

Tesis Doctoral

**Calidad de la canal y de la carne de
cabritos de las razas autóctonas
Payoya y Blanca Andaluza en
sistemas de pastoreo**

Francisco De la Vega Galán

Febrero 2016

**Departamento de Ciencias agroforestales
UNIVERSIDAD DE SEVILLA**



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica**

Departamento de Ciencias Agroforestales



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería**

Departamento de Ciencias Agroforestales

TESIS DOCTORAL

**CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CABRITOS DE LAS
RAZAS AUTÓCTONAS PAYOYA Y BLANCA ANDALUZA EN
SISTEMAS DE PASTOREO**

Autor:

Francisco De la Vega Galán

Directores:

Dr. José Luis Guzmán Guerrero

Dr. Manuel Delgado Pertíñez

Dr. Luis Ángel Zarazaga Garcés

Sevilla, Febrero de 2016



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica**

Departamento de Ciencias Agroforestales



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería**

Departamento de Ciencias Agroforestales

**CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CABRITOS
DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS PAYOYA Y BLANCA
ANDALUZA EN SISTEMAS DE PASTOREO**

MEMORIA DE TESIS DOCTORAL

Para aspirar al grado de doctor por la Universidad de Sevilla,
presentada por el Licenciado en Veterinaria D. Francisco De la Vega Galán.

El Doctorando

Fdo: Francisco De la Vega Galán



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

Departamento de Ciencias Agroforestales



Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Departamento de Ciencias Agroforestales

D. JOSÉ LUIS GUZMÁN GUERRERO, D. MANUEL DELGADO PERTÍNEZ y D. LUIS ÁNGEL ZARAZAGA GARCÉS, Profesores Titulares de Universidad del Departamento de Ciencias Agroforestales de la Universidad de Huelva y Sevilla respectivamente, INFORMAN:

Que la Tesis Doctoral titulada: “CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CABRITOS DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS PAYOYA Y BLANCA ANDALUZA EN SISTEMAS DE PASTOREO”, que se recoge en la siguiente memoria y de la que es autor D. FRANCISCO DE LA VEGA GALÁN, licenciado en veterinaria, ha sido realizada bajo nuestra dirección, cumpliendo las condiciones exigidas para que la misma pueda optar al Grado de Doctor.

Lo que suscribimos como Directores de dicho trabajo y a los efectos oportunos en Sevilla a 13 de octubre de 2015.

Firma de los directores:

José Luis Guzmán Guerrero
Dpto. Ciencias Agroforestales
Universidad de Huelva

Manuel Delgado Pertíñez
Dpto. Ciencias Agroforestales
Universidad de Sevilla

Luis A. Zarazaga Garcés
Dpto. Ciencias Agroforestales
Universidad de Huelva



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Agronómica**

Departamento de Ciencias Agroforestales



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería**

Departamento de Ciencias Agroforestales

Programa de doctorado:
Zootecnia y Gestión Sostenible, Ovino y Caprino

Departamento de Ciencias Agroforestales

TÍTULO DE LA TESIS: CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CABRITOS DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS PAYOYA Y BLANCA ANDALUZA EN SISTEMAS DE PASTOREO.

AUTOR: FRANCISCO DE LA VEGA GALÁN D.N.I.: 28.576.057 Y

INFORME RAZONADO DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS.

Esta tesis se ha desarrollado correctamente en tiempo y en forma y ha dado lugar a dos artículos ya publicados y otros tres pendientes de publicación. El primer artículo ha sido publicado en 2013 en la revista Spanish Journal Agricultural Research, 11(3): 770-779. 2014 JCR (Thomson Reuters Web of Science): El factor de impacto es 0,703; 5-yr es 0,821. El segundo también ha sido publicado en 2013 en la misma revista Spanish Journal of Agricultural Research, 11(3): 759-769. No hay que destacar ninguna circunstancia desfavorable.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Firma de los directores:

José Luis Guzmán Guerrero
Dpto. Ciencias Agroforestales
Universidad de Huelva

Manuel Delgado Pertíñez
Dpto. Ciencias Agroforestales
Universidad de Sevilla

Luis A. Zarazaga Garcés
Dpto. Ciencias Agroforestales
Universidad de Huelva



Zootecnia y Gestión Sostenible, Ovino y Caprino

Departamento de Ciencias Agroforestales

TÍTULO DE LA TESIS: CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CABRITOS DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS PAYOYA Y BLANCA ANDALUZA EN SISTEMAS DE PASTOREO

AUTOR: FRANCISCO DE LA VEGA GALÁN D.N.I.: 28.576.057 Y

INFORME SOBRE LA IDONEIDAD DE LA PRESENTACIÓN DE LA TESIS POR COMPENDIO DE PUBLICACIONES

La Tesis Doctoral realizada es fruto de un trabajo de investigación que aborda y desarrolla distintos aspectos de la calidad de la canal y de la carne de cabritos de las razas Payoya y Blanca. La Tesis Doctoral se ha elaborado a modo de “**compendio de publicaciones**”, estructurándose en los siguientes apartados:

- Resumen
- Abstract
- Introducción
- Objetivos: Se ha planteado un objetivo general y cinco objetivos específicos.
- Resultados: Los resultados son dos artículos que abordan los distintos estudios que han sido realizados para alcanzar cada uno de los objetivos específicos.
 - Artículo 1: “**Fatty acid composition of muscle and internal fat depots of organic and conventional Payoya goat kids**”. El primer artículo ha sido publicado en 2013 en la revista Spanish Journal Agriculture Research, 11(3): 770-779.2014 JCR (Thomson Reuters Web of Science): Impact factor is 0.703; 5-yr IF is 0.821. Este artículo recoge los resultados del Estudio 3, que analiza la composición de ácidos grasos en el músculo y los depósitos grasos de cabritos de la raza Payoya.
 - Artículo 2: “**Fatty acid composition of muscle and adipose tissues of organic and conventional Blanca Andaluza suckling kids**”. El segundo artículo también ha sido publicado en 2013 en la misma revista Spanish Journal of

Agricultural Research, 11(3): 759-769. Este artículo recoge los resultados del Estudio 3, que analiza la composición de ácidos grasos en el músculo y los depósitos grasos de cabritos de la raza Blanca Andaluza.

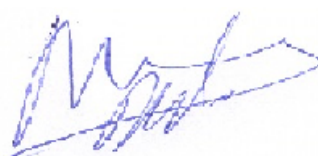
- Discusión global de los resultados obtenidos en las diferentes publicaciones que integran la Tesis Doctoral.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

Así pues, además de los dos artículos que conforman esta Tesis Doctoral, hay otros tres artículos pendientes de publicación.

En resumen, consideramos que la originalidad, grado de innovación y calidad científica de la Tesis Doctoral que se presenta es indudable, y por todo ello, autorizamos la Presentación y Defensa de esta Tesis Doctoral bajo la modalidad de “**compendio de publicaciones**”, para obtener el grado de **Doctor**.

Sevilla, a 13 de Octubre de 2015

Firma de los directores:



Dr. José Luis Guzman Guerrero Dr. Manuel Delgado Pertíñez Dr. Luis Ángel Zarazaga Garcés

VºBº de la Directora del Departamento responsable del Programa de Doctorado:

María Paz Suárez García

Directora del Dpto. Ciencias Agroforestales

Universidad de Sevilla



Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica

Departamento de Ciencias Agroforestales



Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Departamento de Ciencias Agroforestales

Los trabajos experimentales que conforman la presente Tesis Doctoral han sido financiados por el Proyecto titulado:

Conversión de los sistemas de producción caprina de sierra a ganadería ecológica: potencialidad, viabilidad y estrategias de cambio (Proyecto nº 75).

Subproyecto nº 3: Caracterización de la calidad de la canal y de la carne de cabritos procedentes de ganaderías de razas autóctonas con sistema de producción ecológica.

Expdte.: 92162/1. Financiado por el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, en Coordinación con la Dirección General de Agricultura Ecológica de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y cuyos Investigadores responsables son:

Proyecto nº 75, la Dra. Yolanda Mena Guerrero

Subproyecto nº 3, el Dr. José Luis Guzmán Guerrero

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a las Universidades de Sevilla, Huelva y Córdoba por la oportunidad que me ha ofrecido para realizar esta tesis doctoral.

Al departamento de Ciencias Agroforestales de la Universidad de Sevilla por la acogida recibida, a Yolanda Mena por el apoyo y el empuje en los primeros momentos de decisión por esta aventura.

A mis directores de tesis, José Luis Guzmán Guerrero, Manuel Delgado Pertíñez y Luis Ángel Zarazaga Garcés, por su apoyo, dedicación y paciencia en tantos correos electrónicos revisados.

A todas las personas que han colaborado en las tareas de toma de muestras, registro de datos, análisis y trabajo en el laboratorio y en el matadero, especialmente a los profesores del Área de Producción Animal del Departamento de Ciencias Agroforestales de la Universidad de Sevilla.

A mi familia, Celita y mis hijos Curro y Mercedes por tantas horas soportadas de trabajo.

Muchas gracias a todos, porque durante todo este camino, he aprendido mucho de vosotros.

A Celita, Currito y Mercedes

ÍNDICE GENERAL

Página.

Resumen y Abstract	3
Índice de tablas, índice de figuras y glosario de abreviaturas	13
Introducción	21
Justificación y Objetivos	37
Resumen global de los resultados	43
Discusión global de los resultados	93
Conclusiones	107
Bibliografía	111
Copia completa de los trabajos publicados.	
Trabajo 1. Fatty acid composition of muscle and internal fat depots of organic and conventional Payoya goat kids	127
Trabajo 2. Fatty acid composition of muscle and adipose tissues of organic and conventional Blanca Andaluza suckling kids	141

RESUMEN - ABSTRACT

RESUMEN

1. Argumento de la Tesis Doctoral

En España hay actualmente un interés creciente en la conservación de razas autóctonas, como es el caso de las razas caprinas Blanca Andaluza (aptitud cárnica) y Payoya (aptitud lechera), en sistemas de producción basados en el pastoreo. Además existen numerosas iniciativas en países del área Mediterránea que afirman la viabilidad de la producción caprina ecológica utilizando técnicas de producción y gestión sostenible. De acuerdo con los requerimientos de la producción ecológica, las explotaciones de estas razas pueden ser fácilmente transformadas en explotaciones ecológicas. El estudio de las posibilidades de transformación de las explotaciones convencionales en sistemas de producción ecológica necesita del análisis de la calidad de sus productos. El objetivo general de esta tesis doctoral es evaluar el efecto del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) y del sexo sobre diferentes atributos de calidad de la canal, de la carne, de la grasa y la calidad sensorial de la carne de cabritos lechales de las razas Blanca Andaluza y Payoya y así evaluar las posibilidades de conversión de los sistemas de producción caprina convencionales de sierra (basados en pastoreo) a ganadería ecológica.

2. Introducción y motivación de la Tesis Doctoral

Ante la necesidad de un profundo cambio en el enfoque con el que se ha abordado hasta ahora la producción agropecuaria se pretende dar soluciones novedosas a los problemas y encaminarse hacia una producción de alimentos más sostenible, la ganadería ecológica se presenta como una alternativa real a las producciones mayoritarias, aprovechando los pastos de las zonas marginales, con una función social, debido a que sirven de ocupación a personas que viven en zonas rurales donde difícilmente podrían realizar otra actividad productiva. La fijación de la población, el mantenimiento de productos típicos y su aportación beneficiosa al medio ambiente son cualidades positivas que deben impulsar estrategias para su mantenimiento (Mena *et al.*, 2013).

Apenas existen trabajos que estudien la influencia del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) sobre diferentes parámetros de calidad de la canal, de la

carne y de la grasa de cabrito procedente de las razas autóctonas españolas como la Payoya o la Blanca Andaluza.

3. Desarrollo Teórico

Veinticuatro cabritos de partos dobles (12 machos y 12 hembras) fueron seleccionados de cada sistema de producción (convencional y ecológico) y de cada raza (Blanca Andaluza y Payoya). Los cabritos de raza Blanca Andaluza procedían de dos explotaciones de la Sierra de Huelva y los de raza Payoya procedían de dos explotaciones de la Sierra de Cádiz; en ambos casos una con sistema de producción convencional y otra ecológica. Se estudiaron la calidad de la canal, de la carne y de la grasa, así como la calidad sensorial de la carne.

Para la **calidad de la canal** se estudiaron diferentes rendimientos de la canal, las medidas lineales e índices de conformación de la canal, los componentes del quinto cuarto, el despiece normalizado de la media canal izquierda y la composición tisular de la espalda.

Para la **calidad de la carne** se estudió la composición química (humedad, cenizas, extracto etéreo y proteína bruta) y diferentes atributos de calidad (pH, color, pérdidas por conservación, capacidad de retención de agua, dureza, pigmento hemínico y pérdidas por cocinado).

Para la **calidad de la grasa** se estudió el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular del músculo *Longissimus thoracis* y de los depósitos grasos perirrenales y pélvicos.

En cuanto a la **calidad sensorial** de la carne se evaluaron 5 atributos sensoriales: 1 de olor (intensidad de olor global por vía directa), 3 de textura (dureza, facilidad de masticación y jugosidad) y 1 de aroma (intensidad de aroma global por vía retronasal), y además se evaluaron cualitativamente los atributos de olor y aroma, así como los sabores básicos (salado, ácido, metálico, umami). La cata se realizó sobre el músculo *Semimembranosus* de las piernas de 21 cabritos lechales, nacidos de partos dobles: 12 cabritos criados en un sistema ecológico (6 de raza Payoya y 6 de raza Blanca Andaluza) y 9 cabritos criados en un sistema convencional (3 de raza Payoya y 6 de raza Blanca Andaluza).

En la **calidad de la canal y de la carne** de los cabritos de raza **Blanca Andaluza**, no hubo diferencias significativas entre sistemas de producción y sexos en la mayoría de los parámetros estudiados excepto en algunos componentes del quinto

cuarto y algunos parámetros del color que estuvieron influenciados por el sistema de producción, destacando menores valores de L* (40,44), b* (7,43) y Hue (39,16) en los cabritos ecológicos.

En cuanto a la **calidad de la grasa**, los porcentajes de C17:0, C17:1, C20:1, C20:4 *n*-6, C22:2 y algunos ácidos grasos *n*-3 fueron mayores significativamente en la carne ecológica; los ácidos C12:0, C18:1 *trans*-11, ácido linoleico conjugado (CLA) y C20:5 *n*-3 fueron menores en la carne ecológica. Los depósitos grasos de los cabritos convencionales mostraron menores porcentajes de C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C17:1, C18:3 *n*-3, menor índice de aterogenicidad y mayor porcentaje de C18:0. En la grasa pélvica, los cabritos convencionales mostraron menores porcentajes de C16:0, C18:2 *n*-6 *cis*, ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), ácidos grasos *n*-3 y *n*-6, y mayores porcentajes de C18:1 *n*-9 *cis* y ácidos grasos monoinsaturados (MUFA). Los cabritos convencionales presentaron una relación *n*6: *n*3 mayor en la grasa perirrenal. No se observaron diferencias significativas entre sexos.

En la **calidad de la canal y de la carne** de los cabritos de raza **Payoya**, se observaron pequeñas diferencias significativas sólo en algunos parámetros. El peso vivo al sacrificio, peso de la canal caliente, peso de la canal fría, peso vivo vacío y el rendimiento ganadero de la canal fueron mayores en los cabritos convencionales. Sin embargo, el peso de la espalda, pierna y los cortes de primera categoría fueron inferiores en los cabritos convencionales. El peso de la canal caliente, el peso de la canal fría y los rendimientos de la canal fueron mayores en los machos que en las hembras. Los valores de la longitud externa de la canal, profundidad del pecho y el índice de compacidad de la pierna fueron mayores en los machos que en las hembras. Solo algunos de los componentes del quinto cuarto estudiados se vieron afectados significativamente por el sistema de producción (piel, cabeza y timo) y el sexo (sangre, patas y tracto gastrointestinal).

En cuanto a la **calidad de la grasa** se observaron algunas diferencias entre sexos en el músculo y los depósitos grasos. Los porcentajes de C14:0, C18:1 *trans*-11, y algunos ácidos grasos *n*-3 fueron mayores en la carne de los cabritos ecológicos. Los depósitos grasos de los cabritos convencionales presentaron mayores porcentajes de CLA, menor índice CLA desaturasa, menor porcentaje de *n*-3 PUFA y consecuentemente mayor índice *n*6: *n*3 PUFA.

En cuanto a la **calidad sensorial** los cabritos del sistema ecológico y los de raza Blanca Andaluza presentaron carnes más tiernas, más jugosas, con mayor facilidad de

masticación y con menos intensidad de olor global. El efecto del sistema fue diferente en cada raza para la dureza, de tal forma que los cabritos de raza Payoya y criados en sistema ecológico mostraron una menor dureza que los criados en sistema convencional y no se observaron diferencias significativas entre los dos sistemas para la raza Blanca Andaluza. Existen claras diferencias entre sistemas para las descripciones del olor y aroma, así como para los sabores básicos estudiados (sabroso, ácido, metálico y umami).

4. Conclusión

Se encontraron diferencias significativas solamente en algunos atributos de la calidad de la canal y de la carne, en algunas características sensoriales y en algunos porcentajes de ácidos grasos del músculo y tejido adiposo de los cabritos lactantes en los sistemas de producción ecológicos y convencionales en ambas razas, probablemente debido a que las madres fueron alimentadas en un sistema semi-extensivo similar, basado en el pastoreo. Además, el bajo contenido en grasas y el perfil de ácidos grasos, especialmente el contenido en PUFA y la proporción de *n*-6: *n*-3 PUFA, de la carne de los cabritos criados en ambos sistemas de producción, estuvieron dentro del rango considerado como beneficioso para la salud humana, lo cual puede ser útil para la promoción de estos productos regionales.

Debido a la similitud en la calidad de la canal, de la carne y de la grasa evidenciada en esta investigación, las explotaciones convencionales de las razas Blanca Andaluza y Payoya podrían fácilmente transformarse en sistemas de producción ecológica.

ABSTRACT

1. Argument of the Doctoral thesis

Interest in the preservation of autochthonous breeds such as the Blanca Andaluza goat (meat breed) and Payoya goat (milk breed), raised under grazing-based management, has recently increased among Spanish farmers. According to organic production system requirements, this breed could easily be transformed into organic production. A study of the possibilities of transformation to organic production needs to analyze, not only the technical and economical viability of the organic production systems, but also the quality of their products, specially the suckling kids carcass and meat. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of the production system (conventional *vs.* Organic) and gender on carcass and meat quality of Blanca Andaluza and Payoya suckling goat kids and assess the possibilities of conversion of production systems under conventional grazing-based livestock production system to organic system.

2. Introduction and motivation of the Doctoral thesis

The need for a profound change in agricultural production is to provide innovative solutions to the problems and move towards a more sustainable food production. The goat farming in Andalusia is presented as a real alternative to mainstream productions, such as beef or pork, with an ecological function as they consume pastures in marginal areas, and a social function, because they serve employment for people living in rural areas where they could hardly make other productive activity. The fastening of the populations, maintenance of typical products such as cheese or meat, and its contribution to the environment are positive qualities that should promote strategies for their maintenance. There is little information about the effect of the production system (conventional *vs.* organic) on different parameters of quality of the carcass and meat of kid from Payoya and Blanca Andaluza breeds.

3. Theoretical development

Twenty-four twin goat kids (12 males and 12 females) were selected from each production system (conventional and organic) and breed (Blanca Andaluza and Payoya). Kids Blanca Andaluza breed came from two farms of the Sierra de Huelva and

those of Payoya breed came from two farms of the Sierra de Cádiz; in both cases one with conventional production system and other ecological. We studied the quality of the carcass and meat, as well as the sensory quality of meat.

Dressing percentage, carcass linear measurements and conformation index, weight of non carcass components, prime cuts of the left half carcass and tissue composition of the shoulder were studied for the quality of the carcass.

Chemical composition (moisture, ash, crude protein and ether extract) and different attributes of quality (pH, color, conservation losses, water holding capacity, shear force, haem pigments and cooking losses) were studied for the meat quality.

For the fat quality, the fatty acid profile of intramuscular *Longissimus thoracis* muscle fat and pelvic and perirenal fat deposits was studied.

Five sensory attributes were evaluated in terms of sensory quality of meat: 1 of odor (intensity of global odor directly), 3 of texture (hardness, ease of chewing and juiciness) and 1 of aroma (intensity of global aroma), and in addition were evaluated qualitatively the odor and aroma attributes, as well as the basic flavors (salty acid, metallic, umami). The tasting was over the Semimembranosus muscle of legs of 21 suckling kids born births doubles: 12 kids raised in an organic system (6 of Payoya breed and 6 of Blanca Andaluza breed) and 9 kids raised in a conventional system (3 of Payoya breed and 6 of Blanca Andaluza breed).

In carcass and meat quality Blanca Andaluza kids breed, there were no significant differences among productions systems and gender in most of the parameters studied, except for some non-carcass components and colorimetric parameters that were affected by the production system, highlighting a lower L* (40,44), b* (7,43) and Hue (39,16) in the organic kid.

In fat quality Blanca Andaluza kids breed, the percentages of C17:0, C17:1, C20:1, C20:4 *n*-6, C22:2 and several *n*-3 FAs were higher in organic meat; C12:0, C18:1 *trans*-11, CLA and C20:5 *n*-3 were lower in organic meat. The fat depots from the conventional kids showed lower percentages of C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C17:1, C18:3 *n*-3 and atherogenicity index, and higher percentage of C18:0. In the pelvic fat, the conventional kids displayed lower percentages of C16:0, C18:2 *n*-6 *cis*, PUFA, *n*-3 and *n*-6 FAs, and greater percentages of C18:1 *n*-9 *cis* and MUFA. The conventional kids displayed a major n6:n3 ratio in the kidney fat. No gender differences were observed.

In the quality of the carcass and meat Payoya kids breed, small significant differences were found only in a few parameters. Slaughter Live Weight, hot carcass weight, cold carcass weight, empty body weight and farm dressing percentage were greater in conventional than in organic kids. However, shoulder, leg, and first category were lower in conventional than in organic kids. Hot Carcass Weight, Cool Carcass Weight and dressings were greater in male than in female. The values of external carcass length, chest depth and leg compactness index were higher in males than in females. There were significant differences among systems (skin, head and thymus) and gender (blood, feet and gastro intestinal tract) for few offal components tested.

In terms of fat quality Payoya kids breed, the ratios of C14:0, C18:1 *trans*-11, and several n-3 FA were higher in organic kid meat than in conventionally reared kid meat. Conventional kid fat depots have presented higher percentage of conjugated linoleic acid, lower CLA desaturase index, lower percentage of n-3 polyunsaturated fatty-acid and, consequently, higher n6:n3 PUFA ratio than organic kids.

In terms of sensory quality, meat of Blanca Andaluza kids under organic grazing-based management system showed less odor intensity and better scores in juiciness. The effect of the production system was different in every breed for the tenderness. Payoya kids raised under organic grazing-based management system showed better scores in tender than kids under conventional management system and there were no significant differences between both systems for the Blanca Andaluza breed. There were clear differences between production systems for odor descriptions, aroma and basic savors studied (salty, acid, metallic and umami).

