junto a la carne de ovino, ya sea superficial o intramuscular, presenta un contenido considerable de ácidos grasos insaturados (benéficos). El ácido graso oleico (C18:1), es el ácido graso monoinsaturado (AGMI) en mayor proporción y con impacto benéfico en la salud humana. (AGM) (Vasta et al., 2007; Vasta et al., 2008) además existen importantes contribuciones de grasas esenciales poliinsaturadas (AGPI) como las que proporciona el linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) y araquidónico (C20:4) (Velasco et al., 2001; Bordenave y Solanet, 2004). También existen otros poliinsaturados en pequeñas concentraciones pero de efectos muy benéficos para la salud como lo son los ácidos grasos omega 3 (ácido eicosapentanoico (EPA), el docosahexanoico (DHA) y el ácido linolénico conjugado (CLA), su síntesis solo se realiza en los rumiantes, siendo los ovinos lo que presentan las más altas concentraciones.

El contenido de CLA en productos cárnicos a partir de carne de rumiantes, los trans 11 CLA totales que contiene, es de alrededor de 0,46% respecto al contenido de grasa dentro de un rango que va de 0,12 a 1,20 % y con un 73 % de cis 9 CLA, (Ulberth & Buchgraber, 2000; Tshabalala et al., 2003; Wood et al., 2008; Serra et al., 2009; Scerra et al., 2011). La importancia de estos ácidos grasos radica en sus efectos como protectores de enfermedades cardiovasculares y propiedades anticancerígenas, necesarios para desarrollar funciones vitales en el hombre ya que estos no pueden ser sintetizados por el propio organismo, tal como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, deben ser aportados con la dieta (Santos-Silva, 2002).

Los productos de rumiantes son una fuente importante de ácidos grasos trans (AGT) que incluyen la mayoría de los ácidos linoleicos conjugados (CLA), que contienen al menos un doble enlace trans (Kramer et al., 1999; Aldai et al., 2013; Bessa et al., 2015)

Encuestas recientes de productos de rumiantes que utilizan metodologías apropiadas muestran claramente cantidades sustanciales de isómeros indeseables de TFA y CLA en la carne de res (Leheska et al., 2008; Aldai et al., 2009a; Aldai et al., 2009b) y productos lácteos (Mendis, et al., 2008). Sin embargo, hasta la fecha, no se han reportado encuestas similares para productos ovinos. La cual debería tomarse como una ventaja.

Según la revisión de Wood et al. (2008) de la composición de los AG y el contenido total de ellos en el tejido adiposo subcutáneo y en el músculo longissimus en tres especies animales, bovino, ovino, y cerdo Las concentraciones de AG totales en el músculo fueron más altas que en otros estudios utilizando la parte central del mismo. El núcleo del longissimus contiene 1% de lípidos totales en los cerdos. El tejido adiposo tiene un contenido de AG mucho más alto que el músculo. Estos también tienen proporciones mucho más altas del AG poliinsaturado (AGPI) ácido linoleico (18:2 n6) en ambos tejidos más que en vacas y ovejas. El ácido linoleico se deriva completamente de la dieta. Pasa a través del estómago del cerdo sin cambios y luego se absorbe en el torrente sanguíneo en el intestino delgado y desde allí se incorpora a los tejidos. En los rumiantes, el ácido graso, que se encuentra en niveles elevados en los piensos concentrados (cereales y semillas oleaginosas), se degrada en ácidos grasos monoinsaturados y saturados en el rumen por biohidrogena-

ción microbiana y solo una pequeña proporción, alrededor del 10% de la dieta 18: 2n 6, está disponible para su incorporación a los lípidos tisulares. Tanto en ovejas como en ganado vacuno, el ácido graso se encuentra en niveles más altos en el músculo que en el tejido adiposo. El segundo AGPI más importante es el ácido  $\alpha$ -linolénico (18: 3n 3), que está presente en muchos ingredientes de piensos concentrados, pero en niveles inferiores a 18: 2n 6. En los cerdos, la proporción es mayor en el tejido adiposo que en el músculo. Este es uno de los principales ácidos grasos de la dieta de los rumiantes, ya que constituye más del 50% de los ácidos grasos totales en el pasto y los productos derivados del pasto. Nuevamente, una alta proporción se biohidrogena a ácidos grasos saturados en el rumen. Según Wachira et al. (2002) confirman los de otros estudios que muestran que los rumiantes tienen proporciones más altas de los dos AGPI principales en el músculo que en el tejido adiposo, mientras que lo contrario es cierto para los cerdos.

Como ya se dijo hay un efecto genético sobre la composición de AG, según Wood et al. (2008) las razas o tipos genéticos con baja concentración de lípidos en musculo tendrán mayores proporciones de AGPI. Así fue demostrado por Fisher et al. (2000), donde las ovejas Welsh Mountain y Soay se criaron con dietas de pasto y se sacrificaron con el mismo peso corporal. La raza Soay tenía canales mucho más delgadas y menos lípidos en el músculo. Tenían proporciones más bajas de 18: 1cis 9 y proporciones más altas de todos los AGPI en el músculo semimembranoso. Costa et al. (2006) demostraron que el genotipo y la dieta influyen sobre los AG en ovejas de raza Morada Nova, Santa Inés y cruza Dorper. Ponnampalam et al. (2009) encontraron evidencia que a medida que aumentaban el nivel genético de Merino la proporción de AGPI y AGS disminuía linealmente.

En cuanto a la comparación de razas según sean para la producción de carne o leche también existen diferencias, sobre todo en la distribución de grasa corporal, teniendo las lecheras más grasas interna y menos externa (subcutánea) (Truscott et al., 1983).

Sañudo et al. (2000), demostraron que el sistema de producción es más importante que la raza para determinar el perfil de AG. Ellos compararon corderos británicos alimentados a pasto con corderos españoles alimentados a concentrados. Los británicos tuvieron mayor porcentaje de C18:0, C18:3 n3 y poliinsaturados n3 de cadena larga y porcentajes más bajos de C18:2 n6 y poliinsaturados de cadena larga n6AG que los españoles. La cantidad de AG en musculo (mg/ 100g) fue diferente los corderos británicos tenían más grasa total. En los paneles gustativos, el olor y la intensidad de sabor se correlaciono positivamente con C18:0 y C18:3 y negativamente con C18:2. El panel dio puntuación más alta al cordero británico alimentado a pasto y mayor nivel de C18:3; y puntuación más baja a los alimentados con concentrados con mayor nivel de C18:2.

Por otro lado, Santos Silva et al. (2002) demostraron que el genotipo y el sistema de alimentación no afectan al total de AG. La composición de AG fue independiente del genotipo al contrario de lo observado con el sistema de alimentación y el peso al sacrificio. El C18:0 y C20:4 n 6 fueron los únicos que no fueron afectados por el sistema de alimentación. La proporción de CLA aumento con el peso al sacrificio, pero solo para aquellos criados a pasto.

En Argentina es muy escaso el trabajo científico referido a composición de AG en la carne de corderos, y especialmente en Pampinta nunca se ha realizado. Tampoco se han comparado sistemas de alimentación o de cruzamientos. Estudios previos indican que los cruzamientos de las razas ovinas locales con razas especializadas en producción de carne permitirían incrementar el peso de la carcasa y mejorar la terminación de los corderos (Álvarez et al., 2010). Por otro lado, Alvarez et al., (2013) evaluó el efecto de la influencia del genotipo sobre el perfil de AG de la carne en cruzamientos de ovejas Corriedale inseminadas con Border Leicester, Corriedale, Ile de France, Texel y sintéticas (CR3) no obteniendo diferencias significativas entre genotipos para el perfil en el longissimus thorassi.

Teniendo en cuenta lo referido, se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria de Anguil de provincia de La Pampa un trabajo experimental de cruza terminales sobre madres Pampinta cruzadas con padres Hampshire Down (HD); en sus crías, Pampinta puras y cruza Pampinta x HD, se determinó el perfil de AG en el músculo longissimus thorasis. No hubo diferencias significativas en el perfil de AG entre los biotipos ( $p > 0,05$ ) Tabla 1. Hubo diferencias pero no significativas en el contenido de isómero conjugados del ácido linoleico (CLA), siendo mayor para los animales cruza. Los AG mayoritarios han sido el C18:1, en primer lugar,