4. Conclusion

Small significant differences were found only in a few carcass and meat parameters, few sensory parameters and few fatty acids percentage in muscle and fat depots of suckling kids in conventional and organic productions system and breed, probably due to both systems and breeds, the dams were raised with similar semi-extensive system based on the grazing of natural pastures. In addition, the low fat content and FA profile (especially the PUFA content and the n-6:n-3 PUFA ratio) of the meat from the kids reared in both production systems were within the ranges considered beneficial to human health, and this might be used in promotion of local and regional products.

Due to the similarity in the carcass, meat, and fat quality evidenced in this research, conventional grazing-based management system of Blanca Andaluza and Payoya breeds could easily transform into organic production systems.

**ÍNDICE DE TABLAS, ÍNDICE DE FIGURAS Y
GLOSARIO DE ABREVIATURAS**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Peso vivo en la explotación, peso vivo al sacrificio, peso vivo vacío, pesos de la canal, pérdidas por enfriamiento, rendimientos de la canal y grado de engrasamiento subcutáneo (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.	48
Tabla 2. Medidas e índices de la canal (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.	49
Tabla 3. Componentes del Quinto Cuarto (medias y E.S.M) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.	50
Tabla 4. Porcentaje de los cortes principales y secundarios de la canal en relación con el peso de la media canal izquierda (medias y E.S.M) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.	51
Tabla 5. Composición tisular (medias y E.S.M) de la espalda de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.	52
Tabla 6. Composición química y parámetros reológicos (medias y E.S.M.) del músculo <i>triceps brachii</i> y <i>Longissimus</i> respectivamente, de cabritos lactantes de raza Payoya para el sistema de producción y el sexo.	53
Tabla 7. pH y parámetros colorimétricos (medias y E.S.M.) del músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cabritos lactantes de raza Payoya para el sistema de producción, el sexo y el tiempo post sacrificio.	54
Tabla 8. Peso vivo en la explotación, peso vivo al sacrificio, peso vivo vacío, pesos de la canal, pérdidas por conservación, rendimientos de la canal y grado de engrasamiento subcutáneo (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza.	61

Tabla 9. Medidas e índices de la canal (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza.	62
Tabla 10. Componentes del Quinto Cuarto (medias y E.S.M) de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza según el sistema de producción y el sexo.	63
Tabla 11. Porcentaje de los cortes principales y secundarios de la canal en relación con el peso de la media canal izquierda de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza.	64
Tabla 12. Composición tisular de la espalda de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza.	65
Tabla 13. Composición química y reológica del músculo <i>triceps brachii</i> y <i>Longissimus</i> , respectivamente, de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza.	66
Tabla 14. pH y parámetros colorimétricos (medias y E.S.M.) del músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza para el sistema de producción y el tiempo.	67
Tabla 15. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en el músculo <i>Longissimus thoracis</i> de cabritos lactantes de raza Payoya conforme al sistema de producción y el sexo.	69
Tabla 16. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en el tejido adiposo perirenal de cabritos lactantes de raza Payoya conforme al sistema de producción y el sexo.	71
Tabla 17. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en el tejido adiposo pélvico de cabritos lactantes de raza Payoya conforme al sistema de producción y el sexo	73

Tabla 18. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos, media \pm E.S.) en el músculo <i>Longissimus thoracis</i> de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza conforme al sistema de producción y el sexo.	76
Tabla 19. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos, media \pm E.S.) en el tejido adiposo perirenal de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza conforme al sistema de producción y el sexo.	78
Tabla 20. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos, media \pm E.S.) en el tejido adiposo pélvico de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza conforme al sistema de producción y el sexo	80
Tabla 21. Valores medios (\pm E.S.M.) de los atributos del análisis sensorial descriptivo cuantitativo de la carne de cabritos lechales clasificados según el sistema de explotación y la raza.	84
Tabla 22. Resultados del análisis sensorial cualitativo de la carne de cabritos lechales clasificados según el sistema de explotación y la raza.	86
Tabla 23. Autovalor y varianza explicada para los dos primeros componentes principales de las medidas de calidad sensorial de la carne de cabritos de los dos sistemas de producción y las dos razas.	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción observada entre el sistema de producción y el sexo para la CRA.	55
Figura 2. Interacción observada entre sexo y tiempo después del sacrificio para el pH.	56
Figura 3. Interacción observada entre sistema de producción y tiempo después del sacrificio para L*.	57
Figure 4. Interacción observada entre sistema de producción y tiempo después del sacrificio para Hue.	58
Figura 5. Efecto del sistema de producción ecológico (barras gris claro) y convencional (barras gris oscuro) en la dureza de la carne de cabritos lechales de las razas Blanca Andaluza y Payoya. * Medias para los sistemas ecológico y convencional, dentro de cada raza, son significativamente diferentes ($P>0,05$).	85
Figura 6. Proyección de los atributos de calidad sensorial de la carne de cabrito en el plano definido por los dos componentes principales.	88
Figura 7. Proyección de los cabritos, para los dos sistemas de producción estudiados, en el plano definido por los dos componentes principales.	89
Figura 8. Proyección de los cabritos, para las dos razas estudiadas, en el plano definido por los dos componentes principales.	90

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

a*	Índice de Rojo	K	Longitud Externa Canal
ARA	Ácido Araquidónico	L	Longitud Interna Canal
b*	Índice de Amarillo	L*	Luminosidad
BDP	Rendimiento Canal Biológico	LA	Ácido linoleico
BG	Perímetro de la grupa	LNA	Ácido linolénico
C*	Chroma	LPD	Rendimiento Canal Ganadero
CCW	Peso canal Fría	LW	Peso de la Pierna
CDP	Rendimiento Canal Comercial	LW/F	Índice de Compacidad de la pierna
CH	Pérdidas Enfriamiento	MUFA	Ácidos Grasos Mono-insaturados
CLA	Ácido Linoleico Conjugado	Os	Índice de Hueso
CP	Componentes Principales	PT	Perímetro Torácico
DHA	Ácido Docosahexaenoico	PUFA	Ácidos Grasos Poli-insaturados
DPA	Ácido Docopentaenoico	RA	Ácido Ruménico
EBW	Peso Vivo Vacío	RDP	Rendimiento Canal Real
EPA	Ácido Eicosapentaenoico	SFA	Ácidos Grasos Saturados
F	Longitud de la Pierna	SLW	Peso Vivo Sacrificio
FA	Ácido graso	SPD	Rendimiento Canal Matadero
FLW	Peso Vivo Granja	Th	Profundidad del tórax
G	Anchura de la Grupa	UFA	Ácidos Grasos Insaturados
H	Horas	VA	Ácido Vacénico
H°	Hue	WHC	Capacidad Retención de Agua
HCW	Peso Canal Caliente	Wr	Anchura del Tórax

INTRODUCCIÓN

1. Importancia del sector caprino. Censo y producciones.

España forma parte del grupo de países de UE donde la producción caprina es destacable. Esta ganadería ejerce un papel fundamental en muchas zonas rurales, a pesar de que su importancia económica es pequeña en comparación con otras especies ganaderas. La fijación de la población, el mantenimiento de productos típicos como los quesos, y su aportación al medio ambiente son cualidades positivas que deben impulsar estrategias para su mantenimiento.

La ganadería caprina en Andalucía se presenta como una alternativa real a las producciones mayoritarias, como es el caso del vacuno o el porcino, con una función ecológica, ya que consumen los pastos de las zonas marginales, y una función social, debido a que sirven de ocupación a personas que viven en zonas rurales donde difícilmente podrían realizar otra actividad productiva.

El ganado caprino a nivel mundial se desarrolla fundamentalmente en zonas pobres y poco desarrolladas. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2013), el número total de cabezas de ganado caprino en el mundo en el año 2013 es de más de 975 millones de cabezas, suponiendo Europa el 1,69% del censo mundial.

En Europa, según los datos de la FAO para el año 2013, existen un total de 16.527.388 cabezas de ganado caprino, siendo el país líder Grecia con 4.250.000 cabezas, España ocupa el segundo lugar con 2.609.990 cabezas, mientras que Francia es tercera con 1.291.028 cabezas.

España es un país típicamente mediterráneo, con características subáridas muy marcadas. En estos tipos de suelos y climas se dan condiciones muy favorables para el desarrollo de la especie caprina. Esta ha ocupado tradicionalmente las zonas más marginales de nuestro territorio, quizás debido a su extraordinaria facilidad de adaptación a las zonas de orografía extrema y al aprovechamiento de recursos difícilmente aprovechables por otras especies.

Según datos publicados por el MAGRAMA, existen en España un total de 2.637.336 efectivos caprinos (datos de noviembre de 2013), de los que 2.170.081 son hembras para vida, lo que supone un descenso del 10,10 % del total desde el año 2009. Por comunidades autónomas, Andalucía se sitúa en la cabeza suponiendo el 35,70% del censo total, seguida por Castilla La Mancha con el 15,83%.

En cuanto a la producción de carne, durante el año 2013 se produjeron 5.372.407 de toneladas de carne de caprino en el mundo, siendo Asia y África los continentes más productores, ya que suponen el 70,84% y el 24,22 % respectivamente de la producción total mundial. Por países, China es el más productor, suponiendo el 37,23 % de la producción total. El primer país europeo es Grecia que supone el 0,7 % de la producción mundial y el 33% de la producción total Europea que suma 112.260 toneladas.

Antes de entrar a estudiar las producciones de carne de caprino en España, hay que indicar que existen tres tipos de animales sacrificados para el consumo. Cabrito lechal: son animales que se sacrifican con alrededor de un mes de vida y un peso inferior a los 10 kg. Es el tipo más consumido, sobre todo en Navidades y Pascua. Chivo: caprinos sacrificados entre los dos y los cuatro meses de edad y un peso de unos 18-25 kg. Caprino mayor: son los animales de desecho de las explotaciones.

Según los datos ofrecidos por la FAO, durante el año 2013 se sacrificaron un total de 1.213.751 animales, lo que supuso 8.940 toneladas de carne. Si estos datos los comparamos con los datos del año 2005, (1.580.549 animales sacrificados, 13.622 toneladas de carne), supone un descenso de producción de un 34,37 %, lo que muestra la disminución que está sufriendo este tipo de producción.

Por comunidades autónomas, según la encuesta de sacrificio de ganado realizada por el MAGRAMA, durante el año 2013 se sacrificaron en Andalucía un total de 349.897 animales, de los que un 76,64 % fueron cabritos lechales, seguida de la comunidad autónoma de Canarias con 272.143 animales sacrificados. Por provincias, Jaén ocupa el primer lugar, con el 39% del total andaluz.

Durante el año 2013 se han producido en Andalucía un peso canal total de caprino de 2.508,8 Tm, apreciándose un aumento con respecto al año 2007 que fue de 2.256,5 toneladas.

1.1. Censo y producciones ecológicas.

Tanto la agricultura como la ganadería ecológicas han tenido un gran desarrollo en los últimos años. Según las estadísticas oficiales, en el año 2013 existían 1.610.128 hectáreas destinadas a la producción ecológica y 5.808 explotaciones ganaderas ecológicas en España. Dentro de la ganadería, las especies vacuna y ovina de orientación cárnica han sido, sin duda, las que han tenido un mayor crecimiento, dada su mayor vinculación al medio natural y su menor dependencia de alimentos concentrados,

ya que hay que tener en cuenta que generalmente éstos deben ser adquiridos fuera de la explotación. Sin embargo, el número de explotaciones caprinas ecológicas es significativamente menor, 604, frente a las 2.787 y 1.621 de vacuno y ovino, respectivamente (MAGRAMA, 2013).

Del total de explotaciones caprinas ecológicas registradas, 479 son de orientación cárnica y tan solo 125 de orientación lechera, a pesar de que en España predomina claramente la orientación lechera frente a la cárnica, cuando nos referimos al caprino convencional. La comunidad autónoma que concentra el mayor número de explotaciones caprinas es Andalucía, con 276 explotaciones de orientación cárnica y 87 de orientación lechera. Esta comunidad autónoma es también la más importante en censo y producciones caprinas y, junto con Extremadura, constituye una de las zonas con mayor presencia de explotaciones caprinas pastorales.

2 Sistemas de producción de las razas autóctonas Payoya y Blanca Andaluza.

El caprino es una de las especies ganaderas con mayor tradición y presencia en España, sobre todo en el medio rural y en las zonas más desfavorecidas. Su importancia radica principalmente en la producción de leche con una gran repercusión social y medioambiental. Las explotaciones han evolucionado en las dos últimas décadas, se han profesionalizado y especializado con la explotación de razas autóctonas españolas, lo que ha permitido la utilización del pastoreo como base de su alimentación. Son muchos los retos que pueden plantearse para conseguir un desarrollo sostenible de un sector que en los últimos años ha priorizado la productividad sobre otros aspectos como la contención de los costes o el aprovechamiento de los recursos naturales, lo que ha llevado a los ganaderos a situaciones indeseables en momentos de crisis.

Los sistemas de producción del caprino son enormemente diversos, pudiéndose encontrar desde sistemas pastorales de orientación cárnica a sistemas intensivos lecheros con una elevada tecnología (Mena *et al.*, 2005).

La evolución del caprino en España está ligada en gran medida a la evolución de esta especie en la UE, de modo que la producción de leche ha aumentado más que los censos. Este aumento de la productividad ha sido debido a diversos cambios en los sistemas productivos, siendo los más importantes el constante incremento de la calidad genética de los animales, la distribución de los partos, el suministro de raciones más

equilibradas, la mejora de la sanidad e higiene de las explotaciones y la mejora de las instalaciones para los animales (Castel *et al.*, 2010). En Andalucía, en las explotaciones caprinas de las zonas de sierra, se ha producido una especialización en la producción de leche con la consiguiente estabulación del ganado. En las zonas de campiña y vega, las explotaciones semi-intensivas, en ocasiones con pastoreo ocasional, o estabuladas. En general hay una mejora de las explotaciones caprinas andaluzas en cuanto a accesibilidad, electrificación y mecanización de las instalaciones. También han tenido lugar avances en las técnicas de manejo de los rebaños, con la consecución de lactaciones más largas y la disminución de la estacionalidad (Castel *et al.*, 2011). Este aumento de la productividad ha ido de la mano de una intensificación de los sistemas, ya que el manejo de la alimentación que tiene como base el pastoreo es sumamente complicado ya que precisa de una gran dedicación.

En España existen una amplia variabilidad de ecosistemas, que unido a la gran cantidad de razas caprinas autóctonas, explica que convivan sistemas de producción de leche y carne tradicionales con sistemas intensivos especializados en la producción de leche. Los sistemas tradicionales de producción de carne son muy minoritarios y se basan en la explotación de animales de razas muy rústicas, con poca aptitud de ordeño y actualmente declaradas en peligro de extinción, entre las que destaca entre otras la raza Blanca Andaluza. Aunque hace dos décadas se producía un chivo de mayor peso y edad, en la actualidad las explotaciones se han reorientado hacia la producción de cabritos lechales, desaprovechando la capacidad de transformación de los recursos naturales en carne. En la mayoría de los casos, las cabras tienen un importante papel medioambiental, en sistemas de producción ecológica, manteniendo la vegetación arbustiva en buenas condiciones mediante el pastoreo sin un coste excesivo para el ganadero. Actualmente el precio de la carne de cabrito no permite que estos sistemas sean rentables y en muchas zonas estos animales han sido desplazados por la actividad cinegética (Sánchez-Rodríguez, 2011).

Los sistemas pastorales de producción lechera se basan en la explotación de razas autóctonas de clara aptitud lechera como es el caso de la raza Payoya entre otras. En estas explotaciones se sigue realizando pastoreo, pero de manera muy diversa. En las zonas de sierra las cabras pastorean durante todo el año y durante gran parte del día, mientras que en las zonas más productivas y zonas de campiña, el pastoreo se limita a aquellas épocas del año en las que abundan los pastos naturales o los residuos agrícolas como los rastrojos, y suele realizarse sólo durante unas horas al día. Dada la diversidad

de situaciones se pueden encontrar diferencias entre las distintas zonas y razas. Las más productivas tienden claramente hacia la intensificación, de modo que las cabras pastorean sólo cuando abundan los pastos (Mena *et al.*, 2005), pudiendo clasificarse como semi-intensivos (Castel *et al.*, 2006; Nahed *et al.*, 2006), mientras que en razas como la Payoya, de la Sierra de Cádiz y Ronda, el pastoreo sigue siendo un componente fundamental en su sistema de producción y pueden ser llamados semi-extensivos. Los cabritos se suelen criar con las madres aunque muchas ganaderías realizan lactancia artificial. En cualquier caso, el cabrito lechal tiene una menor importancia en la rentabilidad, suponiendo aproximadamente el 20% de los ingresos totales por cabra (Sánchez-Rodríguez, 2011).

Los rebaños de raza Payoya se corresponden a sistemas semi-extensivos, en los que se lleva a cabo el pastoreo durante todo el año. El consumo de concentrado es menor que en los sistemas semi-intensivos y sobre todo el consumo de forraje es muy bajo (Ruiz *et al.*, 2008). Estos sistemas han estado en regresión debido a las dificultades que entraña el pastoreo. No obstante la crisis de los cereales ha frenado e incluso revertido esta situación, de modo que en gran parte de las explotaciones que disponían de base territorial y en las que se había dejado en gran medida de practicar el pastoreo, éste ha vuelto a adquirir protagonismo.

En las explotaciones que se apueste por el aprovechamiento de los recursos pastables hay que dirigir el sistema hacia la optimización del uso de las superficies de pastoreo en cuanto a cantidad y calidad, la mejora de la suplementación en pesebre teniendo en cuenta los recursos disponibles, el uso de nuevas herramientas como GPS, vallado electrificado o teledetección de áreas para pastoreo y la búsqueda de canales de comercialización diferenciados para sus productos como son la ganadería ecológica, la transformación en queserías artesanales o la implantación de marcas de calidad ligadas al pastoreo. Tampoco debemos olvidar la valorización de su papel medioambiental, la cual se ha hecho realidad en los últimos años mediante el pago a los pastores por el mantenimiento de las zonas de cortafuego y áreas de pastos asociadas.

3 Conversión de los sistemas caprinos convencionales a sistemas ecológicos.

Según la definición que recoge el Reglamento (CE) N° 834/2007, un sistema de producción ecológica, orgánica o biológica es un sistema general de gestión agrícola y

producción de alimentos que combina las mejores prácticas ambientales, un elevado grado de biodiversidad, la preservación de recursos naturales, la aplicación de normas exigentes para el bienestar animal y una producción conforme a las preferencias de determinados consumidores por productos obtenidos a partir de sustancias y procesos naturales.

Los métodos de producción ecológicos desempeñan un papel social doble, por un lado, aportan productos ecológicos a un mercado específico y, por otro, bienes públicos que contribuyen a la protección del medio ambiente, al bienestar animal y al desarrollo rural.

Un buen aprovechamiento y gestión de los recursos naturales y un manejo acorde a las condiciones particulares del entorno, son las bases de lo que agricultores y ganaderos habían venido haciendo hasta que a mediados del siglo XX, se produjo una importante intensificación de los sistemas productivos. Como consecuencia de ello aparecieron sistemas productivos aislados del medio natural, en los que se rompió el equilibrio del ecosistema y se separó la ganadería de la agricultura. Este hecho provocó importantes efectos perjudiciales, tanto desde el punto de vista ambiental como social, entre los que están la contaminación del aire, suelo, agua y alimentos, la pérdida de biodiversidad, o la concentración del poder de gran parte de la industria agroalimentaria en un reducido número de empresas transnacionales. Simultáneamente a este proceso de intensificación ocurrió un fuerte encarecimiento de los costes de producción en los sistemas agropecuarios, al estar obligados cada vez más los ganaderos a adquirir alimentos en los mercados, los cuales alcanzan a veces precios muy elevados, con los consiguientes riesgos e inconvenientes que implica la dependencia externa del sistema productivo. Paralelamente a este proceso de intensificación, durante las últimas décadas los ganaderos han dejado de comercializar directamente sus producciones pasando a depender de las industrias transformadoras. Ello se ha debido fundamentalmente a la concentración de la población en grandes ciudades y a la obligación, cada vez mayor, del cumplimiento de reglamentos sanitarios por parte de transformadores y comercializadores de productos destinados a la alimentación humana. Como consecuencia, ha tenido lugar un creciente desequilibrio entre los productores, por un lado, y la industria transformadora y la gran distribución, por el otro, que deja a los primeros en una posición muy débil y en clara desventaja.

Del análisis de toda esta problemática surge la necesidad de un profundo cambio en el enfoque o en la óptica con la que se ha abordado hasta ahora la producción

agropecuaria. Este nuevo enfoque pretende dar soluciones novedosas a los problemas, partiendo de la consideración de las interacciones de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de los sistemas agropecuarios e integrando este conocimiento en el ámbito regional para encaminarse hacia una producción de alimentos más sustentable (Mena *et al.*, 2013)

La producción ecológica es la puesta en práctica de los principios que recoge la Agroecología. Según la IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), estos principios son: el de salud (la agricultura ecológica debe sostener y promover la salud del suelo, planta, animal, persona y planeta como una sola e indivisible); el de ecología (la agricultura ecológica debe estar basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos); el de equidad (la agricultura ecológica debe estar basada en relaciones que aseguren la equidad con respecto al ambiente común y a las oportunidades de vida); el de precaución (la agricultura ecológica debe ser gestionada de una manera responsable y con precaución para proteger la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras y el ambiente).

La agricultura y la ganadería ecológicas están reguladas actualmente en Europa por una legislación específica existiendo tres Reglamentos principales: el Reglamento CEE 834/2007 del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento CEE 2092/91; el Reglamento CEE 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento CEE 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control; y el Reglamento CEE 1235/2008 de la Comisión de 8 de diciembre de 2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento CEE 834/2007 del Consejo en lo que se refiere a las importaciones de productos ecológicos procedentes de terceros países. Desde el punto de vista del sistema productivo, serán los dos primeros reglamentos los más importantes, y en especial el 889/2008. La existencia de un marco normativo aceptado internacionalmente es una fortaleza de este modelo productivo, ya que queda bien definido qué es y qué no es un producto ecológico. Pero también puede convertirse en una debilidad, ya que al ser una normativa de mínimos (pues tiene que servir para situaciones y contextos muy diferentes entre sí), puede quedarse simplemente en eso y convertirse en una simple sustitución de insumos, es decir, que lo único que cambie respecto al modelo

convencional sea el hecho de que se usen alimentos ecológicos en lugar de convencionales y que se minimice el uso de sustancias químicas de síntesis. La producción ecológica u orgánica debería ir mucho más allá, e implicar un cambio profundo en la relación entre los diferentes elementos del ecosistema, en la búsqueda de una mayor integración entre ellos, dentro de un marco de relaciones socioeconómicas tendentes a mejorar la sustentabilidad de todo el sistema agroalimentario.

Tanto la agricultura como la ganadería ecológicas han tenido un gran desarrollo en los últimos años. Del total de explotaciones caprinas ecológicas registradas, 479 son de orientación cárnica y tan solo 125 de orientación lechera, a pesar de que en España predomina claramente la orientación lechera frente a la cárnica, cuando nos referimos al caprino convencional (Castel *et al.*, 2012). Sin embargo, el número de queserías ecológicas en España es escaso, localizándose fundamentalmente en Cataluña y Andalucía. Esta es una de las razones por las que el caprino ecológico de orientación lechera ha tenido un desarrollo tan limitado. En general, la leche procedente de cabras en pastoreo es poco valorada, sea o no ecológica, ya que la mayor parte de la misma está destinada a la elaboración de quesos industriales tipo mezcla, en lugar de quesos de granja o quesos artesanos puros de cabra. Otras causas del menor desarrollo de la ganadería caprina ecológica, en general y de la de orientación lechera, en particular, son las debidas a que el caprino lechero tiene una alta dependencia de alimentos suplementarios al pastoreo, especialmente de concentrados, que difícilmente pueden ser producidos dentro de la propia explotación en el caso de España, ya que el ganado caprino suele localizarse en terrenos marginales, poco productivos. El ganadero se encuentra con problemas de suministro, siendo difícil hoy por hoy localizar alimentos certificados en cantidad suficiente, con un buen equilibrio entre la energía y la proteína y con una buena relación calidad/precio.

El consumidor tiene la imagen de la cabra pastoreando en espacios abiertos, por lo que los productos del caprino se asocian a una producción “natural”, a pesar de que buena parte de las explotaciones caprinas españolas están estabuladas. Esta percepción del consumidor hace que éste no valore adecuadamente el hecho de que la leche o la carne haya sido producida de modo ecológico.

Son pocos los ganaderos que realizan una adecuada gestión de su explotación y que llevan correctamente el registro de gastos, ingresos o sucesos productivos y reproductivos. Sin embargo, la toma de datos es esencial para el proceso de certificación ecológica.

A pesar de todo, el hecho de que sigan siendo numerosas las explotaciones caprinas ligadas, en mayor o menor medida, al pastoreo, y de que el queso sea un alimento de calidad cada vez más demandado por la población, hacen pensar que sería posible y deseable fomentar la ganadería caprina ecológica.

4 Influencia de los factores raza, sexo y sistema de producción (alimentación) en la calidad de la canal, de la carne y de la grasa.

Los atributos positivos de la carne de los rumiantes, sensoriales y nutritivos, han sido ensombrecidos en los últimos años tanto por las crisis alimentarias como por la percepción de que suponen un elevado aporte de grasa saturada a la dieta con los efectos negativos sobre la salud que ello conlleva. Estos motivos han llevado a un aumento del interés de los científicos y los productores por intentar acrecentar la apreciación que los consumidores tienen de la carne de los rumiantes mejorando sus cualidades desde el punto de vista de los posibles efectos beneficiosos de su consumo para la salud humana.

Son numerosos los factores que tienen efecto sobre la calidad de la canal, de la carne y de la grasa de los cabritos, entre los cuales, la raza, el sexo y el sistema de producción (alimentación) son algunos de los más destacados. Así mismo, son más numerosos los estudios realizados sobre la calidad de la carne y de la grasa que sobre la calidad de la canal, debido probablemente a las repercusiones sobre la salud pública y cualidades organolépticas para el consumidor.

4.1 Sistema de Producción

El sistema de producción afecta significativamente a la calidad de la canal y atributos de la carne (Johnson y McGowan, 1998; Ryan *et al.*, 2007; Safari *et al.*, 2009; Germano Costa *et al.*, 2008, 2010; Zurita Herrera *et al.*, 2011). Así por ejemplo, Zurita Herrera *et al.*, (2011), comparando cabritos de madres de raza Murciano-Granadina entre los sistemas de producción extensivo, semi intensivo e intensivo, observaron el efecto del sistema de producción en el rendimiento real de la canal, en la longitud de la pierna, las medidas de la canal y en la grasa de los cortes y la canal, diferencias que pueden ser explicadas en parte por las diferencias en la energía de la dieta. En este sentido, los cabritos del sistema intensivo mostraron menos rendimiento (debido al mayor desarrollo del tracto gastrointestinal), los cabritos del sistema extensivo presentaron mayor longitud de pierna y canal (probablemente debido a la mayor

actividad física en los pastizales) y los cabritos de los sistemas de producción semi-intensivo y extensivo mostraron más grasa subcutánea e intermuscular en la canal y sus cortes.

Los distintos niveles de concentrados en la dieta pueden afectar significativamente al color y pH, así como a las pérdidas por cocinado, la ternura y la jugosidad, el olor y el flavor (Argüello *et al.*, 2005; Caputi *et al.*, 2007), además de influenciar en la intensidad del sabor (Germano Costa *et al.*, 2008), en los componentes volátiles y en las cualidades aromáticas (Madruga *et al.*, 2008). Precisamente los compuestos volátiles en la carne han sido ampliamente estudiados por sus efectos favorables o indeseables en el sabor de la carne, o por su potencial para identificar el sistema de alimentación de los animales (Vasta y Priolo, 2006). También el tipo de grasa utilizada en la alimentación de los animales puede afectar. Por ejemplo, una suplementación con grasas protegidas ricas en PUFA, así como los suplementos con semillas con alto contenido en ácido linoleico (LA) (C18:2) y LNA (C18:3) tiene efecto sobre la deposición y distribución de la grasa corporal, aumentando la grasa de cobertura y el desarrollo muscular de las piernas (Sanz-Sampelayo *et al.*, 2006) con cambios en el contenido de mioglobina, en el pH y el color del músculo, así como en los pesos y medidas de la canal (Marinova *et al.*, 2001; 2005).

El perfil de ácidos grasos (FA) está influenciado por el sistema de producción (Johnson y McGowan., 1998; Wood *et al.*, 2003; Coltro *et al.*, 2005; Juárez *et al.*, 2008; Zurita-Herrera *et al.*, 2015). El incremento del contenido en la carne de los rumiantes de ácidos grasos poliinsaturados, en particular los ácidos eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), y en ácido linoleico conjugado (CLA), tiene un notable interés de cara a los consumidores por los reconocidos beneficios para la salud humana derivados del consumo de dichos ácidos grasos. La modificación de los ácidos grasos en los lípidos intramusculares en un sentido favorable para la salud humana es posible y relativamente sencilla a través de la ración que consumen los animales (Nürnberg *et al.*, 1998; Andrae *et al.*, 2001). El éxito radica en el tipo de ración suministrada, en la duración del período de alimentación y en la adecuada elección y utilización de fuentes suplementarias de grasa. No obstante, esto puede repercutir de forma variable sobre el aroma y el sabor (Wood *et al.*, 1999; Elmore *et al.*, 2005; Scollan *et al.*, 2006; Vasta y Priolo, 2006) y la conservación (Scollan, 2003), además de repercutir en la calidad a nivel del rendimiento económico para el ganadero, valoración comercial para el

distribuidor y el detallista y cualidades organolépticas y de salud pública para el consumidor (Martínez Marín, 2007).

La alimentación de los cabritos lactantes está basada exclusivamente en la leche de las madres, y su composición está a su vez influenciada por el sistema de producción (alimentación de las madres). Durante la fase de lactación, los cabritos son funcionalmente no rumiantes y por ello no se produce la biohidrogenación de los ácidos grasos (FA) de la leche antes de su absorción en el intestino, por tanto, el perfil de FA de la carne de los cabritos es un reflejo del perfil de la leche de sus madres (Sanz Sampelayo *et al.*, 2006; Nudda *et al.*, 2008).

Una alimentación de los animales rica en poli-fenoles mejora el contenido de ácidos grasos insaturados totales (UFA) y PUFA, reduce el contenido de ácidos grasos saturados (SFA) y aumenta el potencial antioxidante del músculo (Madhu *et al.*, 2012; Qwele *et al.*, 2013). Con respecto al contenido en CLA, los animales en pastoreo en pastos herbáceos presentan mayores concentraciones de CLA en la leche (Atti *et al.*, 2006; Butler *et al.*, 2008; D'Urso *et al.*, 2008; Lucas *et al.*, 2008; Pajor *et al.*, 2009) y en la carne (Caputi *et al.*, 2007; Paradis *et al.*, 2008; Talpur *et al.*, 2008), comparados con los animales con bajo o ningún grado de pastoreo. Sin embargo, la alimentación con arbustos Mediterráneos o dietas que contienen taninos no incrementan el contenido de CLA en la leche (Tsiplakou *et al.*, 2006; Mancilla-Leytón *et al.*, 2013; Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013) o en la carne (Vasta *et al.*, 2007). Esto puede ser debido al efecto de los taninos en la biohidrogenación ruminal (Vasta *et al.*, 2009, 2010). Una alta concentración de CLA puede también deberse a la alta concentración en los suplementos con semillas de oleaginosas o sus aceites (Sanz Sampelayo *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008).

Los FA de la serie *n*-3 son considerados los más importantes en la dieta para la salud humana. Las recomendaciones actuales incluyen una la dieta con una relación de FA *n*-6: *n*-3 óptima de 2,0-2,5, aunque en la mayoría de los alimentos están comprendidos entre 5,0-10,0 (MacRae *et al.*, 2005). Simopoulos (2002) observó que la relación óptima varía de 1 a 4 dependiendo de la enfermedad considerada. Sin embargo la Organización Mundial de la Salud ha cambiado su recomendación de 5 a 10 (OMS, 1995) al concluir recientemente que no hay una recomendación específica racional para la relación *n*-6: *n*-3 si la ingesta de los ácidos grasos *n*-6 y *n*-3 se encuentran dentro de las recomendaciones establecidas (OMS, 2010). En comparación a los animales alimentados con dietas basadas en concentrados, las cabras alimentadas en sistemas de

pastoreo muestran una proporción mayor de los FA de la serie *n*-3 tanto en la leche (Tsiplakou *et al.*, 2006; D'Urso *et al.*, 2008; Mancilla-Leytón *et al.*, 2013; Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013) como en la grasa y el músculo (Bas *et al.*, 2005).

También se han estudiado dietas con productos reemplazantes de la leche natural. En razas autóctonas, algunos estudios no han observado efecto sobre el peso final de los cabritos (Delgado-Pertíñez *et al.*, 2009a, b). Otros trabajos han mostrado efecto de la dieta con reemplazante en el contenido de humedad, proteínas y color de la carne, aportan más intensidad de olor y flavor, más ternura y jugosidad (Bañon *et al.* 2006). También pueden actuar sobre el perfil de ácidos grasos. Así varios estudios han observado una disminución de la relación SFA/UFA debido al aumento de UFA (C18:1) y la disminución de SFA (C16:0 y C18:0) (Yeom *et al.*, 2004; Bañon *et al.* 2006; De Palo *et al.*, 2015). En un estudio reciente sobre la alimentación con lacto-reemplazantes (16 % de materia seca) de cabritos (Moreno-Indias *et al.*, 2012), la evaluación de la calidad sensorial de la carne ha mostrado que la adición de una alta dosis de DHA (1,8 %) da lugar a carnes con olor y sabor desagradables y puntuaciones bajas de aceptación general, en comparación a dosis bajas (0,9 %), lo que podría indicar que al ser animales muy jóvenes este ácido graso seguramente se depositó en la grasa intramuscular en cantidades altas y eso daría lugar a una peor valoración sensorial.

Apenas existen trabajos que estudien la influencia del sistema de producción ecológico sobre la de calidad de la canal, la carne y la grasa de los cabritos. Cutrignelli *et al.* (2007), comparando cabritos de madres de raza Cilentana estabulados pero llevándolos a pastoreo, y cabritos criados siguiendo el reglamento EU 1804/99 sobre explotaciones ecológicas, y con peso al sacrificio de 12 kg, no se observaron efecto del sistema de producción en la canal caliente, rendimientos y medidas de la canal y composición tisular de la pierna derecha. Sin embargo en otras especies como la ovina, Morbidini *et al.* (2001), en la raza Merina italiana y sacrificados a los 75 días, observó diferencias en la carne de los corderos “ecológicos” y “tradicionales”; mejores características en el sacrificio (mayores rendimientos, mejor calidad de la canal) y en la composición física y química (ternura de la carne cocinada, pérdidas por conservación, pérdidas por cocinado y cenizas) de los corderos ecológicos.

4.2 El Sexo

El sexo tiene una clara influencia significativa en la calidad de la canal y de la carne (Johnson *et al.*, 1995; Todaro *et al.*, 2004; Peña *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2007; Germano Costa *et al.*, 2010; Bonvillani *et al.*, 2010; Zurita Herrera *et al.*, 2011). El peso al nacimiento tiende a ser mayor en los machos, al igual que el peso al sacrificio, con un crecimiento más rápido (Zurita Herrera *et al.*, 2011). Con respecto a la calidad de la canal, Peña *et al.* (2007), estudiando cabritos de madres de raza Florida, observaron efecto del sexo en el peso al sacrificio, peso vivo vacío, HCW/L, peso de la pierna/L, grasa pélvica y renal, y relación músculo/grasa total. Las hembras tienen tendencia a tener más porcentaje de grasa en los depósitos grasos subcutáneos y perirenales, así como en la carne (Johnson *et al.*, 1995; Santos *et al.*, 2007; Germano Costa *et al.*, 2010; Zurita Herrera *et al.*, 2011). También tienden a tener más pérdidas por cocinado y menor pH, según el estudio de Todaro *et al.*, 2004.

El efecto del sexo en la composición de FA es pequeño y se puede explicar por la diferencia en el contenido total de grasa (Wood, 1984). Un mínimo o ningún efecto del sexo se ha descrito en el perfil de FA en la carne (Nudda *et al.*, 2008) o en los depósitos grasos (Rojas *et al.*, 1994; Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004). El contenido total de grasa en el animal y el músculo tiene una influencia importante en la composición de FA debido a las diferencias en lípidos neutros y fosfolípidos (Wood *et al.*, 2008). En el tejido adiposo más del 90% son lípidos neutros o triglicéridos. En el músculo hay mayor proporción de fosfolípidos, con mayor contenido de PUFA, como constituyentes de las membranas celulares (Wood *et al.*, 2008). Matsuoka *et al.* (1997) en cabras de raza Saanen, han observado un mínimo efecto en los depósitos grasos, siendo las diferencias por efecto del sexo en la composición de FA más pronunciadas en fosfolípidos que en lípidos neutros.

El efecto del sexo en los atributos sensoriales no está claro. Kirton (1970), Dawkins *et al.* (2000) y Rodríguez y Teixeira (2009) observaron diferencias significativas entre sexos, mientras que Madruga *et al.* (2008) no observaron diferencias. El estudio de Germano Costa *et al.* (2008) en cabritos de la raza Blanca Serrana Andaluza, señala una diferencia significativa entre los sexos para la dureza, con superioridad en las hembras. En cuanto a la aceptabilidad global que ha merecido el producto, estos autores indican una satisfacción media al ser degustado por jueces entrenados.

4.3 La Raza

La raza y el genotipo tienen efecto significativo en la calidad de la canal y de la carne (Johnson *et al.*, 1995; Dhanda *et al.*, 1999a, b; 2003; Santos *et al.*, 2007; Yilmaz *et al.*, 2009; Lemes *et al.*, 2011; Peña *et al.*, 2011; Browning *et al.*, 2012; Sañudo *et al.*, 2012). Como ya indicaba Sañudo (2008), la raza es un factor que puede hacer variar la calidad del producto y que en muchos casos justifica, por sí sola, la existencia de marcas de calidad. Las razas de aptitud láctea como la Malagueña y la Murciano-Granadina, en comparación a las de aptitud cárnica, presentan cabritos con mayor grado de engrasamiento (Lemes *et al.*, 2011; Horcada *et al.*, 2012). El pH, el color y la textura y las características sensoriales, también se ven influenciados significativamente por el efecto de la raza (Martínez-Cerezo *et al.*, 2005; Lemes *et al.*, 2011; Ngambu *et al.*, 2011).

La composición de FA de los depósitos grasos intramusculares, subcutáneos y perirenales está influenciada por la raza, siendo diferentes en las razas de aptitud láctea y de aptitud cárnica (Horcada *et al.*, 2012). Según este estudio, las razas de aptitud láctea tienen mayores niveles de MUFA y CLA *cis-9, trans-11*, mientras que las razas de aptitud cárnica tienen mayores niveles de SFA. La grasa intramuscular puede ser un factor diferenciador entre los cabritos de razas de aptitud láctea y de aptitud cárnica (Horcada *et al.*, 2012), mientras que el perfil de FA de la grasa perirenal puede ser un elemento diferenciador del sistema de alimentación (Mellado-González *et al.*, 2009).

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

1. Justificación

De acuerdo con la Directiva de la Unión Europea (EC834/ 2007; EC, 2007), el sistema de producción ecológica animal debe cumplir con los siguientes requisitos: contribuir al equilibrio de los sistemas integrándolos en el medio natural, contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible minimizando todo tipo de contaminación, respeto por el bienestar animal, evitar el uso sistemático de sustancias químicas de síntesis y renunciar a la utilización de organismos modificados genéticamente.

El número de explotaciones ecológicas se ha incrementado en los últimos años, debido al aumento del interés de los consumidores por los productos ecológicos, mientras que al mismo tiempo los ganaderos están interesados en la conversión hacia métodos de producción ecológica, motivados por las ayudas de la administración (Hermansen, 2003). Las técnicas de producción ecológica tienen un particular interés en la región Mediterránea, donde la calidad de vida de las zonas rurales depende de salvaguardar agricultura, así como del cuidado y conservación del paisaje y de los pueblos.

Recientemente hay un interés creciente en la conservación de las razas autóctonas criadas en sistemas extensivos o semiextensivos de pastoreo y muchas de estas razas, como es el caso de las razas Payoya y Blanca Andaluza, están consideradas como razas de protección especial (BOE, 2007). Convertir las explotaciones de estas razas en producciones ecológicas puede ser fácil debido a la capacidad de adaptación y resistencia a enfermedades de estas razas autóctonas en un medio ambiente rústico y con escasos recursos nutricionales disponibles de las zonas de sierra en Andalucía. De acuerdo con los requerimientos de los sistemas de producción ecológica, los sistemas caprinos de montaña, cuya alimentación está basada principalmente en el pastoreo (Ruiz *et al.*, 2008), pueden fácilmente transformarse en producciones ecológicas (Mena *et al.*, 2009a, b).

El estudio de las posibilidades de transformación a producciones ecológicas necesita del análisis, no sólo de la viabilidad técnica y económica de los sistemas de producción ecológicos, sino también del análisis de la calidad de sus productos, especialmente de los cabritos.

Ante la necesidad de un profundo cambio en el enfoque con el que se ha abordado hasta ahora la producción agropecuaria, se pretende dar soluciones novedosas a los problemas y encaminarse hacia una producción de alimentos más sostenible. La

ganadería ecológica se presenta como una alternativa real a las producciones mayoritarias, aprovechando los pastos de las zonas marginales, y con una función social, debido a que sirven de ocupación a personas que viven en zonas rurales donde difícilmente podrían realizar otra actividad productiva. La fijación de la población, el mantenimiento de productos típicos como los quesos y su aportación al medio ambiente son cualidades positivas que deben impulsar estrategias para su mantenimiento.

Apenas existen trabajos que estudien la influencia del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) sobre diferentes parámetros de calidad de la canal, de la carne y de la grasa de cabrito, además no se conocen estudios sobre el efecto de los sistemas de producción ecológicos en la calidad de la canal, la carne y la grasa procedente de las razas autóctonas españolas como la Payoya o la Blanca Andaluza.

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo ha sido evaluar el efecto del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) y del sexo sobre diferentes atributos de calidad de la canal, de la carne y de la grasa de cabritos lechales de las razas Payoya y Blanca Andaluza y evaluar la viabilidad de conversión de los sistemas de producción caprina convencionales de sierra a ganadería ecológica.

Este objetivo general se puede desglosar en algunos objetivos concretos y específicos que se indican a continuación:

1. Estudiar el efecto del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) y del sexo en la calidad de la canal (rendimientos de la canal, medidas e índices de conformación de la canal, componentes del 5º cuarto, despiece normalizado de la media canal izquierda y composición tisular de la espalda), en la composición química de la carne (humedad, cenizas, extracto etéreo y proteína bruta) y sobre diferentes atributos de calidad de la carne (pH, color, pérdidas por conservación, capacidad de retención de agua, dureza, pigmento hemínico y pérdidas por cocinado) de cabritos lechales de la raza Payoya
2. Estudiar el efecto del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) y del sexo en la calidad de la canal (iguales parámetros que en objetivo 1), en la composición química de la carne (iguales parámetros que en objetivo 1) y sobre diferentes atributos de calidad de la carne (iguales parámetros que en objetivo 1) de cabritos lechales de la raza Blanca Andaluza.

3. Estudiar el efecto del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) y del sexo en la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular y de los depósitos de grasa perirenal y pélvica de cabritos lechales de la raza Payoya.
4. Estudiar el efecto del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) y del sexo en la composición de ácidos grasos de la grasa intramuscular y de los depósitos de grasa perirenal y pélvica de cabritos lechales de la raza Blanca Andaluza.
5. Estudiar el efecto del sistema de producción (convencional *vs.* ecológico) y de la raza en la calidad sensorial de la carne de cabritos lechales de las razas Payoya y Blanca Andaluza.

RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

Todos los animales utilizados en esta Tesis Doctoral fueron de las razas Payoya y Blanca Andaluza, localizadas en la Sierra Norte de Cádiz y Sierra de Huelva, respectivamente. Según las Asociación de Criadores de la Raza Caprina de ambas razas, el censo de explotaciones en el momento de realizar la Tesis fue de 4 explotaciones ecológicas y 27 convencionales de la raza Payoya y de 16 ecológicas y 33 convencionales de la raza Blanca Andaluza (datos no publicados). En cada una de las razas fueron seleccionadas una explotación de cada sistema de producción, es decir ecológica (con certificación ecológica EC 834/2007) y convencional.

De cada una de de las explotaciones fueron seleccionados 24 cabritos lechales procedentes de partos dobles y de la misma estación (12 machos y 12 hembras). Para el análisis sensorial (objetivo 5 de esta tesis), y por problemas de conservación de las muestras, se utilizaron 21 cabritos lechales: 12 cabritos criados en un sistema ecológico (6 de raza Payoya y 6 de raza Blanca Andaluza) y 9 cabritos criados en un sistema convencional (3 de raza Payoya y 6 de raza Blanca Andaluza). Todos los cabritos tuvieron acceso a las madres durante 18 a 20 horas al día, pero no al suplemento de concentrado para las madres que se suministró en la sala de ordeño.

Las madres en todas las explotaciones experimentales fueron alimentadas en un sistema similar semiextensivo basado en pastos naturales (Ríos-Castaño, 2008; Mena *et al.* 2009a, b). El sistema se caracteriza por tener mucha superficie por animal, una orografía abrupta y difícil, climatología dura, algunos problemas sanitarios y gran parte de la alimentación basada en el pastoreo durante todo el año y suplementada solamente en las etapas de lactación, siendo la principal diferencia el mayor consumo de concentrados por animal y año en las explotaciones convencionales.