seguido del C16y por último C18, al igual que lo demostrado por Zigoyiannis et al. (1985) en corderos lactantes de varias razas y también demostrado por Tshabalala et al., (2003) en ovejas de la raza Dorper y Damara. En cuanto al impacto en la salud humana de estos ácidos grasos mayoritarios hay que destacar que el C18:1, es beneficioso para la salud ya que disminuye la lipemia, disminuyendo tanto las lipoproteínas LDL, como los triglicéridos (Grundy, 1986). El C16, no es un ácido graso deseable, ya que aumenta el nivel de lípidos en sangre, incrementando además el colesterol sérico total (Grundy, 1986). El C18 pese a ser un ácido graso saturado, no es perjudicial ya que no incrementa los niveles de LDL porque pasa fácilmente a C18:1, mientras que el C14 es un ácido graso peligroso para la salud humana ya que aumenta los niveles de lípidos en sangre (Grundy, 1986). Díaz Chiron (2018) en cambio, encontró en corderos lechales Manchegos, estos mismos AG mayoritarios pero en diferente orden. Los valores para los AGS, AGMI, AGPI, fueron similares a lo de la bibliografía (Alvarez et al., 2010; 2013; Gonzalez et al., 2010; Yousefi et al., 2012; Scerra et al., 2007). Los porcentajes de C16:0, C18:0, C18:1 cis 9 y C18:2 n-6 no se diferenciaron ( $P>0,10$ ). Por otro lado, los dos biotipos presentan valores adecuados según las recomendaciones alimentarias de la OMS/FAO para el consumo de AG en función de la energía total que se sugiere consumir.

Trabajando con un bajo número de animales, los valores obtenidos, sin embargo, estuvieron dentro de los reportados para otras razas de ovejas.

Se cabe mencionar que no se comparó ningún sistema de alimentación diferencial solo se quería comparar el efecto del cruzamiento entre estas dos razas. Los valores estuvieron cercanos a los mínimos de los rangos reportados en otras razas, posiblemente por las diferencias de manejo que existen. Es difícil comparar resultados en cuanto a la composición de AG, ya que las condiciones de los sistemas no son necesariamente idénticas.

Si nos referimos a dieta, en nuestro ensayo, los corderos fueron destetados cuando triplicaron su peso de nacimiento, con un peso promedio de 20,16 (4,22) kg de peso vivo (PV), un promedio de edad de 39-41 días y una condición corporal promedio de 2,5, ingresando a engorde a corral durante 84 días. Sin diferencia en tratamientos. Se impuso una dieta basada en rollo de alfalfa (Medicago sativa), alimento balanceado proteico comercial (16 %PB) y grano de maíz entero en la última etapa (Tabla 2 y 3). Llevándose a un peso de faena de 37,3 (1,76) kg en los animales cruza y 35 (1,81) los animales puros.

## Conclusión

Algunas investigaciones han contribuido a la comprensión de las propiedades de los AG en la carne de cordero. Sin embargo, las propiedades tecnológicas de muchas razas no se han estudiado.

Se puede señalar que este cruzamiento de la raza Pampinta con Hampshire Down mantiene las características favorables de la carne de cordero.

Este cruzamiento indica que tanto los puros como la cruza presentan valores de AG favorables para la salud humana. Permitirían incrementar la producción de carne ovina manteniendo las características favorables de la carne.

**\*Tabla 1:** Perfil de ácidos grasos del musculo longissimus thorasi según biotipo (promedios y desvíos estándar).

Ácido graso (%)	Raza	
	Pampinta	Cruza P x HD
C14:0	2,89 ± 0,43	2,44 ± 0,45
C16:0	21,09 ± 2,62	19,60 ± 2,74
C16:1	1,06 ± 0,16	0,82 ± 0,17
C18:0	16,02 ± 1,94	16,97 ± 2,03
C18:1 c9	30,23 ± 2,50	23,36 ± 2,61
C18:1e11	0,77 ± 0,14	0,70 ± 0,15
C18:2n6	5,73 ± 1,10	6,47 ± 1,14
C18:3n3	2,13 ± 0,65	1,22 ± 0,68
CLA	0,68 ± 0,55	1,59 ± 0,58
C20:4	6,05 ± 2,69	3,95 ± 2,81
C20:5	1,93 ± 1,32	3,05 ± 1,38
C22:5	2,62 ± 1,74	4,01 ± 1,82
C22:6	0,32 ± 0,39	1,21 ± 0,41
AGS	39,41 ± 0,45	40,36 ± 0,47
AGMI	46,48 ± 0,81	46,06 ± 0,85
AGPI	13,91 ± 0,7	13,58 ± 0,76
n3	1,07 ± 0,11	0,87 ± 0,11
n6	12,83 ± 0,70	12,71 ± 0,73
n6/n3	13,04 ± 0,99	15,38 ± 1,04

Ác. Mirístico (C14:0), ác. Palmítico (C16:0), ác. Palmitoleico (C16:1), ác. Esteárico (C18:0), ác. Oleico (C18:1c9 y C18:1e11), ác. Linoleico (C18:2n6), ác.  $\alpha$  linoléico (C18:3n3), ác. Araquidónico (20:4), ác. Eicosapentaenoico (20:5), ác. Decosapentaenoico (22:5), ác. Docosahexaenoico (22:6), ác. Grasos saturados (AGS), ác. Grasos monoinsaturados (AGMI), ác. Grasos poliinsaturados (AGPI), ác. Grasos omega 6 (n6), ác. Grasos omega 3 (n3), isómeros conjugados del ácido linoleico (CLA).

**\*Tabla 2:** Características de las dietas suministradas, expresadas como gramos por animal y por día

Fuente	Componente	Dieta 1 adaptación			Dieta 2	Dieta 3
		Día 1 a 21			Día 22 a 38	Día 39 al 84
Proteica	poroto de soja SD*	20	50	100	140	140
	balanceado proteico	100	250	500	700	700
Fibras	rollo alfalfa	80	150	400	560	560
Energética	grano de maíz	-	-	-	-	100

**\*Tabla 3:** Valor nutritivo de los alimentos.

Alimento	%PB	% Fibra (FDN)	%DIG.	Mcal EM
Rollo de alfalfa	15,9 ± 3,2	63,7 ± 6,3	54,9 ± 4,9	1,98 ± 0,20
Alimento proteico	17,93 ± 2,6	25,45 ± 5,04	81,95 ± 0,05	2,97 ± 0,03
Grano de maíz	8,8 ± 1,5	12,7 ± 4,3	86,4 ± 0,9	3,12 ± 0,03

Análisis NIRS (FOSS NIR Systems 6500)