De acuerdo con estudio previos de caracterización técnica (Ríos-Castaño, 2008), en el caso de las explotaciones de raza Payoya el consumo de concentrado fue de 1,0 kg por cabeza y día en las convencionales y 0,5 kg por cabeza y día (componentes ecológicos) en las ecológicas. En las explotaciones de la raza Blanca Andaluza fue de 0,6 kg por cabeza y día (compuesto de habas y guisantes) en las convencionales y 0,35 kg por cabeza y día en las ecológicas (concentrado comercial de componentes ecológicos). Los pastos están compuestos por especies de plantas herbáceas, así como de hojas y tallos de árboles y arbustos Mediterráneos, principalmente *Mirtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Cistus salvifolius* y *Arbutus unedo*.

Todos los cabritos fueron sacrificados, con un peso vivo comercial de $8,40 \pm 0,06$ kg y $7,75 \pm 0,11$ kg, en el matadero municipal de Huelva después de $16,33 \pm 0,12$

horas y $21,02 \pm 0,32$ horas de ayuno con libre acceso al agua, para los cabritos de raza Payoya y Blanca Andaluza respectivamente.

Después del sacrificio las canales fueron refrigeradas a 4 °C durante 24 horas, diseccionada la media canal izquierda de acuerdo con el procedimiento de Colomer-Rocher *et al.* (1987) y transportadas en refrigeración a la Universidad de Huelva. La grasa peri-renal y pélvica fue retirada, envasada al vacío y congelada a - 20° C hasta su posterior análisis. Se obtuvieron las piernas, la espalda y el costillar, del cual fue diseccionado el músculo *Longissimus thoracis*, se envasaron al vacío y se congelaron a - 20° C hasta su posterior análisis.

1. Características de la canal y calidad instrumental de la carne de cabritos lactantes convencionales y ecológicos de raza Payoya.

Para investigar las características de la canal y la calidad instrumental de la carne se emplearon un total de 48 cabritos de raza Payoya, 24 de cada sistema de producción (convencional y ecológico) y 24 de cada sexo. De cada cabrito se recogieron los pesos y las medidas de la canal, se realizaron mediciones de pH y color y se tomaron las muestras para realizar los análisis químicos necesarios. A continuación se analizan los resultados obtenidos en este estudio, que se corresponden con el trabajo 1 de la copia completa de las publicaciones y el objetivo 1 de esta tesis doctoral.

Algunas de las variables de conformación y morfología de la canal y rendimiento difieren significativamente entre los sistemas de producción y entre sexos (Tablas 1 y 2). El peso vivo al sacrificio (SLW), peso de la canal caliente (HCW), peso de la canal fría (CCW) ($P < 0,05$) y el peso vivo vacío (EBW) y el rendimiento canal ganadero (HCW/FLW) ($P < 0,01$), fueron mayores en los cabritos convencionales que en los ecológicos. Los rendimientos de la canal y HCW, CCW ($P < 0,05$) fueron mayores en los machos que en las hembras.

En cuanto a las medidas lineales de la canal e índices (Tabla 2), los valores de Th ($P < 0,05$), Th/K ($P < 0,001$) y Th/G ($P < 0,01$) fueron mayores en los cabritos ecológicos. En cuanto al sexo, los valores de K ($P < 0,01$), Th y Leg Weight/F ($P < 0,05$) fueron mayores en los machos que en las hembras. No se observaron interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$) para ninguno de los parámetros anteriores.

Hubo diferencias significativas entre sistemas de producción para algunos componentes del quinto cuarto (Tabla 3). Para los cabritos convencionales, el porcentaje sobre el EBW de la piel ($P < 0,05$) y el timo ($P < 0,01$) fue significativamente mayor que en los cabritos ecológicos. En cambio, el porcentaje sobre EBW de la cabeza ($P < 0,01$) fue significativamente inferior en los cabritos convencionales que en los ecológicos. Además, el porcentaje sobre EBW de los pies ($P < 0,001$) fue significativamente mayor en los machos, mientras que el porcentaje de la sangre ($P < 0,05$) y el tracto gastrointestinal ($P < 0,01$) fue significativamente menor en los machos que en las hembras. No se observaron interacciones entre ambos parámetros ($P > 0,05$).

La proporción de los cortes principales y cortes secundarios de la canal en relación con el peso de la media canal izquierda se vio afectada por el sistema de producción y por el sexo (Tabla 4). El peso de la media canal izquierda y los porcentajes sobre ésta de los bajos y los riñones fueron mayores en los cabritos convencionales ($P < 0,01$). Sin embargo, la espalda, la pierna y los cortes de primera categoría fueron inferiores en los cabritos convencionales que en los ecológicos. Además, la media canal izquierda ($P < 0,05$) fue significativamente mayor en los machos, mientras que el porcentaje de los bajos ($P < 0,01$) y de la grasa perirenal ($P < 0,05$) fue inferior en los machos que en las hembras (Tabla 4). No se observaron interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

El sistema de producción y el sexo de los cabritos lactantes de raza Payoya afectan significativamente en la composición tisular de la espalda (Tabla 5). La grasa intermuscular ($P < 0,01$), la grasa subcutánea y otros tejidos ($P < 0,05$) fueron significativamente mayores en los cabritos convencionales. Mientras que el músculo y hueso ($P < 0,01$) y la relación músculo/grasa ($P < 0,001$) fueron significativamente inferiores en los cabritos convencionales que en los ecológicos. Además, otros tejidos y las pérdidas por conservación ($P < 0,05$) fueron mayores en los machos y sin embargo el músculo y la relación músculo/ hueso ($P < 0,01$) fue inferior. No se observó interacción entre ambos factores ($P > 0,05$).

En cuanto a la composición química del músculo *Triceps brachii*, el sistema de producción no afectó a ninguna de las variables estudiadas ($P > 0,05$) y el sexo sólo afectó al contenido de grasa intramuscular ($P < 0,01$), mostrando mayores valores en las hembras (Tabla 6).

Los factores sistema de producción y sexo no afectaron a los parámetros reológicos estudiados ($P > 0,05$), a excepción de WHC, mostrando interacción entre los dos factores ($P < 0,001$) (Tabla 6). La carne de las hembras del sistema de producción ecológico mostraron

valores mayores (17%) que la carne de las hembras del sistema convencional (13,56%), mientras que no hubo diferencias entre los dos sistemas de producción en la carne de los cabritos machos (mostraron valores estadísticamente similares a los observados en las hembras del sistema de producción ecológico) (Figura 1).

En cuanto al pH, no hubo efecto del sistema de producción y del sexo ($P > 0,05$), pero sí hubo efecto del tiempo ($P < 0,001$) (Tabla 7). Se observó interacción entre el sexo y el tiempo (Figura 2). Se observó una clara reducción de pH en la carne de los cabritos a medida que progresa en tiempo después del sacrificio. Pero de 0 a 45' después del sacrificio los valores de pH fueron mayores en los cabritos machos, mientras que a las 24 y 72h después del sacrificio, no hubo diferencias significativas entre sexos en los valores de pH observados.

En cuanto a las variables de color se han obtenido efectos individuales de los factores sistema de producción, sexo y tiempo después del sacrificio y efectos conjuntos (interacción doble) del sistema de producción con el sexo y el tiempo después del sacrificio (Tabla 7). Hubo diferencias significativas en el factor sexo para las variables de color: L^* mostró mayores valores en machos que en hembras ($P < 0,05$), mientras que el valor de a^* fue mayor en hembras que en machos ($P < 0,01$). Las variables de color a^* , b^* y Chroma se vieron afectadas por el tiempo ($P < 0,001$), experimentando un incremento significativo en sus valores cuando el tiempo después del sacrificio se incrementó de 0 a 24h, y también cuando el tiempo después del sacrificio se incrementó de 24 a 72h, excepto para el valor de a^* . El incremento observado de 0 a 72h después del sacrificio fue de 1,64, 5,72 y 5,40 unidades para a^* , b^* y Chroma, respectivamente.

Se observó interacción entre sistema de producción y sexo para b^* ($P < 0,001$), Chroma ($P < 0,05$) y Hue ($P < 0,01$). Para b^* , hubo diferencias significativas entre sexos en los cabritos convencionales ($9,68 \pm 0,27$ y $7,16 \pm 0,27$ para machos y hembras, respectivamente), pero no en los cabritos ecológicos, en donde ambos sexos mostraron valores inferiores. Para Chroma, hubo diferencias significativas entre sexos en los cabritos ecológicos ($10,16 \pm 0,33$ y $11,37 \pm 0,33$ para machos y hembras, respectivamente), pero no en los cabritos convencionales ($P < 0,05$), donde fueron encontrados los valores más altos, y en Hue no hubo diferencias significativas entre sexos en el sistema de producción ecológico (donde ambos sexos mostraron valores inferiores), aunque hubo diferencias significativas en el sistema de producción convencional ($55,6 \pm 2,44$ y $40,46 \pm 2,44$ para machos y hembras, respectivamente).

Se observó interacción entre sistema de producción y tiempo después del sacrificio para L^* ($P < 0,001$) y Hue ($P < 0,001$). Para L^* (Figura 3), se observaron los mayores valores en los cabritos convencionales en todo el tiempo después del sacrificio en el que se realizaron las mediciones, excepto a las 24h, que fueron mayores los valores de los cabritos ecológicos. Para Hue (Figura 4), hubo diferencias significativas a las 0h, 45' y 24h entre ambos sistemas, siendo los valores superiores en los cabritos del sistema convencional, sin embargo, no hubo diferencias significativas a las 72h.

Tabla 1. Peso vivo en la explotación, peso vivo al sacrificio, peso vivo vacío, pesos de la canal, pérdidas por enfriamiento, rendimientos de la canal y grado de engrasamiento subcutáneo (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.

Item ^a	Sistema Producción (SP)		Sexo (G)		E. S. M. ^b	Significación ^c	
	Convencional (n=24)	Ecológico (n=24)	Macho (n=24)	Hembra (n=24)		SP	S
Peso Vivo Granja (FLW) (Kg)	8,87	8,82	8,90	8,79	0,049	ns	ns
Peso Vivo Sacrificio (SLW) (Kg)	8,52	8,28	8,47	8,32	0,057	*	ns
Peso Vivo Vacío (EBW) (Kg)	8,25	7,92	8,15	8,02	0,055	**	ns
Peso Canal Caliente (HCW) (Kg)	4,58	4,42	4,58	4,41	0,041	*	*
Peso Canal Fría (CCW) (Kg)	4,44	4,29	4,45	4,29	0,039	*	*
Pérdidas Enfriamiento (CH) (%)	3,15	2,74	3,00	2,88	0,270	ns	ns
HCW/FLW (%) (FDP)	51,70	50,01	51,54	50,16	0,312	**	*
HCW/SLW (%) (SDP)	53,87	53,29	54,16	53,02	0,259	ns	*
CCW/SLW (%) (CDP)	52,16	51,83	52,52	51,49	0,268	ns	*
HCW/EBW (%) (RDP)	55,62	55,73	56,39	55,00	0,278	ns	*
CCW/EBW (%) (BDP)	53,86	54,21	54,69	53,41	0,292	ns	*
Engrasamiento Subcutáneo 1-5	1,21	1,04	1,13	1,13	0,048	ns	ns

^a rendimiento canal ganadero (FDP); rendimiento canal matadero (SDP); rendimiento canal comercial (CDP); rendimiento canal real (RDP); rendimiento canal biológico (BDP).

^b Error estándar de la media.

^c ns= no significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$. No se observó interacción entre los factores sistema de producción y sexo ($P > 0,05$).

Tabla 2. Medidas e índices de la canal (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.

Item ^a	Sistema Producción (SP)		Sexo (G)		E.S.M. ^b	Significación ^c	
	Convencional	Ecológico	Macho	Hembra		SP	S
Longitud interna Canal (L) (cm)	42,20	41,90	42,19	41,91	0,228	ns	ns
Longitud externa Canal (K) (cm)	38,75	37,65	38,69	37,71	0,184	**	**
Longitud de la Pierna (F) (cm)	24,44	24,51	24,66	24,28	0,107	ns	ns
Anchura de la Grupa (G) (cm)	9,06	8,83	8,98	8,91	0,065	ns	ns
Perímetro de la Grupa (BG) (cm)	30,41	38,84	29,49	39,76	5,378	ns	ns
Profundidad del Tórax (Th (cm))	16,99	17,37	17,38	16,98	0,092	*	*
Anchura del Tórax (Wr) (cm)	10,55	9,49	10,06	9,99	0,108	***	ns
Perímetro Torácico (PT) (cm)	43,55	43,24	43,72	43,07	0,187	ns	ns
Th/K	0,44	0,46	0,45	0,45	0,003	***	ns
Th/G	1,88	1,97	1,94	1,91	0,017	**	ns
L/G	4,67	4,76	4,71	4,71	0,046	ns	ns
G/F	0,37	0,36	0,36	0,37	0,003	ns	ns
Wr/Th	0,62	0,56	0,58	0,59	0,007	***	ns
CCW/ L	100,37	102,03	100,48	101,92	2,340	ns	ns
HCW/ L	104,41	105,41	104,22	105,61	2,500	ns	ns
Peso de la pierna (LW)/ F	29,58	28,74	29,80	28,53	0,319	ns	*

^a Relación profundidad del tórax / longitud canal externa (Th/ K); relación profundidad del tórax / anchura de grupa (Th/ G); relación longitud canal interna / anchura de grupa (L/ G); índice anchura de grupa / longitud de pierna (G/ F); índice de redondez del pecho (Wr/ Th); índice de compacidad de canal (CCW/ L); índice compacidad de pierna (LW/ F). ^b Error estándar de la media. ^c ns= no significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. No se observó interacción entre los factores sistema de producción y sexo ($P > 0,05$).

Tabla 3. Componentes del Quinto Cuarto (medias y E.S.M) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.

Item (% de Peso Vivo Vacío)	Sistema Producción (SP)		Sexo (G)		E.S.M. ^a	Significación ^b	
	Convencional (n=24)	Ecológico (n=24)	Macho (n=24)	Hembra (n=24)		SP	S
Sangre	4,81	4,74	4,61	4,95	0,072	ns	*
Piel	9,95	9,48	9,83	9,60	0,086	*	ns
Cabeza	6,29	6,59	6,46	6,42	0,052	**	ns
Pies	4,77	4,73	4,90	4,60	0,040	ns	***
Corazón	0,63	0,59	0,60	0,62	0,011	ns	ns
Pulmones y Tráquea	1,70	1,61	1,71	1,60	0,031	ns	ns
Hígado	2,29	2,40	2,35	2,34	0,029	ns	ns
Bazo	0,27	0,27	0,26	0,28	0,009	ns	ns
Timo	0,30	0,24	0,28	0,25	0,012	**	ns
Tracto Gastro-Intestinal	9,61	9,57	9,04	10,14	0,167	ns	**

^a Error estándar de la media.

^b ns= no significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. No se observó interacción entre los factores sistema de producción y sexo ($P > 0,05$).

Tabla 4. Porcentaje de los cortes principales y secundarios de la canal en relación con el peso de la media canal izquierda (medias y E.S.M) de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.

Item ^a	Sistema Producción (SP)		Sexo (S)		E.S.M. ^b	Significación ^c	
	Convencional (n=24)	Ecológico (n=24)	Macho (n=24)	Hembra (n=24)		SP	S
Media Canal Izquierda (Kg)	2,26	2,14	2,25	2,14	0,022	**	*
Espalda (%)	21,69	22,29	21,92	22,06	0,131	*	ns
Pierna (%)	32,01	32,92	32,62	32,31	0,194	*	ns
Cuello (%)	9,77	9,78	9,79	9,76	0,177	ns	ns
Costillar (%)	21,61	21,15	21,45	21,31	0,212	ns	ns
Bajos (%)	9,13	8,57	8,47	9,23	0,142	**	**
Rabo (%)	0,61	0,62	0,60	0,63	0,011	ns	ns
Riñones (%)	1,02	0,91	0,97	0,95	0,020	**	ns
Grasa perirenal	2,53	2,50	2,17	2,86	0,140	ns	*
Grasa pélvica	0,32	0,40	0,38	0,34	0,021	ns	ns
Categoría Extra (%)	53,62	54,07	54,07	53,62	0,236	ns	ns
Categoría Primera (%)	21,69	22,29	21,92	22,06	0,131	*	ns
Categoría Segunda (%)	18,90	17,99	17,90	18,99	0,268	ns	ns

^a Media Canal Izquierda (con Testículos, Riñones y Rabo). Categoría Extra (Piernas y Costillar), Primera (Espalda) y Segunda (Cuello y Bajos).

^b Error estándar de la media.

^c ns= no significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$. No se observó interacción entre los factores sistema de producción y sexo ($P > 0,05$).

Tabla 5. Composición tisular (medias y E.S.M) de la espalda de cabritos lactantes de raza Payoya según el sistema de producción y el sexo.

Item (% del peso de la espalda)	Sistema Producción (SP)		Sexo (G)		E.S.M. ^a	Significación ^b	
	Convencional (n=24)	Ecológico (n=24)	Macho (n=24)	Hembra (n=24)		SP	S
Músculo (%)	57,24	59,75	57,18	59,81	0,433	**	**
Hueso	22,80	24,72	24,19	23,33	0,328	**	ns
Grasa Intermuscular	10,66	8,11	9,60	9,17	0,418	**	ns
Grasa Subcutánea	3,75	2,81	3,36	3,21	0,227	*	ns
Otros Tejidos	5,53	4,61	5,66	4,48	0,255	*	*
Músculo/Hueso	2,53	2,43	2,39	2,57	0,034	ns	**
Músculo/Grasa	4,22	5,85	4,78	5,30	0,237	***	ns
Pérdidas de conservación (%)	2,41	1,99	2,78	1,64	0,228	ns	*
Pérdidas de disección (%)	1,50	1,18	1,45	1,23	0,171	ns	ns

^a Error estándar de la media.

^b ns= no significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. No se observó interacción entre los factores sistema de producción y sexo ($P > 0,05$).

Tabla 6. Composición química y parámetros reológicos (medias y E.S.M.) del músculo *triceps brachii* y *Longissimus* respectivamente, de cabritos lactantes de raza Payoya para el sistema de producción y el sexo.

Item (% de materia seca)	Sistema Producción (SP)		Sexo (G)		E.S.M. ^a	Significación ^b		
	Convencional (n=24)	Ecológico (n=24)	Macho (n=24)	Hembra (n=24)		SP	S	SP*S
Humedad (%)	84,58	85,50	85,33	84,75	0,510	ns	ns	ns
Cenizas (%)	4,88	5,16	4,94	5,10	0,091	ns	ns	ns
Grasa(%)	7,57	7,06	6,64	7,99	0,220	ns	**	ns
Proteína bruta (%)	88,46	89,10	88,75	88,81	0,528	ns	ns	ns
Pérdidas de conservación (%)	2,76	3,03	2,15	3,63	0,587	ns	ns	ns
Pérdidas de cocinado (%)	38,62	38,46	38,74	38,34	0,292	ns	ns	ns
WBSF ^c en carne cocinada (kg/cm ²)	7,17	7,36	6,97	7,55	0,310	ns	ns	ns
CRA ^c (% de agua expelida)	15,80	17,39	18,00	15,28	0,552	*	***	***
Myoglobina (mg/g)	0,56	0,61	0,55	0,62	0,077	ns	ns	ns

^a Error estándar de la media.

^b ns= no significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

^c WBSF: Fuerza de corte Warner–Bratzler; CRA: Capacidad de retención de agua.

Tabla 7. pH y parámetros colorimétricos (medias y E.S.M.) del músculo *Longissimus lumborum* de cabritos lactantes de raza Payoya para el sistema de producción, el sexo y el tiempo post sacrificio.

Item ^d	Sistema Producción (SP)		Sexo (S)		Tiempo (T) ^{a, b}				S.E.M. ^e	Significación ^c					
	Convencional	Ecológico	Macho	Hembra	0h	45'	24h	72h		SP	S	T	SP*S	SP*T	S*T
ph	6,36	6,36	6,39	6,33	6,90a	6,71b	6,05c	5,78d	0,026	ns	ns	***	ns	ns	***
L*	44,25	41,35	43,64	41,99	39,70c	40,54b	45,59a	45,38a	0,485	***	*	***	ns	***	ns
a*	7,37	8,31	7,03	8,65	7,00c	7,49b	8,22a	8,64a	0,342	ns	**	***	ns	ns	ns
b*	8,42	6,37	7,93	6,86	5,37c	5,34c	7,78b	11,09a	0,192	***	***	***	***	ns	ns
Chroma	11,65	10,76	10,99	11,42	9,07c	9,45c	11,83b	14,47a	0,233	**	ns	***	*	ns	ns
Hue (°)	48,04	36,08	46,55	37,57	38,58c	36,50b	40,65c	52,50a	1,528	***	***	***	**	***	ns

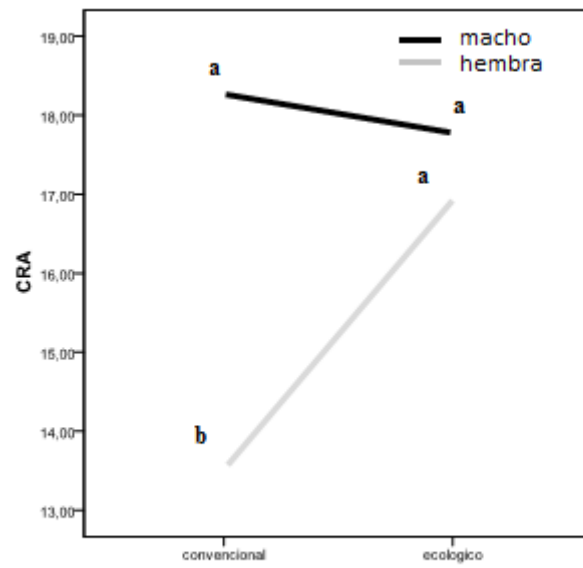
^a 0h, 45', 24h y 72h: medidas tomadas al sacrificio y a los 45', 24 h y 72h respectivamente.

^b Letras diferentes en la misma línea muestran diferencias estadísticas.

^c * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ns: no significativo $P > 0,05$.