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aldai, N., de Renobales, M., Barron, L. J. R., & Kramer, J. K. G. (2013). What are the trans fatty acids issues in foods after discontinuation of industrially produced trans fats? Ruminant products, vegetable oils, and synthetic supplements. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115, 1378–1401.
- Aldai, N., Dugan, M. E. R., Rolland, D. C., & Kramer, J. K. G. (2009a). Survey of the fatty acid composition of Canadian beef: Backfat and longissimus lumborum muscle. *Canadian Journal of Animal Science*, 89, 315–329.
- Aldai, N., Kramer, J. K. G., & Dugan, M. E. R. (2009b). Fatty acid composition of North American beef: Backfat. 55th international congress of meat science and technology, parallel session 9: Meat and nutrition (PE9.39) (Copenhagen, Denmark).
- Almelaa, E., Jordánb, M. J., Martínezb, C., Sotomayorb, J. A., Bediaa, M., & Bañóna, S. (2009). El flavor de la carne cocinada de cordero. *EUROCARNE*, (178), 1.
- Alvarez, J.M., Mayo, A., Garcia Vinent, J.C., Giorgetti, H., Rodriguez, G., & Roa, M. (2013). Influencia del genotipo sobre el perfil de ácidos grasos de la carne de corderos. *Avances en calidad de carne de ovinos, caprinos, porcinos y aves. Avances en bienestar animal. Publicación técnica N°93: 14-16.*
- Álvarez, J.M.; García Vinent, J.C.; Giorgetti, H.; Rodríguez Iglesias, R.M., & Baselga, M. 2010. Introduction of sheep meat breeds in extensive systems of Patagonia: Lamb growth and survival. *J. Anim. Sci.* 88: 1256-1266.
- Arana A., Mendizabal J.A., Lizaso G., Horcada A., Soret B., & Purroy A. (1994) Efecto del sexo sobre el tamaño y número de adipocitos en corderos de razas Lacha y Rasa Aragonesa. *Producción ovina y caprina: XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia* : 667-670.
- Banskalieva V V, Sahlu T, Goetsch AL. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. *Small Rumin Res.* 2000 Aug 1; 37 (3):255-268.DOI: 10.1016/s0921-4488(00)00128-0
- Beriáin M. J., Horcada A., Purroy A., Lizaso G., Chasco J., Mendizabal J. A. (2000) Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa lambs slaughtered at three live weights. *Journal of Animal Science* vol. 78: 3070-3077.
- Bessa, R. J. B., Alves, S. P., & Santos-Silva, J. (2015). Constraints and potentials for the nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117, 1325–1344.
- Bordenave, L.F. y C.F. Solanet. 2004. Carne ovina de calidad, el porqué de una marca. *Rev. IDIA XXI -Ovinos Año IV, N° 7: 173-175.*
- Costa P., Roseiro, L.C., Partidário, A., Alves, V., Bessa, R.J.B., Calkins, C.R., & Santos, C. (2006). Influence of slaughter season and sex on fatty acid composition, cholesterol and  $\alpha$ -tocopherol contents on different muscles of Barrosa-PDO veal. *Meat Science* 72: 130-139.
- Costa R.G., Malveira A.S., Azevedo P.S., Ramos do Egipto R.C., Madruga M.S., & Filho J.T.A. (2009) Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. *Revista Brasileira de Zootecnia* vol. 38, 3: 532-538.
- Crouse J.D., Busboom J.R., Field R.A., & Ferrell C.L. (1981). The Effects of Breed, Diet, Sex, Location and Slaughter Weight on Lamb Growth, Carcass Composition and Meat Flavor. *The Journal of Animal Science* vol. 53, 2: 376-386.
- Díaz Díaz-Chirón, M. T. (2018). Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos: correlaciones y ecuaciones de predicción. *Ene*, 9, 02.
- Enser, M., Hallett, K., Hewelt, B., Fursey, G.A., Wood, J.D., & Harrington, G. (1998) Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.*, 43, 329-341.
- Fisher, A. V., Enser, M., Richardson, R. I., Wood, J. D., Nute, G. R., & Kurt, E., (2000). Fatty acid com-