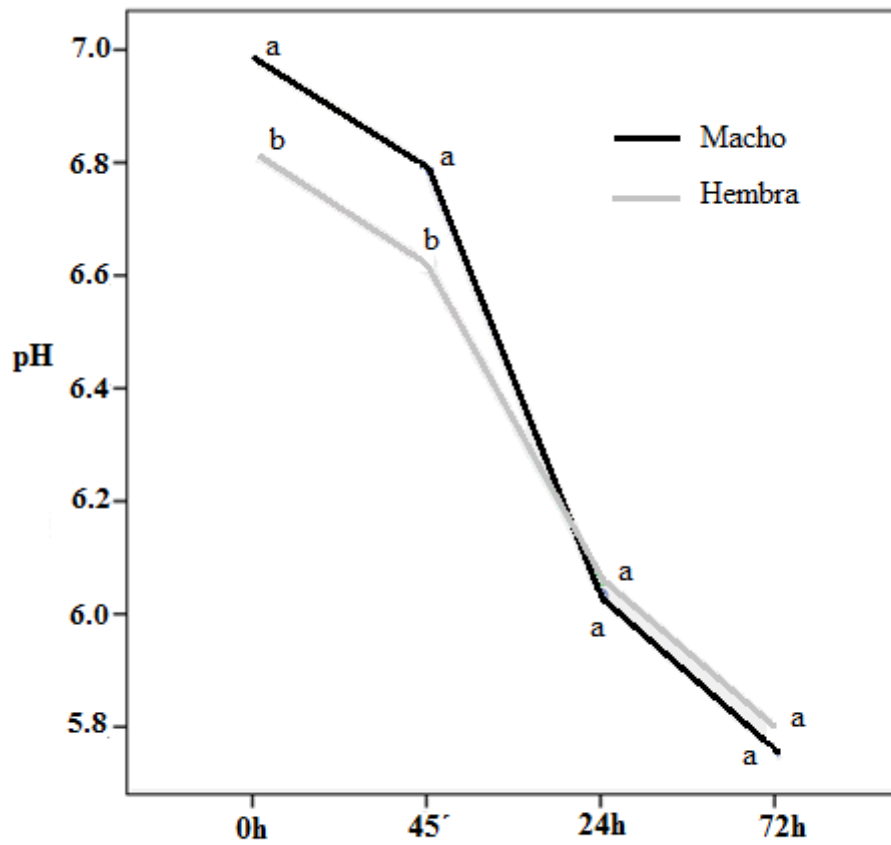
^d Luminosidad (L *); índice de rojo (a *); índice de amarillo (b *); saturación $C^* = (a^*2 + b^*2)^{0,5}$; tono $H^\circ = \arctg(b^*/a^*)$ expresado en grados (CIE, 1986).

^e Error estándar de la media.



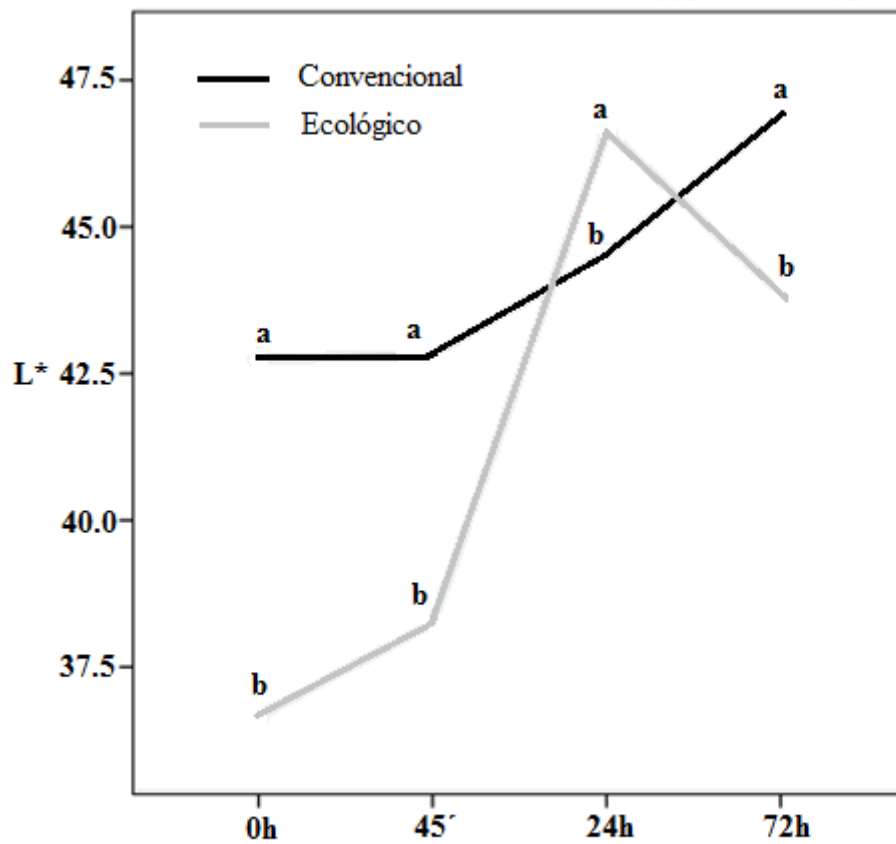
Fueron comparados los valores medios de cada sistema para cada sexo y no difieren los valores con la misma letra ($P>0,05$).

Figura 1. Interacción observada entre el sistema de producción y el sexo para la CRA.



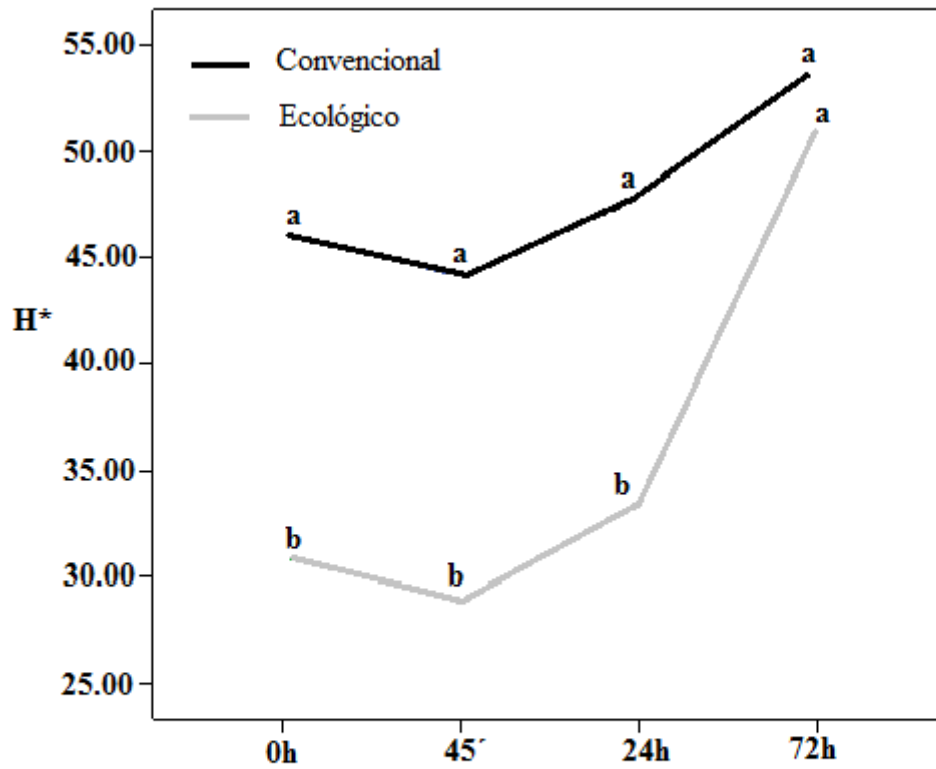
Fueron comparados los valores medios de cada sexo en los distintos tiempos y no difieren los valores con la misma letra ($P > 0,05$).

Figura 2. Interacción observada entre sexo y tiempo después del sacrificio para el pH.



Fueron comparados los valores medios de cada sistema de producción en los distintos tiempos y no difieren los valores con la misma letra ($P > 0,05$)

Figura 3. Interacción observada entre sistema de producción y tiempo después del sacrificio para L*.



Fueron comparados los valores medios de cada sistema de producción en los distintos tiempos y no difieren los valores con la misma letra ($P>0,05$).

Figura 4. Interacción observada entre sistema de producción y tiempo después del sacrificio para Hue.

2. Características de la canal y calidad instrumental de la carne de cabritos lactantes convencionales y ecológicos de raza Blanca Andaluza

Para investigar las características de la canal y la calidad instrumental de la carne se emplearon un total de 48 cabritos de raza Blanca Andaluza, 24 de cada sistema de producción (convencional y ecológico) y 24 de cada sexo. De cada cabrito se recogieron los pesos y las medidas de la canal, se realizaron mediciones de pH y color y se tomaron las muestras para realizar los análisis químicos necesarios. A continuación se analizan los resultados obtenidos en este estudio, que se corresponden con el trabajo 2 de la copia completa de las publicaciones y los objetivos 2 de esta tesis doctoral.

Todos los pesos de los animales y de la canal, las pérdidas por conservación, rendimientos de la canal, grado de engrasamiento subcutáneo y medidas de la canal e índices, no presentan diferencias significativas entre sistemas de producción y sexos, ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$). Las Tablas 8 y 9 muestran las medias totales de cada uno de estos parámetros. No se observaron interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

Ha habido diferencias significativas entre sistemas de producción para algunos componentes del quinto cuanto en relación con el peso vivo vacío (Tabla 10). En los cabritos convencionales, el porcentaje de peso vivo vacío de los pies y el bazo ($P < 0,05$), la sangre y el hígado ($P < 0,01$) y el corazón ($P < 0,001$) fueron significativamente mayores que en los cabritos ecológicos. Además, el porcentaje de peso vivo vacío de la cabeza fue significativamente menor ($P < 0,05$) en los cabritos convencionales que en los ecológicos. No se observaron interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

No se han encontrado diferencias significativas ($P > 0,05$) entre sistemas de producción y sexos en los cortes principales y secundarios de la canal en relación con el peso de la media canal izquierda. La Tabla 11 muestra las medias totales para cada uno de estos parámetros. Se observó una interacción entre ambos factores para la categoría extra ($P < 0,05$). En el sistema de producción ecológico, las hembras han mostrado mayor valor ($55,03 \pm 0,44$ %) que los machos ($52,56 \pm 0,47$ %), mientras que en el sistema convencional no mostró diferencias entre sexos con valores medios.

El sistema de producción y el sexo no difieren significativamente en la composición tisular de la espalda ($P > 0,05$). La Tabla 12 muestra las medias totales para cada uno de estos parámetros.

La Tabla 13 muestra las medias totales de la composición química y parámetros reológicos del músculo *Triceps brachii* y *Longissimus*, respectivamente. El sistema de producción y el sexo no afectó al contenido de humedad, proteína bruta, grasa intramuscular y cenizas ($P > 0,05$ para todas las variables). No se observaron interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

Los otros parámetros reológicos (pérdidas por cocinado, fuerza de corte, WHC y mioglobina) no tuvieron efecto del sistema de producción y del sexo ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

El pH no se vio afectado por el sistema de producción y el sexo ($P > 0,05$), pero sí tuvo efecto del tiempo ($P < 0,001$). Se ha observado un claro descenso del pH desde los 0h-45' a las 72 h postsacrificio (Tabla 14). No se observaron interacciones entre estos factores ($P > 0,05$).

En cuanto a las variables de color (Tabla 14), tuvieron efecto del sistema de producción, excepto Chroma ($P > 0,05$). Los parámetros L^* , b^* y H° mostraron valores mayores en la carne de los cabritos convencionales, mientras que el valor de a^* fue significativamente mayor ($P < 0,01$) en la carne de los cabritos ecológicos. Todas las variables del color tuvieron efecto del tiempo ($P < 0,001$) experimentando un incremento significativo en sus valores cuando el tiempo postsacrificio pasó de 0 a 24 h, excepto para Hue, y también cuando el tiempo postsacrificio pasó de 24 a 72h. El incremento observado desde 0 a 72 h postsacrificio fue de 5,03, 1,92, 3,94, 3,79 y 3,16 unidades para los parámetros L^* , a^* , b^* , Chroma y Hue, respectivamente. No hubo diferencias significativas entre sexos ($P > 0,05$).

Tabla 8. Peso vivo en la explotación, peso vivo al sacrificio, peso vivo vacío, pesos de la canal, pérdidas por conservación, rendimientos de la canal y grado de engrasamiento subcutáneo (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza^a.

Item	Medias	Error estándar de la media
Peso Vivo Granja (FLW) (Kg)	8,26	0,112
Peso Vivo Sacrificio (SLW) (Kg)	7,75	0,107
Peso Vivo Vacío (EBW) (Kg)	7,23	0,119
Peso Canal Caliente (HCW) (Kg)	3,85	0,080
Peso Canal Fría (CCW) (Kg)	3,72	0,082
Pérdidas Conservación (CH) (%)	3,22	0,351
HCW/FLW (%)	46,46	0,651
HCW/SLW (%)	49,47	0,662
CCW/SLW (%)	47,90	0,670
HCW/EBW (%)	53,05	0,426
CCW/EBW (%)	51,37	0,474
Engrasamiento Subcutáneo 1-5	1,23	0,074

^aNo se han observado diferencias significativas entre sistemas de producción y sexos ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

Tabla 9. Medidas e índices de la canal (medias y E.S.M.) de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza^a.

Item ^b	Medias	Error estándar de la media
Longitud interna Canal (L) (cm)	38,91	0,426
Longitud externa Canal (K) (cm)	36,37	0,262
Longitud de la Pierna (F) (cm)	23,89	0,151
Anchura de la Grupa (G) (cm)	8,71	0,114
Perímetro de la Grupa (BG) (cm)	28,97	0,482
Profundidad del Tórax (Th (cm))	17,05	0,103
Anchura del Tórax (Wr) (cm)	9,83	0,125
Perímetro Torácico (PT) (cm)	42,75	0,221
Relación (Th/K)	0,47	0,003
Relación (Th/G)	1,97	0,024
Relación (L/G)	4,77	0,076
Relación (G/F)	0,36	0,005
Índice de redondez del pecho (Wr/Th)	0,58	0,007
Índice de compacidad de la canal (CCW/ L)	85,27	4,287
Índice de compacidad de la pierna (Peso pierna /F)	25,70	0,526

^a No se han observado diferencias significativas entre sistemas de producción y sexos ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

^b Relación profundidad del tórax / longitud canal externa (Th/ K); relación profundidad del tórax / anchura de grupa (Th/ G); relación longitud canal interna / anchura de grupa (L/ G); índice anchura de grupa / longitud de pierna (G/ F).

Tabla 10. Componentes del Quinto Cuarto (medias y E.S.M) de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza según el sistema de producción y el sexo.

Item (% de Peso Vivo Vacío)	Sistema de Producción		Sexo	E.S.M. ^a	Significación ^b
	Convencional (n=24)	Ecológico (n=24)			
Sangre	5,35	5,02	5,20	0,083	**
Piel	10,48	10,51	10,4	0,125	ns
Cabeza	6,87	7,53	7,18	0,127	*
Pies	5,02	4,62	4,83	0,065	*
Corazón	0,63	0,53	0,58	0,011	***
Pulmones y Tráquea.	1,74	1,78	1,76	0,042	ns
Hígado	2,45	2,17	2,32	0,044	**
Bazo	0,27	0,24	0,25	0,007	*
Timo	0,14	0,20	0,17	0,014	ns
Tracto Gastro-	10,56	10,30	10,4	0,306	ns

^a Error estándar de la media.

^b ns= no significativo ($P > 0,05$); * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. No se han observado diferencias significativas entre sexos ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

Tabla 11. Porcentaje de los cortes principales y secundarios de la canal en relación con el peso de la media canal izquierda de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza^a.

Item ^b	Medias	Error estándar de la media
Media Canal Izquierda (Kg)	1,92	0,040
Espalda (%)	22,01	0,225
Pierna (%)	32,24	0,204
Cuello (%)	9,42	0,194
Costillar (%)	21,36	0,342
Bajos (%)	9,64	0,197
Rabo (%)	0,54	0,017
Riñones (%)	1,05	0,024
Grasa perirrenal (%)	1,74	0,203
Grasa pélvica (%)	0,30	0,036
Categoría Extra ^b (%)	53,61	0,334
Categoría Primera (%)	22,01	0,786
Categoría Segunda (%)	19,05	0,244

^a No se han observado diferencias significativas entre sistemas de producción y sexos ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

^b Media Canal Izquierda (con Testículos, Riñones y Rabo). Porcentaje de la media canal izquierda. Categoría Extra (Piernas y Costillar), Primera (Espalda) y Segunda (Cuello y Bajos).

Tabla 12. Composición tisular de la espalda de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza^a.

Item (Porcentaje del peso de la espalda)	Medias	Error estándar de la media.
Músculo (%)	56,71	0,588
Hueso (%)	25,39	0,422
Grasa Intermuscular (%)	9,4	0,635
Grasa Subcutánea (%)	3,72	0,328
Otros Tejidos (%)	4,78	0,220
Músculo/Hueso	2,25	0,039
Músculo/Grasa	5,31	0,880
Pérdidas por conservación (%)	2,13	0,246
Pérdidas por disección (%)	1,16	0,157

^a No se han observado diferencias significativas entre sistemas de producción y sexos ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

Tabla 13. Composición química y reológica del músculo *triceps brachii* y *Longissimus*, respectivamente, de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza^a.

Item	Medias	Error estándar de la media
<i>Triceps brachii</i> . Peso (% Media canal izquierda)	2,48	0,043
<i>Longissimus</i> . Peso (% Media canal izquierda)	5,68	0,079
Humedad (%)	86,47	0,380
Cenizas (%)	4,90	0,077
Grasa (%)	7,90	0,354
Proteínas bruta(%)	7,34	0,558
Pérdidas por conservación (%)	2,26	0,412
Pérdidas por cocinado (%)	37,37	0,683
WBSF ^b en carne cocinada (kg/cm ²)	5,59	0,268
Capacidad de retención de agua (% de agua expelida)	17,49	0,459
Mioglobina (mg/g)	0,63	0,143

^a No se han observado diferencias significativas entre sistemas de producción y sexos ni interacciones entre ambos factores ($P > 0,05$).

^b WBSF: Fuerza de corte Warner–Bratzler.

Tabla 14. pH y parámetros colorimétricos (medias y E.S.M.) del músculo *Longissimus lumborum* de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza para el sistema de producción y el tiempo.

Item ^c	Sistema de producción ^b		Tiempo ^{a,b}				Error estándar de la media
	Convencional (n=24)	Ecológico (n=24)	0h	45'	24h	72h	
pH	6,45a	6,58a	6,93a	6,87a	6,30b	5,98c	0,05
L*	44,46a	40,44b	40,59c	40,61c	42,95b	45,62a	0,51
a*	6,95b	8,42a	6,73c	7,14b	8,22a	8,65a	0,25
b*	9,05a	7,43b	7,01c	6,39d	8,61b	10,95a	0,39
Chroma	11,60a	11,28a	9,93c	9,79c	12,32b	13,72a	0,27
Hue (°)	51,84a	39,16b	46,78b	41,35c	43,93bc	49,94a	1,56

^a 0h, 45', 24h y 72h, medidas tomadas al sacrificio y a los 45', 24 h y 72h respectivamente.

^b Diferentes letras en la misma línea y el mismo factor muestran diferencias estadísticas ($P < 0,001$). No se han observado diferencias significativas entre sexos ni interacciones entre factores ($P > 0,05$).

^c Luminosidad (L*); índice de rojo (a*); índice de amarillo (b*); saturación $C^* = (a^*2 + b^*2)^{0,5}$; tono $H^\circ = \arctg(b^*/a^*)$ expresado en grados (CIE, 1986).

3. Composición de ácidos grasos en el músculo y los depósitos grasos internos en los cabritos convencionales y ecológicos de raza Payoya

Para investigar la composición de FA en el músculo y los depósitos grasos internos se emplearon un total de 48 cabritos de raza Payoya, 24 de cada sistema de producción (convencional y ecológico) y 24 de cada sexo. Por cada cabrito se recogieron las muestras y se analizó la composición de ácidos grasos (FA) de la grasa intramuscular y de los depósitos de grasa perirenal y pélvica. Los resultados obtenidos en este estudio se corresponden con el trabajo 3 de la copia completa de las publicaciones y con el objetivo 3 de esta tesis doctoral.

Los porcentajes de FA individuales y agrupados, en el músculo *Longissimus thoracis* y en la grasa perirenal y pélvica de los cabritos clasificados según el sistema de producción y sexo, se muestran en las Tablas 15 a 17. El contenido de C14: 0 ($P < 0,05$), C18: 1 *trans-11*(VA) ($P < 0,001$), y varios *n-3* FA (EPA, DHA y DPA) fue mayor en la carne de los cabritos ecológicos. Sin embargo, C16: 1 *n-7* ($P < 0,05$), C18: 0 y el índice desaturasa CLA ($P < 0,01$) fueron más bajos en la carne de los cabritos ecológicos. Los depósitos grasos de los cabritos convencionales mostraron mayor porcentaje de CLA ($P < 0,001$), menor índice de desaturasa CLA ($P < 0,05$), menor porcentaje de *n-3* PUFA ($P < 0,001$) y, en consecuencia, mayor relación $n6:n3$ PUFA ($P < 0,001$) que los cabritos ecológicos. Además, los cabritos convencionales muestran un mayor porcentaje de C18: 0 ($P < 0,05$) en la grasa perirenal y un porcentaje importante de C18: 1 *trans-11* (VA) ($P < 0,001$) en los dos depósitos de grasa, que los cabritos ecológicos. El CLA *cis-9 cis-11* no se detectó en los depósitos grasos. El sexo tiene poca influencia en la calidad de la carne de cabrito. En las hembras, las proporciones de C17: 1, C18: 3 *n-3*, ($P < 0,05$) y C18: 1 *trans-11* ($P < 0,01$) fueron mayores y el ácido C18: 0 fue menor ($P < 0,01$) que en los machos. Las hembras tuvieron porcentajes más altos de PUFA, UFA y CLA ($P < 0,05$) y menos SFA ($P < 0,05$) que la carne de los machos. Las hembras convencionales tuvieron mayor CLA *cis-9, trans-11* (RA) que los machos convencionales y que las hembras y machos ecológicos ($P < 0,05$). En cuanto a depósitos de grasa no se observaron diferencias entre hembras y machos para los parámetros más estudiados. Sólo hubo diferencias entre los

grupos para C18:2 *n*-6 *cis*, C18:2 *n*-6 *trans* y *n*-6 PUFA ($P < 0,05$) en la grasa perirenal, y para C16:1 *n*-9 ($P < 0,05$) en la grasa pélvica.

Tabla 15. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en el músculo *Longissimus thoracis* de cabritos lactantes de raza Payoya conforme al sistema de producción y el sexo.

Ácido graso ^a	Sistema Producción (PS)		Sexo (S)		E. S. M ^b	Significación ^c		
	Convencional	Ecológico	Macho	Hembra		SP	S	SP×S
Grasa (g/100 g)	2,08	1,94	1,99	2,02	0,062	ns	ns	ns
C12:0	0,78	0,90	0,86	0,82	0,043	ns	ns	ns
C14:0	4,57	5,17	4,93	4,81	0,128	*	ns	ns
C15:0	0,57	0,49	0,55	0,51	0,055	ns	ns	ns
C16:0	25,61	25,93	25,59	25,95	0,217	ns	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -7	2,36	2,01	2,06	2,30	0,076	*	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -9	0,42	0,48	0,48	0,42	0,042	ns	ns	ns
C17:0	1,32	1,36	1,29	1,39	0,079	ns	ns	ns
C17:1	0,43	0,43	0,38	0,47	0,021	ns	*	ns
C18:0	16,69	15,12	16,63	15,18	0,303	**	**	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>cis</i>	34,02	33,17	33,00	34,18	0,396	ns	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	0,45	0,62	0,47	0,60	0,028	***	**	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>cis</i>	6,75	7,22	7,09	6,87	0,195	ns	ns	ns
C20:0	0,09	0,48	0,27	0,31	0,036	***	ns	ns
C18:3 <i>n</i> -3	0,35	0,31	0,27	0,39	0,026	ns	*	ns
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (RA)	0,33	0,25	0,24	0,34	0,023	ns	*	*
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0,07	0,06	0,06	0,06	0,013	ns	ns	ns
CLA <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -11	0,05	0,05	0,04	0,06	0,009	ns	ns	ns
C21:0	0,05	0,06	0,03	0,07	0,010	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -6	0,15	0,15	0,15	0,13	0,010	ns	ns	ns
C20:4 <i>n</i> -6 (ARA)	1,50	1,44	1,50	1,44	0,110	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -3	1,82	1,65	1,89	1,59	0,088	ns	ns	ns
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	0,24	0,41	0,33	0,32	0,035	*	ns	ns
C22:4 <i>n</i> -6	0,25	0,26	0,25	0,26	0,018	ns	ns	ns
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	0,38	0,79	0,58	0,59	0,049	***	ns	ns
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	0,10	0,19	0,14	0,15	0,015	**	ns	ns
SFA	49,69	49,51	50,15	49,05	0,270	ns	*	ns
MUFA	37,98	37,18	36,83	38,33	0,325	ns	*	ns
PUFA	12,33	13,31	13,02	12,62	0,250	ns	ns	ns
UFA	50,31	50,49	49,85	50,95	0,268	ns	*	ns
CLA	0,45	0,35	0,34	0,46	0,033	ns	*	ns
<i>n</i> -3	2,90	3,35	3,22	3,03	0,131	ns	ns	ns
<i>n</i> -6	8,63	9,07	8,99	8,71	0,191	ns	ns	ns

n6/n3	3,16	2,84	2,99	3,01	0,100	ns	ns	ns
PUFA/SFA	0,25	0,27	0,26	0,26	0,005	ns	ns	ns
UFA/SFA	1,01	1,02	1,00	1,04	0,011	ns	ns	ns
Δ 9C16	0,10	0,09	0,09	0,09	0,003	ns	ns	ns
Δ 9C18	0,67	0,70	0,67	0,69	0,005	ns	ns	ns
Índice CLA	0,40	0,28	0,33	0,35	0,023	**	ns	ns
AI	0,89	0,94	0,93	0,91	0,015	ns	ns	ns
TI	1,46	1,39	1,44	1,40	0,023	ns	ns	ns

^a VA, ácido vacénico; RA, ácido ruménico; ARA, ácido araquidónico; EPA, ácido eicosapentaenoico; DPA, ácido docosapentaenoico; DHA, ácido docosahexaenoico; SFA, ácidos grasos saturados; MUFA, ácidos grasos monoinsaturados; PUFA, ácidos grasos poliinsaturados; UFA, ácidos grasos insaturados; CLA, ácido linoleico total conjugado; CLA *cis*-9, *trans*-11 + CLA *trans*-10, *cis*-12 + CLA *cis*-9, *cis*-11; *n*-3, todo ácido graso con el último doble enlace en el 3º carbono del final del grupo metílico; *n*-6, todo ácido graso con el último doble enlace en el 6º carbono del final del grupo metílico; Δ 9C16, índice desaturasa Δ 9C16=[C16:1 *n*-9 + C16:1 *n*-7]/[C16:0 + C16:1 *n*-9 + C16:1 *n*-7]; Δ 9C18, índice desaturasa Δ 9C18=[C18:1 *n*-9 *cis* + C18:1 *n*-9 *trans*]/[C18:0 + C18:1 *n*-9 *cis* + C18:1 *n*-9 *trans*]; índice CLA, índice desaturasa CLA=[RA]/[VA + RA]; AI, índice de aterogenicidad=[C12:0 + 4 × 14:0 + C16:0]/[MUFA + PUFA]; TI, índice de trombogenicidad=[C14:0 + C16:0 + C18:0]/[0,5 × MUFA + 0,5 × *n*-6-PUFA + 3 × *n*-3-PUFA + (*n*-3-PUFA/*n*-6-PUFA)].

^b Error estándar de la media.

^c * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ns: no significativo, $P > 0,05$. $n=48$, 24 por cada explotación y cada sexo.

Tabla 16. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en el tejido adiposo perirenal de cabritos lactantes de raza Payoya conforme al sistema de producción y el sexo.

Ácido graso ^a	Sistema Producción (SP)		Sexo (S)		E.S.M. ^b	Significación ^c		
	Convencional	Ecológico	Macho	Hembra		SP	S	SP×S
Grasa perirenal (g) ¹	57,17	53,57	48,81	61,93	3,092	ns	*	ns
C12:0	0,80	0,93	0,92	0,81	0,041	ns	ns	ns
C14:0	7,47	7,81	7,76	7,52	0,145	ns	ns	ns
C15:0	0,43	0,41	0,42	0,41	0,014	ns	ns	ns
C16:0	26,47	27,27	26,82	26,92	0,219	ns	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -9	0,84	0,86	0,85	0,85	0,014	ns	ns	ns
C17:0	0,86	0,88	0,86	0,88	0,015	ns	ns	ns
C17:1	0,32	0,37	0,34	0,35	0,010	*	ns	ns
C18:0	24,55	23,48	23,92	24,12	0,234	*	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>cis</i>	30,87	31,41	31,01	31,28	0,195	ns	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>trans</i>	0,82	0,64	0,74	0,73	0,024	***	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	2,05	1,37	1,69	1,73	0,070	***	ns	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>trans</i>	0,23	0,18	0,22	1,19	0,009	ns	*	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>cis</i>	1,71	1,66	1,75	1,62	0,032	ns	*	**
C20:0	0,20	0,23	0,23	0,20	0,007	ns	ns	ns
C18:3 <i>n</i> -3	0,15	0,35	0,26	0,25	0,016	***	ns	ns
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (RA)	0,67	0,52	0,57	0,62	0,018	**	ns	ns
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,001	ns	ns	ns
C21:0	0,02	0,02	0,03	0,02	0,001	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -6	0,02	0,02	0,02	0,02	0,001	ns	ns	ns
C20:4 <i>n</i> -6 (ARA)	0,10	0,09	0,09	0,10	0,003	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,000	ns	ns	ns
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	0,04	0,03	0,04	0,03	0,002	ns	ns	ns
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	0,11	0,15	0,13	0,13	0,005	***	ns	ns
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	0,03	0,05	0,04	0,04	0,002	***	ns	ns
SFA	61,50	61,77	61,70	61,57	0,202	ns	ns	ns
MUFA	35,34	35,10	35,08	35,36	0,186	ns	ns	ns
PUFA	3,16	3,13	3,22	3,07	0,042	ns	ns	ns
UFA	38,50	38,23	38,30	38,43	0,202	ns	ns	ns
CLA	0,69	0,54	0,59	0,64	0,018	***	ns	ns
<i>n</i> -3	0,35	0,59	0,48	0,46	0,020	***	ns	ns
<i>n</i> -6	2,07	1,97	2,11	1,94	0,036	ns	*	*
n6/n3	5,90	3,43	4,70	4,63	0,200	***	ns	ns
PUFA/SFA	0,05	0,05	0,05	0,05	0,001	ns	ns	ns
UFA/SFA	0,63	0,62	0,62	0,62	0,005	ns	ns	ns
∆9C16	0,03	0,03	0,03	0,03	0,000	ns	ns	ns
∆9C18	0,58	0,59	0,58	0,58	0,002	ns	ns	ns

Resumen global de los resultados

Índice CLA	0,25	0,28	0,26	0,27	0,007	*	ns	ns
AI	4,26	4,55	4,48	4,34	0,091	ns	ns	ns
TI	2,94	2,85	2,89	2,90	0,025	ns	ns	ns

^{a,b,c}: ver Tabla 15.

¹Media canal izquierda.

Tabla 17. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en el tejido adiposo pélvico de cabritos lactantes de raza Payoya conforme al sistema de producción y el sexo.

Ácido graso ^a	Sistema Producción (SP)		Sexo (S)		E.S.M. ^b	Significación ^c		
	Convencional	Ecológico	Macho	Hembra		SP	S	SP×S
Grasa pélvica (g) ¹	7,25	8,65	8,58	7,32±	0,471	ns	ns	ns
C12:0	0,74	0,92	0,86	0,81	0,002	**	ns	ns
C14:0	7,36	8,09	7,79	7,64	0,141	**	ns	ns
C15:0	0,39	0,41	0,40	0,40	0,012	ns	ns	ns
C16:0	26,35	27,18	26,70	26,82	0,290	ns	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -9	0,86	0,88	0,84	0,91	0,018	ns	*	ns
C17:0	0,85	0,85	0,84	0,86	0,011	ns	ns	ns
C17:1	0,36	0,37	0,35	0,37	0,007	ns	ns	ns
C18:0	23,47	22,30	22,95	22,85	0,339	ns	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>cis</i>	31,75	32,33	32,11	31,96	0,283	ns	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>trans</i>	0,69	0,71	0,68	0,71	0,020	ns	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	2,36	1,30	1,74	1,95	0,108	***	ns	*
C18:2 <i>n</i> -6 <i>trans</i>	0,21	0,16	0,18	0,19	0,008	ns	ns	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>cis</i>	1,80	1,67	1,76	1,72	0,043	ns	ns	ns
C20:0	0,24	0,23	0,24	0,22	0,005	ns	ns	ns
C18:3 <i>n</i> -3	0,18	0,38	0,29	0,27	0,017	***	ns	ns
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (RA)	0,64	0,52	0,55	0,60	0,018	***	ns	ns
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0,04	0,03	0,04	0,03	0,003	ns	ns	ns
C21:0	0,04	0,03	0,03	0,03	0,002	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -6	0,02	0,02	0,02	0,02	0,001	ns	ns	ns
C20:4 <i>n</i> -6 (ARA)	0,11	0,10	0,10	0,11	0,003	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -3	0,02	0,01	0,01	0,02	0,001	ns	ns	ns
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	0,09	0,03	0,06	0,05	0,006	***	ns	ns
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	0,11	0,17	0,13	0,14	0,007	***	ns	ns
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	0,04	0,05	0,04	0,05	0,003	ns	ns	ns
SFA	60,12	60,72	60,50	60,32	0,279	ns	ns	ns
MUFA	36,52	36,05	36,21	36,37	0,266	ns	ns	ns
PUFA	3,36	3,22	3,28	3,30	0,055	ns	ns	ns
UFA	39,88	39,28	39,50	39,68	0,279	ns	ns	ns
CLA	0,68	0,55	0,59	0,63	0,019	***	ns	ns
<i>n</i> -3	0,43	0,65	0,54	0,53	0,020	***	ns	ns
<i>n</i> -6	2,18	1,98	2,10	2,07	0,050	ns	ns	ns
n6/n3	5,34	3,14	4,21	4,21	0,240	***	ns	ns
PUFA/SFA	0,06	0,05	0,05	0,05	0,001	ns	ns	ns
UFA/SFA	0,66	0,65	0,65	0,66	0,008	ns	ns	ns
Δ9C16	0,03	0,03	0,03	0,03	0,001	ns	ns	ns
Δ9C18	0,60	0,61	0,60	0,60	0,004	ns	ns	ns

Resumen global de los resultados

Índice CLA	0,22	0,29	0,25	0,25	0,007	***	ns	ns
AI	4,04	4,46	4,28	4,21	0,097	*	ns	ns
TI	2,75	2,71	2,73	2,73	0,033	ns	ns	ns

a,b,c: ver Tabla 15

¹Media canal izquierda.

4. Composición de Ácidos grasos en el músculo y tejido adiposo de cabritos convencionales y ecológicos de raza Blanca Andaluza

Para investigar la composición de FA en el músculo y los depósitos grasos internos se emplearon un total de 48 cabritos de raza Blanca Andaluza, 24 de cada sistema de producción (convencional y ecológico) y 24 de cada sexo. Por cada cabrito se recogieron las muestras y se analizó la composición de ácidos grasos (FA) de la grasa intramuscular y de los depósitos de grasa perirenal y pélvica. Los resultados obtenidos en este estudio se corresponden con el trabajo 4 de la copia completa de las publicaciones y con el objetivo 4 de esta tesis doctoral.

Los porcentajes de FA individuales y agrupados, en el músculo *Longissimus thoracis* y en la grasa perirenal y pélvica de los cabritos clasificados según el sistema de producción y sexo, se muestran en las Tablas 18 a 20. No se han observado diferencias significativas en los ácidos individuales y agrupados analizados, entre los dos sexos. Tampoco se observan diferencias significativas en la mayoría de ácidos entre los dos sistemas de producción. Los porcentajes de los ácidos C17:0 ($P < 0,01$), C17:1, C20:1 ($P < 0,001$), ARA ($P < 0,05$), C22:2 ($P < 0,001$), y varios $n-3$ FA (C22:5 $n-3$ DPA y DHA) ($P < 0,001$) fueron mayores en la carne de los cabritos ecológicos que en los convencionales. Por el contrario, los ácidos C12:0 ($P < 0,01$), C18:1 *trans-11* ($P < 0,05$), CLA *cis-9*, *trans-11*, CLA total ($P < 0,01$) y EPA ($P < 0,05$) fueron menores en la carne de los cabritos ecológicos que en los convencionales. Los depósitos grasos de los cabritos convencionales mostraron menor porcentaje de C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C17:1, C18:3 $n-3$ ($P < 0,05$) e índice AI ($P < 0,01$), y mayor porcentaje de C18:0 ($P < 0,001$) que los cabritos ecológicos. En la grasa pélvica, los cabritos convencionales mostraron menor porcentaje de C16:0 ($P < 0,001$), C18:2 $n-6$ *cis*, PUFA, $n-3$ FA y $n-6$ FA ($P < 0,05$), y mayor porcentaje de C18:1 $n-9$ *cis* y MUFA ($P < 0,01$) que los cabritos ecológicos. Además, los cabritos convencionales mostraron un ratio mayor de $n6:n3$ PUFA ($P < 0,05$) en los depósitos grasos perirenales que los cabritos ecológicos. CLA *cis-9*, *cis-11* no fue detectado en los depósitos grasos.

Tabla 18. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos, media \pm E.S.) en el músculo *Longissimus thoracis* de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza conforme al sistema de producción y el sexo.

Ácido graso ^a	Sistema Producción (PS)		Sexo (S)		Significación ^b		
	Convencional	Ecológico	Macho	Hembra	SP	S	SP*S
Grasa (g/100 g)	2,04 \pm 0,07	2,02 \pm 0,07	2,04 \pm 0,07	2,03 \pm 0,07	ns	ns	ns
C12:0	0,87 \pm 0,06	0,65 \pm 0,04	0,77 \pm 0,05	0,75 \pm 0,06	**	ns	ns
C14:0	4,23 \pm 0,19	4,31 \pm 0,17	4,44 \pm 0,17	4,10 \pm 0,18	ns	ns	ns
C15:0	0,43 \pm 0,06	0,39 \pm 0,04	0,38 \pm 0,04	0,44 \pm 0,06	ns	ns	ns
C15:1	0,10 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	0,11 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01	ns	ns	ns
C16:0	25,36 \pm 0,29	24,86 \pm 0,30	25,01 \pm 0,26	25,21 \pm 0,33	ns	ns	ns
C16:1 <i>n-7</i>	1,96 \pm 0,07	1,83 \pm 0,11	1,94 \pm 0,09	1,85 \pm 0,09	ns	ns	ns
C16:1 <i>n-9</i>	0,32 \pm 0,03	0,37 \pm 0,06	0,31 \pm 0,03	0,37 \pm 0,06	ns	ns	ns
C17:0	0,96 \pm 0,07	1,23 \pm 0,06	1,16 \pm 0,08	1,04 \pm 0,07	**	ns	ns
C17:1	0,31 \pm 0,02	0,46 \pm 0,03	0,39 \pm 0,04	0,38 \pm 0,03	***	ns	ns
C18:0	18,16 \pm 0,41	18,28 \pm 0,34	17,98 \pm 0,34	18,47 \pm 0,40	ns	ns	ns
C18:1 <i>n-9 cis</i>	36,64 \pm 0,61	35,40 \pm 0,61	36,19 \pm 0,61	35,86 \pm 0,64	ns	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> 11(VA)	0,32 \pm 0,03	0,21 \pm 0,02	0,28 \pm 0,03	0,27 \pm 0,03	*	ns	ns
C18:2 <i>n-6 cis</i>	4,60 \pm 0,26	5,01 \pm 0,33	4,90 \pm 0,31	4,72 \pm 0,29	ns	ns	ns
C20:0	0,21 \pm 0,09	0,30 \pm 0,13	0,12 \pm 0,01	0,40 \pm 0,16	ns	ns	ns
C20:1	0,32 \pm 0,03	0,48 \pm 0,02	0,41 \pm 0,03	0,39 \pm 0,03	***	ns	ns
C18:3 <i>n-3</i>	0,31 \pm 0,03	0,37 \pm 0,01	0,34 \pm 0,02	0,34 \pm 0,03	ns	ns	ns
CLA <i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11 (RA)	0,32 \pm 0,03	0,20 \pm 0,01	0,23 \pm 0,02	0,29 \pm 0,04	**	ns	ns
CLA <i>trans</i> 10, <i>cis</i> 12	0,05 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	ns	ns	ns
CLA <i>cis</i> 9, <i>cis</i> 11	0,05 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	ns	ns	ns
C21:0	0,11 \pm 0,02	0,07 \pm 0,02	0,11 \pm 0,02	0,07 \pm 0,02	ns	ns	ns
C20:2	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	ns	ns	ns
C20:3 <i>n-6</i>	0,17 \pm 0,02	0,19 \pm 0,02	0,19 \pm 0,02	0,17 \pm 0,02	ns	ns	ns
C20:4 <i>n-6</i> (ARA)	1,06 \pm 0,13	1,54 \pm 0,16	1,37 \pm 0,17	1,22 \pm 0,13	*	ns	ns
C20:3 <i>n-3</i>	1,35 \pm 0,16	1,34 \pm 0,18	1,26 \pm 0,15	1,44 \pm 0,19	ns	ns	ns
C22:2	0,27 \pm 0,03	0,60 \pm 0,04	0,45 \pm 0,06	0,43 \pm 0,04	***	ns	ns
C20:5 <i>n-3</i> (EPA)	0,39 \pm 0,05	0,28 \pm 0,02	0,33 \pm 0,04	0,34 \pm 0,04	*	ns	ns
C22:4 <i>n-6</i>	0,20 \pm 0,03	0,15 \pm 0,02	0,16 \pm 0,02	0,19 \pm 0,03	ns	ns	ns
C22:5 <i>n-3</i> (DPA)	0,73 \pm 0,06	1,03 \pm 0,08	0,91 \pm 0,08	0,85 \pm 0,07	**	ns	ns
C22:6 <i>n-3</i> (DHA)	0,09 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	0,11 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01	**	ns	ns
SFA	50,34 \pm 0,34	50,11 \pm 0,43	49,96 \pm 0,30	50,49 \pm 0,45	ns	ns	ns
MUFA	41,04 \pm 0,52	40,44 \pm 0,63	41,01 \pm 0,55	40,47 \pm 0,60	ns	ns	ns
PUFA	8,61 \pm 0,55	9,45 \pm 0,93	9,02 \pm 0,60	9,04 \pm 0,56	ns	ns	ns
UFA	49,65 \pm 0,33	49,89 \pm 0,42	50,03 \pm 0,29	49,51 \pm 0,45	ns	ns	ns
CLA	0,43 \pm 0,05	0,28 \pm 0,03	0,31 \pm 0,03	0,40 \pm 0,05	**	ns	ns
<i>n-3</i>	2,88 \pm 0,23	3,16 \pm 0,25	2,96 \pm 0,23	3,09 \pm 0,25	ns	ns	ns

Resumen global de los resultados

<i>n</i> -6	4,97±0,29	5,36±,035	5,25±0,33	5,08±0,32	ns	ns	ns
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	1,81±0,07	1,78±0,08	1,83±0,04	1,77±0,09	ns	ns	ns
PUFA/SFA	0,17±0,01	0,18±0,01	0,18±0,01	0,18±0,01	ns	ns	ns
UFA/SFA	0,98±0,01	0,99±0,01	1,00±0,01	0,98±0,01	ns	ns	ns
Δ9C16	0,08±0,01	0,08±0,01	0,08±0,00	0,08±0,00	ns	ns	ns
Δ9C18	0,67±0,01	0,66±0,01	0,67±0,01	0,66±0,01	ns	ns	ns
Índice CLA	0,53±0,05	0,53±0,04	0,51±0,04	0,55±0,04	ns	ns	ns
AI	0,87±0,01	0,86±0,02	0,87±0,02	0,85±0,02	ns	ns	ns
TI	1,49±0,03	1,45±0,03	1,47±0,03	1,48±0,03	ns	ns	ns

^a VA, ácido vacénico; RA, ácido ruménico; ARA, ácido araquidónico; EPA, ácido eicosapentaenoico; DPA, ácido docosapentaenoico; DHA, ácido docosahexaenoico. SFA, ácidos grasos saturados; MUFA, ácidos grasos monoinsaturados; PUFA, ácidos grasos poliinsaturados; UFA, ácidos grasos insaturados; CLA, ácido linoleico total conjugado; Δ9C16, Δ9C16 índice desaturasa; Δ9C18, Δ9C18 índice desaturasa; AI, índice de aterogenicidad; TI, índice de trombogenicidad

^b* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; $P < 0,05$; ns: no significativo, $P > 0,05$.

Tabla 19. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos, media \pm E.S.) en el tejido adiposo perirenal de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza conforme al sistema de producción y el sexo.