- position and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. *Meat Science*, 55, 141–147.
- García, P. (2004). Características de la carne del cordero Patagónico. *Revista IDIA XXI. Ovinos*, 7, 176-179.
- González, C., Civit, D., & Díaz, M. (2010). Composición de ácidos grasos de corderos lechales y medianos de la raza Corriedale. *Rev. Vet. Arg. Vol XXVII N°267*.
- Grundy, S.M. (1986) Comparison of monounsaturated fatty acids in carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New. Eng. J. Med.*, 314, 745-748.
- Horcada, A., Beriain, M.J., Lizaso, G., Chasco, J., Gorraiz, C., Mendizábal, J.A., Soret, B., Mendizábal, F.J., & Purroy, A. (1994) Efecto del genotipo (Latxa y Rasa Aragonesa) sobre la calidad de la carne. XIX Jornadas Científicas de la SEOC: 44-49.
- Howe, P., Meyer, B., Record, S., & Baghurst, K. (2005) Dietary intake of long-chain  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition* vol. 22, 1: 1-7.
- Jerónimo, E., Alves, S.P., Prates, J.A.M., Santos-Silva, J., & Bessa, R.J.B. (2009) Effect of dietary replacement of sunflower oil with linseed oil on intramuscular fatty acids of lamb meat. *Meat Science* vol. 83, 3: 499-505.
- Kramer, J. K. G., Sehat, N., Fritsche, J., Mossoba, M. M., Eulitz, K., Yurawecz, M. P., & Ku, Y. (1999). Separation of conjugated linoleic acid isomers. In M. P. Yurawecz, M. M. Mossoba, J. K. G. Kramer, M. W. Pariza, & G. J. Nelson (Eds.), *Advances in conjugated linoleic acid research*, volume 1. (pp. 83–109). Champaign, IL: AOCS Press.
- Leheska, J. M., Thompson, L. D., Howe, J. C., Hentges, E., Boyce, J., Brooks, J. C., Shriver, B., Hoover, L. & Miller, M. F. (2008). Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef. *Journal of animal science*, 86(12), 3575-3585.
- Mendis, S., Cruz-Hernandez, C., & Ratnayake, W. M. N. (2008). Fatty acid profile of Canadian dairy products with special attention to the trans-octadecenoic acid and conjugated linoleic acid isomers. *Journal of AOAC International*, 91, 811–819.
- Nürnberg, K., Wegner, J., & Ender, K. (1998) Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science* vol. 65, 2: 145-156.
- Ponnampalam E.N., Hopkins D.L., Butler K.L., Dunshea F.R., Sinclair A.J., & Warner R.D. (2009). Polyunsaturated fats in meat from Merino, first- and secondcross sheep slaughtered as yearlings. *Meat Science* vol. 83, 2: 314-319.
- Santos Silva, J.; Bessa, R.J.B.; & Santos Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. *Livest. Prod. Sci.* 77: 187-194.
- Sañudo, C., Enser, M. E., Campo, M. M., Nute, G. R., Maria, G., Sierra, I., & Wood, J. D. (2000). Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat science*, 54(4), 339-346.
- Sauvant, D., Bas P., & Morand-Pehr, P. (1979) Production de Chevreaux lourds: IIIInfluence du niveau d'ingestion de lait et du sevrage sur les performances et la composition du tissu adipeux. *Annual Zootechnie* vol. 28, 1: 73-92.
- Scerra, M., Caparra, P., Foti, F., Cilione, C., Zappia, G., Motta, C., Scerra, V. (2011). Intramuscular fatty acid composition of lambs fed diets containing alternative protein sources. *Meat Science* 87: 229-233.
- Scerra, M., Caparra, P., Foti, F., Galofaro, V., Sinatra, M.C., Scerra, V. (2007). Influence of ewe feeding systems on fatty acid composition of suckling lambs. *Meat Science* 76: 390-394.
- Serra, A., Mele, M., Comba, F.L., Conte, G., Buccioni, A., & Secchiari, P. (2009). Conjugated linoleic Acid (CLA) content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science* 81: 396-404.
- Truscott, T. G., Wood, J. D., & MacFie, H. J. H. (1983). Fat deposition in Hereford and Friesian steers. 1. Body composition and partitioning of fat between depots. *Journal of Agricultural Science*, 100, 257–270.

- Tshabalala, P. A., Strydom, P. E., Webb, E. C., & De Kock, H. L. (2003). Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. *Meat Science*, 65(1), 563-570.
- Ulberth, F., & Buchgraber, M. (2000). Authenticity of fats and oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 687-694.
- Vasta, V., Nuddab, A., Cannas, A., Lanza, M., & Priolo, A. (2008). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 147: 223-246.
- Vasta, V., Pennisi, P., Lanza, M., Barbagallo, D., Bella, M., & Priolo, A. (2007). Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Science* 76: 739-745.
- Vasta V., Priolo A., Scerra M., Hallett K.G., Wood J.D., Doran O. (2009)  $\Delta 9$  desaturase protein expression and fatty acid composition of longissimus dorsi muscle in lambs fed green herbage or concentrate with or without added tannins. *Meat Science* vol. 82, 3: 357-364.
- Velasco S., Cañeque, V., Pérez, C., Lauzurica, S., Díaz, M.T., Huidobro, F., & González, J. (2001). Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. *Meat Science* 59: 325-333.
- Wachira, A.M., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., Enser, M., Wood, J. D., & Fisher, A. V. (2002). Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n 3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheepmeat and adipose tissue. *British Journal of Nutrition*, 88, 697-709.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S.I & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat science*, 78(4), 343-358.
- Yousefi, A. R., Kohram, H., Shahneh, A. Z., Nik-Khah, A., & Campbell, A. W. (2012). Comparison of the meat quality and fatty acid composition of traditional fat-tailed (Chall) and tailed (Zel) Iranian sheep breeds. *Meat Science*, 92(4), 417-422.
- Zygoiannis, D., Stamataris, C., & Katsaounis, N. (1985) The melting point, iodine value, fatty acid composition and softness index of carcass fat in three different breeds of suckled lambs in Greece. *J. Agric. Sci. Camb.*, 104, 361-365.