Ácido graso ^a	Sistema Producción(SP)		Sexo (S)		Significación ^b		
	Convencion	Ecológico	Macho	Hembra	SP	S	SP×S
Perirenal fat (g, left)	27,89 \pm 5,25	42,65 \pm 6,78	32,02 \pm 4,54	38,52 \pm 7,53	ns	ns	ns
C12:0	0,66 \pm 0,05	1,11 \pm 0,05	0,94 \pm 0,08	0,84 \pm 0,06	***	ns	ns
C14:0	6,86 \pm 0,22	7,66 \pm 0,19	7,24 \pm 0,24	7,29 \pm 0,20	*	ns	ns
C15:0	0,35 \pm 0,02	0,56 \pm 0,01	0,46 \pm 0,03	0,45 \pm 0,03	***	ns	ns
C16:0	26,87 \pm 0,21	26,87 \pm 0,25	26,84 \pm 0,23	26,90 \pm 0,23	ns	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -9	0,72 \pm 0,03	0,82 \pm 0,02	0,79 \pm 0,03	0,76 \pm 0,02	ns	ns	ns
C17:0	0,87 \pm 0,04	1,05 \pm 0,04	0,95 \pm 0,05	0,98 \pm 0,05	**	ns	ns
C17:1	0,28 \pm 0,01	0,45 \pm 0,03	0,37 \pm 0,03	0,36 \pm 0,02	***	ns	ns
C18:0	25,27 \pm 0,27	23,21 \pm 0,30	23,92 \pm 0,35	24,50 \pm 0,36	***	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>cis</i>	31,14 \pm 0,34	30,75 \pm 0,32	31,09 \pm 0,33	30,80 \pm 0,33	ns	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>trans</i>	0,67 \pm 0,03	0,74 \pm 0,04	0,72 \pm 0,03	0,69 \pm 0,05	ns	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	2,04 \pm 0,10	1,86 \pm 0,09	2,00 \pm 0,10	1,90 \pm 0,10	ns	ns	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>trans</i>	0,20 \pm 0,02	0,19 \pm 0,01	0,22 \pm 0,02	0,17 \pm 0,01	ns	ns	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>cis</i>	1,40 \pm 0,11	1,56 \pm 0,07	1,50 \pm 0,10	1,46 \pm 0,08	ns	ns	ns
C20:0	0,32 \pm 0,03	0,31 \pm 0,01	0,30 \pm 0,02	0,32 \pm 0,02	ns	ns	ns
C18:3 <i>n</i> -3	0,19 \pm 0,02	0,28 \pm 0,02	0,25 \pm 0,02	0,22 \pm 0,02	**	ns	ns
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	0,57 \pm 0,03	0,60 \pm 0,02	0,62 \pm 0,02	0,55 \pm 0,02	ns	ns	ns
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	ns	ns	ns
C21:0	0,03 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -6	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	ns	ns	ns
C20:4 <i>n</i> -6 (ARA)	0,08 \pm 0,01	0,06 \pm 0,00	0,07 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -3	0,01 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00	ns	ns	ns
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	0,06 \pm 0,01	0,03 \pm 0,00	0,04 \pm 0,01	0,04 \pm 0,00	ns	ns	ns
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	0,13 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	ns	ns	ns
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	0,04 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	ns	ns	ns
SFA	61,84 \pm 0,30	61,72 \pm 0,32	61,46 \pm 0,30	62,08 \pm 0,31	ns	ns	ns
MUFA	35,36 \pm 0,32	35,24 \pm 0,31	35,52 \pm 0,30	35,08 \pm 0,32	ns	ns	ns
PUFA	2,80 \pm 0,16	3,04 \pm 0,08	3,01 \pm 0,14	2,84 \pm 0,12	ns	ns	ns
UFA	38,16 \pm 0,30	38,28 \pm 0,32	38,54 \pm 0,30	37,92 \pm 0,31	ns	ns	ns
CLA	0,59 \pm 0,03	0,62 \pm 0,02	0,65 \pm 0,02	0,57 \pm 0,02	ns	ns	ns
<i>n</i> -3	0,43 \pm 0,04	0,51 \pm 0,02	0,48 \pm 0,04	0,46 \pm 0,03	ns	ns	ns
<i>n</i> -6	1,74 \pm 0,12	1,87 \pm 0,07	1,84 \pm 0,12	1,77 \pm 0,08	ns	ns	ns
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	4,20 \pm 0,16	3,71 \pm 0,15	3,97 \pm 0,17	3,94 \pm 0,15	*	ns	ns
PUFA/SFA	0,04 \pm 0,00	0,05 \pm 0,00	0,05 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	ns	ns	ns
UFA/SFA	0,62 \pm 0,01	0,62 \pm 0,01	0,63 \pm 0,01	0,61 \pm 0,01	ns	ns	ns
Δ^9 C16	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	ns	ns	ns

Resumen global de los resultados

Δ9C18	0,57±0,00	0,59±0,00	0,58±0,00	0,58±0,01	ns	ns	ns
Índice CLA	0,22±0,01	0,25±0,01	0,24±0,01	0,23±0,01	ns	ns	ns
AI	4,14±0,11	4,63±0,10	4,39±0,13	4,38±0,10	**	ns	ns
TI	2,95±0,04	2,84±0,04	2,85±0,04	2,93±0,04	ns	ns	ns

^{a, b}: ver Tabla 18.

Tabla 20. Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos, media \pm E.S.) en el tejido adiposo pélvico de cabritos lactantes de raza Blanca Andaluza conforme al sistema de producción y el sexo.

Ácido graso ^a	Sistema Producción(SP)		Sexo (S)		Significación ^b		
	Convencion	Ecológico	Macho	Hembra	SP	S	SP×S
Pelvic fat (g. left side)	4,81 \pm 0,84	7,40 \pm 1,27	6,21 \pm 1,19	6,00 \pm 1,03	ns	ns	ns
C12:0	0,60 \pm 0,03	1,11 \pm 0,06	0,88 \pm 0,08	0,84 \pm 0,06	***	ns	*
C14:0	6,60 \pm 0,18	7,55 \pm 0,17	7,06 \pm 0,21	7,11 \pm 0,20	***	ns	ns
C15:0	0,33 \pm 0,02	0,56 \pm 0,02	0,45 \pm 0,03	0,45 \pm 0,03	***	ns	ns
C16:0	25,57 \pm 0,32	27,16 \pm 0,29	26,47 \pm 0,3	26,30 \pm 0,3	***	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -9	0,77 \pm 0,04	0,87 \pm 0,02	0,81 \pm 0,03	0,83 \pm 0,03	ns	ns	ns
C17:0	0,81 \pm 0,03	1,07 \pm 0,04	0,93 \pm 0,04	0,96 \pm 0,04	***	ns	ns
C17:1	0,31 \pm 0,02	0,48 \pm 0,03	0,38 \pm 0,03	0,41 \pm 0,03	***	ns	ns
C18:0	25,42 \pm 0,49	22,17 \pm 0,28	23,56 \pm 0,5	23,96 \pm 0,5	***	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>cis</i>	32,47 \pm 0,28	31,19 \pm 0,32	31,86 \pm 0,3	31,78 \pm 0,3	**	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 <i>trans</i>	0,67 \pm 0,10	0,74 \pm 0,07	0,75 \pm 0,10	0,66 \pm 0,07	ns	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	2,28 \pm 0,17	2,05 \pm 0,21	2,17 \pm 0,18	2,15 \pm 0,21	ns	ns	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>trans</i>	0,14 \pm 0,01	0,15 \pm 0,01	0,15 \pm 0,01	0,15 \pm 0,01	ns	ns	ns
C18:2 <i>n</i> -6 <i>cis</i>	1,34 \pm 0,09	1,59 \pm 0,05	1,48 \pm 0,08	1,46 \pm 0,07	*	ns	ns
C20:0	0,27 \pm 0,02	0,27 \pm 0,01	0,27 \pm 0,01	0,27 \pm 0,01	ns	ns	ns
C18:3 <i>n</i> -3	0,20 \pm 0,02	0,32 \pm 0,01	0,26 \pm 0,02	0,26 \pm 0,02	***	ns	ns
CLA <i>cis</i> -9. <i>trans</i> -11	0,58 \pm 0,02	0,60 \pm 0,03	0,61 \pm 0,02	0,57 \pm 0,03	ns	ns	ns
CLA <i>trans</i> -10. <i>cis</i> -12	0,03 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	ns	ns	ns
C21:0	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -6	0,02 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	ns	ns	ns
C20:4 <i>n</i> -6 (ARA)	0,08 \pm 0,01	0,06 \pm 0,00	0,07 \pm 0,01	0,07 \pm 0,00	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -3	0,01 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00	ns	ns	ns
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	0,12 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01	ns	ns	ns
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	0,11 \pm 0,01	0,15 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	ns	ns	ns
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	0,03 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	0,04 \pm 0,00	ns	ns	ns
SFA	60,24 \pm 0,18	60,93 \pm 0,25	60,50 \pm 0,2	60,69 \pm 0,1	ns	ns	ns
MUFA	37,01 \pm 0,22	35,94 \pm 0,24	36,53 \pm 0,3	36,40 \pm 0,2	**	ns	ns
PUFA	2,74 \pm 0,13	3,13 \pm 0,07	2,98 \pm 0,12	2,90 \pm 0,10	*	ns	ns
UFA	39,76 \pm 0,18	39,07 \pm 0,25	39,50 \pm 0,2	39,31 \pm 0,1	ns	ns	ns
CLA	0,61 \pm 0,02	0,64 \pm 0,03	0,64 \pm 0,02	0,60 \pm 0,03	ns	ns	ns
<i>n</i> -3	0,47 \pm 0,03	0,56 \pm 0,02	0,52 \pm 0,03	0,51 \pm 0,03	*	ns	ns
<i>n</i> -6	1,62 \pm 0,10	1,87 \pm 0,02	1,75 \pm 0,09	1,74 \pm 0,07	*	ns	ns
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	3,59 \pm 0,18	3,39 \pm 0,14	3,47 \pm 0,17	3,50 \pm 0,16	ns	ns	ns
PUFA/SFA	0,04 \pm 0,00	0,05 \pm 0,00	0,05 \pm 0,00	0,05 \pm 0,00	ns	ns	ns
UFA/SFA	0,66 \pm 0,00	0,64 \pm 0,01	0,65 \pm 0,01	0,65 \pm 0,01	ns	ns	ns
Δ^9 C16	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	0,03 \pm 0,00	ns	ns	ns

Resumen global de los resultados

Δ9C18	0,58±0,00	0,60±0,00	0,60±0,00	0,59±0,00	ns	ns	ns
Índice CLA	0,21±0,01	0,24±0,01	0,23±0,01	0,22±0,01	ns	ns	ns
AI	3,73±0,08	4,56±0,11	4,18±0,15	4,13±0,12	***	ns	ns
TI	2,74±0,02	2,72±0,03	2,72±0,03	2,75±0,02	ns	ns	ns

^{a, b}: ver Tabla 18.

5. Calidad sensorial de la carne de cabritos de las razas Blanca Andaluza y Payoya criados en sistemas basados en el pastoreo (ecológico vs. convencional)

Para investigar la calidad sensorial de la carne se han utilizado 21 cabritos lechales: 12 cabritos criados en un sistema ecológico (6 de raza Payoya y 6 de raza Blanca Andaluza) y 9 cabritos criados en un sistema convencional (3 de raza Payoya y 6 de raza Blanca Andaluza). De la pierna de cada cabrito recogida tras el sacrificio, se ha realizado el análisis sensorial utilizando un panel entrenado de catadores. Los resultados obtenidos en este estudio, se corresponden con el trabajo 5 de la copia completa de las publicaciones y con el objetivo 5 de esta tesis doctoral.

En la Tabla 21 se presentan los valores medios de los distintos atributos de calidad estudiados para cada sistema de explotación y raza. El análisis de varianza muestra que la carne procedente de cabritos de raza Blanca Andaluza, en comparación a la raza Payoya, ha mostrado una mayor jugosidad ($P < 0,01$) y una menor intensidad del olor ($P < 0,001$), sin que se observen diferencias, entre ambas razas, para la facilidad de masticación o la intensidad del aroma ($P > 0,05$).

En cuanto a los dos sistemas de producción comparados, todos los atributos de calidad analizados, exceptuando la intensidad del aroma ($P > 0,05$), se han visto afectados. La carne procedente de cabritos criados en sistema ecológico tiene una mayor jugosidad ($P < 0,05$) y una menor intensidad del olor ($P < 0,001$) que la carne procedente de explotación convencional.

La dureza ha mostrado una interacción significativa entre el sistema de explotación y la raza (Tabla 21, Figura 5), de manera que los cabritos de raza Payoya y criados en sistema ecológico mostraron una menor dureza que los criados en sistema convencional ($P < 0,05$) mientras que no se observaron diferencias significativas entre los dos sistemas para la raza Blanca Andaluza ($P > 0,05$). Respecto a la facilidad de masticación, sólo se ha observado efecto del sistema de explotación ($P < 0,001$), mostrando una mayor facilidad a la masticación los cabritos criados en sistema ecológico en comparación a los criados en sistema convencional.

En la Tabla 22 se presentan los resultados del análisis cualitativo para cada una de las razas y en cada sistema de explotación estudiado. De manera general, es importante mencionar que, salvo dos muestras analizadas del sistema convencional,

todas las demás presentaron unas características sensoriales muy agradables para el panel de catadores. En el caso de la raza Blanca Andaluza, los resultados muestran que existen claras diferencias para los descriptores del olor y aroma y sabores básicos para todas las muestras de carne analizadas entre sistema de explotación, excepto una (sesión 3^a). Los animales procedentes del sistema convencional de alimentación fueron descritos en términos de olor y aroma a hígado y cabrito y sabor básico ácido frente a los animales procedentes del sistema ecológico que fueron descritos en términos de olor y aroma a carne de cocido y sabores básicos a metálico. En cambio, en la raza Payoya no se observan claras diferencias entre sistema de explotación para los descriptores de olor y aroma, pero sí para los sabores básicos. En este sentido, la carne convencional resulta metálica mientras que la ecológica puede resultar también más sabrosa y ácida.

Para intentar agrupar las muestras según el sistema de explotación y la raza de procedencia se realizó un análisis de componentes principales. Los dos primeros CP explican casi el 66 % del total de la varianza de los atributos de calidad sensorial (Tabla 23). El CP₁ estaría formado principalmente por las siguientes medidas de la textura de la carne: por un lado la facilidad de masticación y la jugosidad, situada a la derecha del gráfico, y por otro, la dureza situada a la izquierda del gráfico (Figura 6). El CP₂ se caracteriza por la intensidad del olor y del aroma, ambos atributos de calidad situados en la parte superior del gráfico (Figura 6). La Figura 7 muestra la proyección de los cabritos, para los dos sistemas de explotación, en el plano definido por los dos CP. Aunque las muestras de carne han presentado gran variación, el sistema ecológico está preferentemente localizado en la parte derecha (mayor jugosidad y facilidad de masticación y menor dureza) e inferior (menos intensidad de olor y aroma) de la figura, mientras que el sistema convencional se localiza preferentemente en la parte izquierda y superior. La Figura 8 muestra la proyección de los cabritos para las razas, en el plano definido por los dos CP. A pesar de la variabilidad de los datos al igual que para el sistema, se pueden observar dos grupos, uno en la parte inferior del gráfico que se corresponde con la raza Blanca Andaluza (menos intensidad de olor y aroma) y otro a la izquierda del gráfico correspondiente a la raza Payoya (menos jugosidad y facilidad de masticación).

Tabla 21. Valores medios (\pm E.S.M.) de los atributos del análisis sensorial descriptivo cuantitativo de la carne de cabritos lechales clasificados según el sistema de explotación y la raza.

Atributos	Sistema de Explotación(SE)		Raza (R)		Significación ^a		
	Ecológico (n=12)	Convencional (n=9)	Blanca (n=12)	Payoya (n=9)	SE	R	S \times R
Intensidad de olor	5,81 \pm 0,07	6,17 \pm 0,08	5,80 \pm 0,08	6,18 \pm 0,05	***	***	ns
Dureza	4,31 \pm 0,11	4,95 \pm 0,17	4,53 \pm 0,13	4,65 \pm 0,17	***	**	*
Facilidad de masticación	4,97 \pm 0,15	4,45 \pm 0,19	4,91 \pm 0,16	4,52 \pm 0,17	***	ns	ns
Jugosidad	4,14 \pm 0,12	3,75 \pm 0,16	4,22 \pm 0,15	3,65 \pm 0,07	*	**	ns
Intensidad de aroma	5,36 \pm 0,07	5,84 \pm 0,10	5,38 \pm 0,07	5,82 \pm 0,09	ns	ns	ns

^a * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; ns: no significativo, $P > 0,05$. No ha habido efecto significativo del catador.

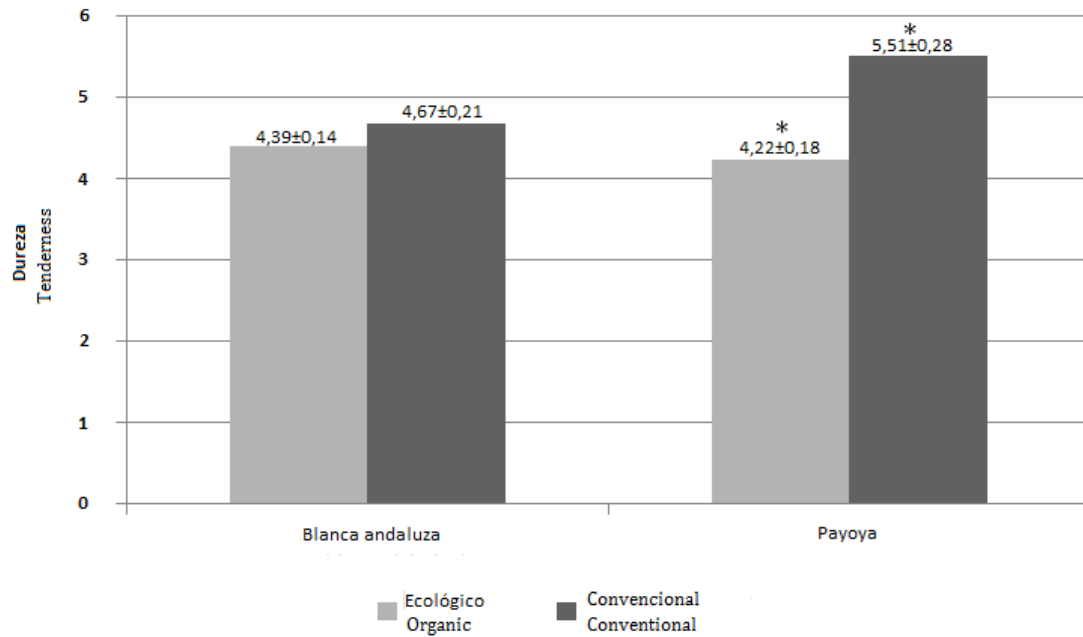


Figura 5. Efecto del sistema de producción ecológico (barras gris claro) y convencional (barras gris oscuro) en la dureza de la carne de cabritos lechales de las razas Blanca Andaluza y Payoya. * Medias para los sistemas ecológico y convencional, dentro de cada raza, son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Tabla 22. Resultados del análisis sensorial cualitativo de la carne de cabritos lechales clasificados según el sistema de explotación y la raza.

Sesión	Blanca Andaluza				Payoya			
	Sistema ecológico (n=6)		Sistema convencional (n=6)		Sistema ecológico (n=6)		Sistema convencional (n=3)	
	Olor y aroma	Sabores básicos	Olor y aroma	Sabores básicos	Olor y aroma	Sabores básicos	Olor y aroma	Sabores básicos
1ª	Carne de cocido	-	Carne de cocido Hígado Cabrito	Sabrosa	Hígado	Metálico	Carne de cocido	-
2ª	Carne de cocido	Sabrosa Umami Metálico	Hígado Cabrito	Ácida	Carne de cocido	Sabrosa Umami	Hígado	Metálico
3ª	Carne de cocido Hígado	-	Carne de cocido Hígado	-	Carne de cocido Hígado Animal	Ácida	Hígado Animal	Metálico
4ª	Carne de cocido	Metálico	Carne de cocido Hígado	Ácida	Carne de cocido Hígado	Sabrosa Metálico		
5ª	Carne de cocido	Metálico	Carne de cocido Hígado Orina	Ácida	Carne de cocido	Sabrosa		
6ª	Carne de cocido	Metálico	Hígado Cabrito	-	Carne de cocido	-		

Tabla 23. Autovalor y varianza explicada para los dos primeros componentes principales de las medidas de calidad sensorial de la carne de cabritos de los dos sistemas de producción y las dos razas.

Componentes	Autovalor	Varianza explicada (%)	Varianza acumulada (%)
1	2,27	37,86	37,86
2	1,67	27,88	65,74

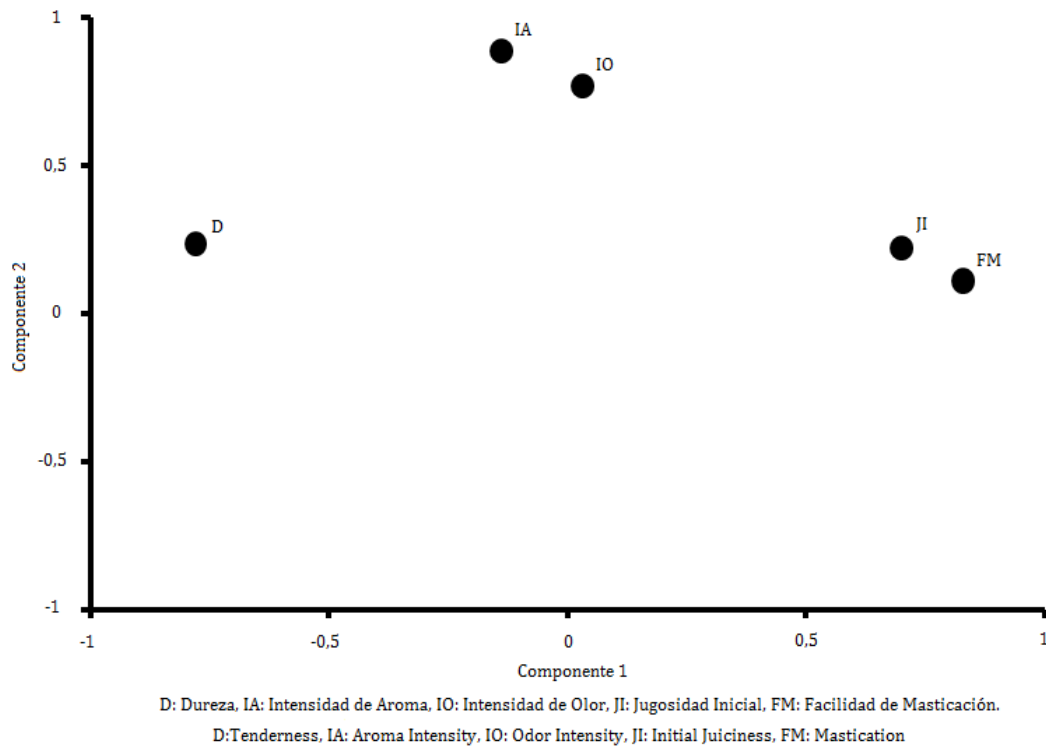


Figura 6. Proyección de los atributos de calidad sensorial de la carne de cabrito en el plano definido por los dos componentes principales.

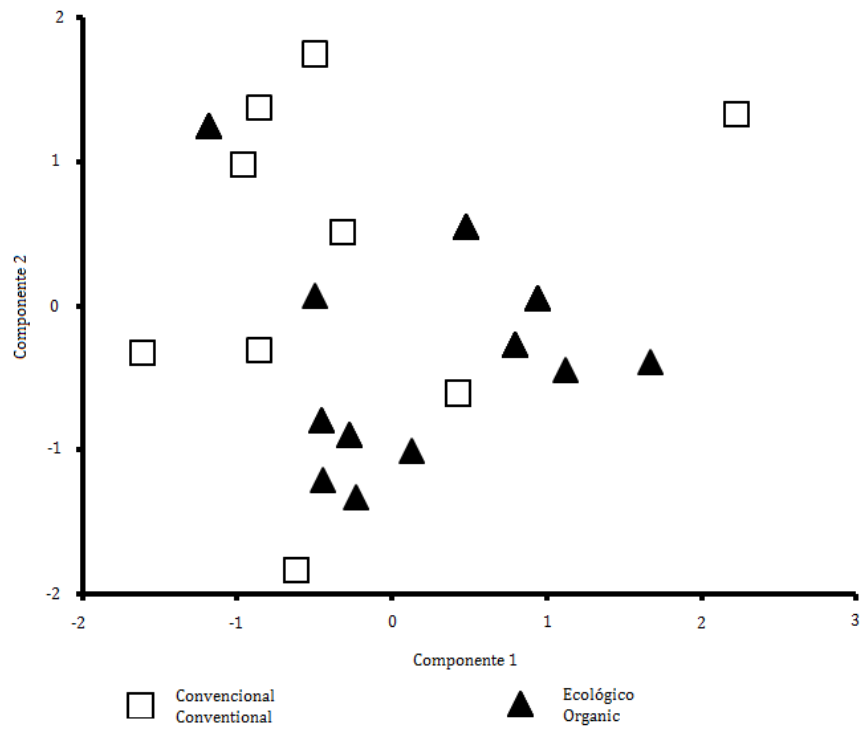


Figura 7. Proyección de los cabritos, para los dos sistemas de producción estudiados, en el plano definido por los dos componentes principales.

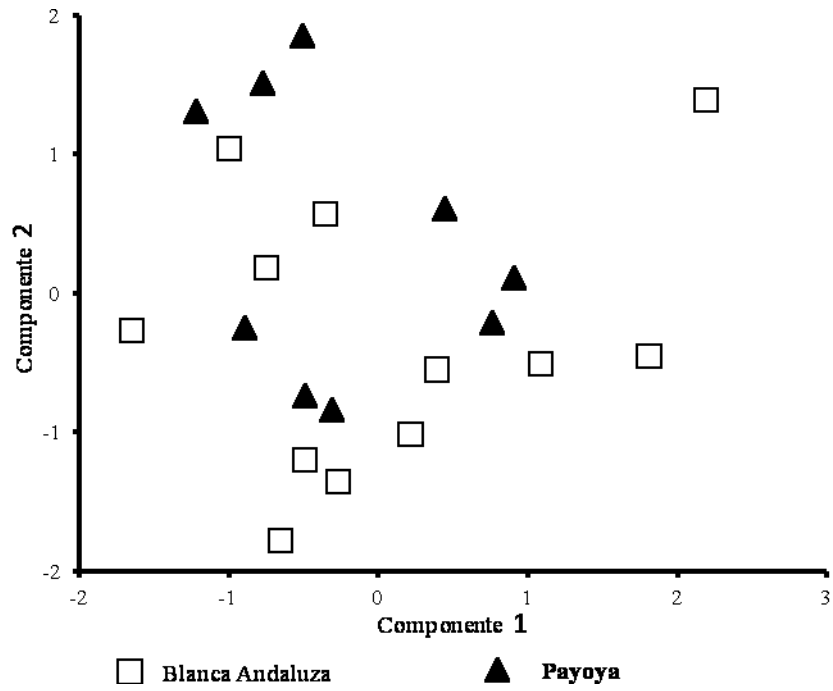


Figura 8. Proyección de los cabritos, para las dos razas estudiadas, en el plano definido por los dos componentes principales.

DISCUSIÓN GLOBAL DE LOS RESULTADOS

Los resultados relacionados con los objetivos de esta tesis doctoral se han obtenido a partir de animales de dos razas, Payoya y Blanca Andaluza en sistemas de explotación convencional y ecológico.

En el estudio actual, los cabritos fueron alimentados exclusivamente con leche de sus madres, y aunque la leche es el único factor que podría influir en los parámetros estudiados, y como no se controló ni la cantidad ni la composición de la leche, ésta tendría que ser monitorizada en futuros estudios. Sin embargo, es importante indicar que la alimentación de las madres únicamente fue algo diferente en el mayor consumo de concentrado por animal en las explotaciones convencionales (0,5 y 0,25 kg adicionales por cabeza y día, para las razas Payoya y Blanca Andaluza, respectivamente) puesto que, en ambos casos, las madres fueron criadas con un sistema semiextensivo muy similar, basado en pastos naturales.

En el caso de los cabritos de raza Blanca Andaluza, sacrificados con un peso medio de $7,75 \pm 0,11$ kg, no hubo ningún efecto en ambos factores estudiados (sistema de producción y sexo), en los pesos, pérdidas por conservación, rendimientos de la canal, grado de engrasamiento subcutáneo, medidas lineales de la canal e índices, porcentaje de contribución de los cortes principales y secundarios de la canal, composición tisular de la espalda, composición química del músculo *Triceps brachii* y parámetros reológicos del músculo *Longissimus*. En la literatura hay pocos estudios que estudien el efecto de estos dos sistemas de producción en la calidad de la canal de la carne de cabrito.

En un estudio similar (Cutrignelli *et al.*, 2007), con grandes diferencias en el sistema de producción, comparando cabritos de madres de raza Cilentana estabulados pero con pastoreo, y cabritos criados siguiendo el reglamento UE 1804/99 sobre explotaciones ecológicas y con mayor peso al sacrificio (12 kg), no se observó efecto del sistema de producción en la canal caliente, rendimientos y medidas de la canal y composición tisular de la pierna derecha. Sin embargo, Morbidini *et al.* (2001), en la raza Merina italiana y sacrificados a los 75 días, observó diferencias en la carne de los corderos “ecológicos” y “tradicionales” con mejores características en el sacrificio (mayores rendimientos, mejor calidad de la canal) y en la composición física y química (terneza de la carne cocinada, pérdidas por conservación, pérdidas por cocinado y cenizas) de los corderos ecológicos. El autor atribuye el menor rendimiento en las canales calientes convencionales al destete precoz y al stress del transporte, especialmente asociados con cambios en la dieta y medio ambiente.

Por otro lado, el sistema de producción tuvo efecto en alguno de los parámetros de calidad de la canal estudiados en este trabajo (pesos, rendimientos, medidas lineales e índices, quinto cuarto, cortes principales y composición tisular) de cabritos de raza Payoya sacrificados con 8.40 ± 0.06 kg de peso vivo.

Para los cabritos de raza Payoya, aunque no hubo diferencias en el peso vivo en granja entre los cabritos de los dos sistemas estudiados (convencional vs ecológico), sin embargo, el LW, HCW, CCW, EBW y FDP fue significativamente mayor en los cabritos convencionales que en los ecológicos. Además, en otros trabajos (Johnson y McGowan, 1998; Ryan *et al.*, 2007; Safari *et al.*, 2009; Mushi *et al.*, 2009; Germano Costa *et al.*, 2010; Liméa *et al.*, 2012) el peso vivo, peso canal y rendimiento fueron significativamente mayores al incrementarse el nivel de concentrado en la dieta de los animales. Sin embargo, en nuestro estudio, donde la dieta de las madres fue similar en ambos sistemas, estas diferencias en los pesos pueden deberse a las mayores pérdidas causadas por el ayuno antes del sacrificio en los cabritos ecológicos, a su vez ocasionadas por un mayor tiempo de ayuno en estos cabritos; además, el peso del tracto gastrointestinal fue el mismo en los cabritos de ambos sistemas.

El HCW y el CCW fueron superiores en los cabritos de raza Payoya machos, lo que a su vez explica los mayores rendimientos encontrados también en este sexo. Estas diferencias podrían ser explicadas por una mayor contribución del peso del tracto gastrointestinal, en el caso de las hembras, al peso vivo vacío (10,1 % de las hembras frente al 9,1 % de los machos). Por el contrario, Peña *et al.* (2007) no encontraron diferencias entre ambos sexos para ninguno de los parámetros anteriores, en cabritos de raza Florida de similar peso al sacrificio. Tampoco, Zurita Herrera *et al.* (2011) encontraron diferencias entre sexos para HCW, CCW, CDP y RDP en cabritos de raza Murciano-Granadina, sacrificados con un peso ligeramente inferior. Los valores de estos parámetros, encontrados en estos trabajos, son similares. Estas discrepancias podrían ser debidas a las diferentes razas autóctonas españolas utilizadas en cada trabajo.

La mayoría de las medidas lineales tomadas sobre la canal de los cabritos de raza Payoya no han sido afectadas por el sistema de producción. Solo hay que resaltar que K y Wr fueron inferiores y Th ligeramente superior en las canales de los cabritos del sistema ecológico y, por tanto, los índices Th/K y Th/G han sido superiores y el índice Wr/Th inferior en estos mismos cabritos. Borghese *et al.* (1990) indican que los animales criados en pequeños establos tienen la longitud de la pierna más corta y Zurita

Herrera *et al.* (2007, 2011) encontraron unos valores inferiores en F, L y G en cabritos criados en el sistema intensivo en comparación con otros sistemas en los que los cabritos acompañaban a sus madres durante el pastoreo. Los valores de estas medidas son similares a los encontrados en nuestro estudio. Las pequeñas diferencias observadas en nuestro trabajo entre ambos sistemas tienen una difícil explicación, puesto que todos los cabritos estuvieron confinados en un alojamiento sin acompañar a las madres durante el pastoreo y por lo tanto la actividad física realizada fue similar y además todos los cabritos también se sacrificaron con similares edades/pesos.

Tampoco el sexo afectó a la gran mayoría de las medidas lineales de la canal, únicamente K, Th e índice de compacidad de la canal, fueron superiores en los cabritos machos de raza Payoya. Estos resultados coinciden mayoritariamente con los encontrados por Peña *et al.* (2007) en cabritos de raza Florida con el mismo peso al sacrificio (7-8 kg). En este trabajo solo se encontraron diferencias significativas entre sexos en HCW/L e índice de compacidad de la canal (superiores valores en el macho). Además, los valores encontrados para la mayoría de las medidas tomadas, en ambos trabajos, fueron muy similares.

La determinación del peso del quinto cuarto es interesante debido a su contribución (> 50%) en el gasto de la energía de mantenimiento (Ortigue, 1991). En nuestro caso, el porcentaje de los componentes del quinto cuarto de los cabritos lactantes de la raza Payoya y Blanca Andaluza mostraron poca variación para los diferentes sistemas estudiados. De acuerdo con nuestro estudio, Germano Costa *et al.* (2010) también encontraron diferencias significativas en la mayoría de estos componentes, entre los animales criados en sistemas intensivos y extensivos en la raza Blanca Serrana Andaluza o Zurita *et al.* (2011), al comparar cabritos de similar peso, de raza Murciano-Granadina y criados en sistemas intensivo, semiintensivo o extensivo. Igualmente, tampoco Cutrinelli *et al.* (2007), comparando los mismos sistemas de producción que en nuestro trabajo, encontraron diferencias en el peso de algunos de estos órganos (piel, hígado y bazo, riñón y vejiga, y tracto digestivo vacío). Los valores encontrados por los autores anteriores han sido muy similares a los encontrados por nosotros. En el caso de los cabritos de raza Blanca Andaluza, los cabritos convencionales tuvieron más peso de los pies, bazo, sangre, hígado y corazón. El peso más ligero de estos órganos en los cabritos ecológico puede ser debido a la disminución de los planes de nutrición provocando una reducción del metabolismo y de los tejidos metabólicamente activos (Wester *et al.*, 1995). En nuestro estudio el suplemento de

concentrado de las madres en las explotaciones ecológicas fue menor que en las convencionales. Ya que los cabritos estuvieron alimentados exclusivamente con la leche de las madres y que la leche es el único factor que influye en los componentes del quinto cuarto, podría explicar las diferencias entre sistemas en estos parámetros.

Aunque el sexo es uno de los principales factores que influyen en el peso del quinto cuarto (Warmington y Kirton, 1990), en nuestro estudio, sólo se observó que los machos de raza Payoya tuvieron pies más pesados y más sangre y tracto gastrointestinal. También, otros autores (Johnson *et al.*, 1995) encontraron que las hembras (peso al sacrificio de las cabras en este estudio fue de 20 + 3,4 kg) tuvieron porcentajes más bajos de los pies. En un estudio similar, Peña *et al.* (2007), en cabritos de raza Florida, con 7-8 kg de peso al sacrificio (Grupo 1), no encontraron efecto del sexo en ninguno los porcentajes de componentes del quinto cuarto.

En cuanto al porcentaje de contribución de los cortes principales y menores de la canal en relación con el peso de la media canal izquierda de los cabritos lactantes de raza Payoya hay que destacar que solo ha habido diferencias estadísticamente significativas en algunas piezas entre ambos sistemas (el porcentaje de contribución de la espalda y la pierna ha sido superior y el porcentaje de bajos inferior en los cabritos ecológicos). Pero, hay que indicar que las pequeñas diferencias encontradas en nuestro trabajo no son biológicamente relevantes. Germano Costa *et al.* (2010) también encontraron diferencias significativas entre sistemas en la espalda, bajos y pierna. Por otro lado, estos valores han sido superiores a los encontrados por otros autores (Zurita *et al.*, 2011) en cabritos de similar peso pero de otra raza (Murciano-Granadina), lo que podría explicar esta discordancia.

El sexo no afectó a los porcentajes de los diferentes cortes, sólo el porcentaje de bajos fue superior en las hembras de raza Payoya. De forma muy similar, Peña *et al.* (2007), con cabritos de raza Florida de 7-8 kg de peso al sacrificio, no encontraron diferencias significativas, entre ambos sexos, para el porcentaje de los cortes principales.

Sólo en los cabritos de raza Payoya, la composición tisular de la espalda se vio afectada por el sistema de producción, de tal forma que los cabritos ecológicos mostraron un mayor porcentaje de músculo y hueso y un menor porcentaje de grasa (intermuscular y subcutánea) y de otros tejidos. Estas diferencias podrían explicarse por un menor aporte energético/proteico en la ración de las madres de estos chivos, puesto

que consumieron 0,5 kg menos de concentrado, lo que pudo transformarse en una menor cantidad de leche tomada por los cabritos o de diferente calidad. Atti *et al.* (2004) concluyeron que los cabritos con una dieta de nivel medio de proteínas (130g de PB/kg MS) depositan relativamente más músculo y menos tejido adiposo que los que recibieron la dieta con nivel alto de proteínas. Por otro lado, se evaluaron por Liméa *et al.* (2012) los efectos de una dieta basada en concentrado en la grasa de la canal de cabras Criollas, las cabras fueron sacrificadas con 22 a 24 kg de peso vivo; las cabras alimentadas con las dietas de concentrado tenían un mayor peso de la canal fría y del peso del tejido adiposo omental, perirrenal e intermuscular. No obstante, para otros autores (Cutrignelli *et al.*, 2007), la composición tisular no estuvo influenciada por el sistema de producción (convencional *vs* ecológico).

En cuanto al sexo, solo la grasa perirenal fue superior en las hembras de raza Payoya pero no hubo diferencias en la grado de engrasamiento subcutáneo, grasa pélvica, intermuscular y subcutánea entre ambos sexos. En cabritos de raza Florida, sacrificados a un peso similar, se encontraron también diferencias solo en la grasa perirenal (Peña *et al.*, 2007). Tampoco encontraron diferencias en la grasa intermuscular y subcutánea de la espalda Zurita *et al.* (2011), aunque sus valores fueron inferiores a los obtenidos en nuestro trabajo. Esto puede explicarse por las diferencias entre razas. Otros autores coinciden en señalar que la canal de las hembras tuvieron mayor porcentaje de grasa que los machos (Zurita Herrera, 2007). Hay que resaltar también que, en nuestro estudio, las hembras de raza Payoya mostraron un mayor porcentaje de músculo en la espalda que los machos y un mayor porcentaje de otros tejidos en el macho. Esto mismo ocurrió en el trabajo de Todaro *et al.* (2004) aunque en el miembro pélvico y con cabritos con un peso al sacrificio ligeramente superior. No obstante, otros autores (Peña *et al.*, 2007), no han encontrado diferencias entre ambos sexos; pero siendo los valores (58-59 %) muy similares a los nuestros a pesar de utilizar una raza diferente. En este trabajo también encontraron un mayor porcentaje de otros tejidos en la hembra, al contrario de lo encontrado por nosotros.

Ni en los cabritos de raza Payoya ni en los de raza Blanca Andaluza hubo efecto del sistema de producción en la composición química y parámetros reológicos, excepto para la capacidad de retención de agua (CRA) del músculo *Longissimus* en los cabritos de raza Payoya, donde hubo interacción del sistema de producción y el sexo; el valor de CRA fue mayor en las hembras del sistema ecológico. En un trabajo previo (Cutrignelli

et al., 2007), la CRA de la carne no estuvo afectada por el sistema de producción. El sexo de los cabritos solo afectó al porcentaje de grasa intramuscular del músculo *Triceps brachii*, siendo superior en el caso de las hembras de raza Payoya. No obstante, Todaro *et al.* (2004) no observaron diferencias entre sexos para la composición química de la carne del miembro pélvico.

En nuestro estudio el pH no estuvo afectado por el sistema de producción y el sexo pero sí estuvo afectado por el factor tiempo. Sin embargo, Caputi *et al.* (2007) encontraron diferencias entre sistemas de producción en los valores de pH, de manera que el valor de pH del músculo *Longissimus lumborum* a los 45' después del sacrificio fue mayor en el sistema de producción intensivo. En nuestro estudio el pH decreció gradualmente a lo largo del tiempo (de 0 minutos a 72 horas después del sacrificio), pero su desarrollo fue diferente en machos que en hembras de la raza Payoya solamente de 0h y 45' después del sacrificio (valores mayores en machos). Este decrecimiento puede ser debido a la producción de ácido láctico por la glucólisis anaeróbica del músculo. El valor de pH fue similar a los obtenidos por otros autores en cabritos lactantes con similar peso al sacrificio (Argüello *et al.*, 2005; Caputi *et al.*, 2007; Bonvillani *et al.*, 2010).

El color de la carne es un parámetro importante que influye en la opción de compra de los consumidores (Zervas y Tsiplakou, 2011) y es bien conocido que la dieta de los animales puede afectar mucho al color de la carne (Priolo *et al.*, 2001). En nuestro trabajo, el color estuvo afectado por el sistema de producción excepto para a* para los cabritos de raza Payoya. Los parámetros luminosidad (L*), índice de rojo (a*) e índice de amarillo (b*) se vieron afectados por la dieta de las madres. En este sentido, los cabritos del sistema convencional, presentan mayores valores de L* y b* (en ambas razas) y valores inferiores de a* (sólo en la raza Blanca Andaluza). Aunque, en cabritos de raza Payoya, en todos los casos el efecto significativo dependió del tiempo en el que se tomó la muestra (L* y Hue) o del sexo (b*, Chroma y Hue).

Los parámetros L* y b* están estrechamente vinculados cuantitativa y cualitativamente con el aspecto de la grasa intramuscular (De Palo *et al.*, 2012; Mancini y Hunt, 2005; Tateo *et al.*, 2013). Consecuentemente las diferencias en la composición de ácidos grasos y en la oxidación pueden estar estrechamente correlacionado con el color de la carne (Emami *et al.*, 2015; Luciano *et al.*, 2009). En cuanto a las diferencias

observadas en la composición de FA en el músculo de los cabritos de nuestro estudio (De la Vega *et al.*, 2013a,b) entre los sistemas de producción, éstas pueden explicar las diferencias en el color de la carne. Sin embargo, Emami *et al.* (2015) afirmaron que el ángulo Hue (H^*), siendo una función de a^* y b^* , da una perspectiva más realista del pardeamiento de la carne que sólo un color. En nuestro estudio, el mayor valor de Hue en la carne de los cabritos convencionales de ambas razas, muestra que esta carne se caracteriza por tener un color más claro. Todos los parámetros de color se incrementaron a lo largo del tiempo (de 0 a 72 horas después del sacrificio). El pH es el factor más importante en la calidad de la carne. La disminución en los valores de pH a lo largo del tiempo puede ser la causa de los cambios de color. El aumento de los valores de Hue con el tiempo, es resultante de la disminución de los valores de a^* respecto a b^* , y a menudo se han utilizado para describir la decoloración de la carne (Lee *et al.*, 2005; Luciano *et al.*, 2009; Renner, 2000; Young *et al.*, 1999).

En nuestro estudio, el sexo tuvo un efecto significativo en el color de la carne sólo en los cabritos de raza Payoya. Bonvillani *et al.* (2010) también observaron diferencias significativas que pueden ser debidas parcialmente a que las canales de las hembras se enfrían más lentamente que la de los machos.

En este estudio, los cabritos han sido alimentados exclusivamente con leche de sus madres, siendo este el principal factor que influye en la composición de ácidos grasos de la carne. Durante la fase de lactación, cuando los cabritos son funcionalmente no rumiantes, no se produce la biohidrogenación ruminal de los FA de la leche antes de la absorción en el intestino y por tanto la composición de FA de la carne es reflejo de la composición en la leche (Sanz-Sampelayo *et al.*, 2006; Nudda *et al.*, 2008).

En el músculo y los depósitos grasos de los cabritos, la proporción de los ácidos grasos mayoritarios (C16:0, C18:0 y C:18:1 *n-9 cis*) es similar a los descritos en otros trabajos realizados en cabritos lactantes (Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008; Horcada *et al.*, 2012), en cabritos destetados (Bas *et al.*, 2005) y en otras especies de rumiantes (Banskalieva *et al.*, 2000). Existen evidencias de las diferencias en la composición de ácidos grasos de los depósitos grasos de los animales. Generalmente hay un progresivo incremento de la saturación de los depósitos grasos desde la periferia hacia el interior (Wood, 1984; Casey y Van Niekerk, 1985; Potchoiba *et al.*, 1990). Además, es evidente la influencia de la raza en el perfil de FA de la grasa intramuscular, subcutánea y de los depósitos grasos (Horcada *et al.*, 2012). Según estos autores, los depósitos de grasa intramuscular son un factor

diferenciador entre razas caprinas de aptitud cárnica y láctea, pero no entre razas de aptitud cárnica.

La proporción de C18:2 *n*-6, C18:3 *n*-3 y el total de PUFA es similar a los descritos en otros estudios en cabritos (Banskalieva *et al.*, 2000; Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004; Bas *et al.*, 2005; Werdi Pratiwi *et al.*, 2007). Sin embargo, la proporción de estos ácidos es inferior a las descritas en otros estudio (Yeom *et al.*, 2002; Nudda *et al.*, 2008) debido a la alta concentración de C18:2 *n*-6 y C18:3 *n*-3 en el suplemento de la alimentación de las madres utilizado en estos últimos trabajos.

El contenido en CLA en el músculo y los depósitos grasos fue similar o ligeramente superior que los descritos por Todaro *et al.* (2004) en la grasa pélvica de cabritos lactantes, pero inferior a los descritos en la grasa intramuscular de cabritos lactantes de madres en lactación con dietas suplementadas con concentrados ricos en C18:2 y C18:3 (Nudda *et al.*, 2008) o con grasas protegidas ricas en PUFA (Sanz Sampelayo *et al.*, 2006). También fue inferior al descrito en la grasa intramuscular por Horcada *et al.* (2012), en diferentes razas españolas, sin embargo, los autores no especifican la alimentación y especialmente la suplementación, la cual es importante para explicar las diferencias encontradas. Los animales en pastoreo en pastos más herbáceos presentan mayores concentraciones de CLA en la leche (Atti *et al.*, 2006; Butler *et al.*, 2008; D'Urso *et al.*, 2008; Lucas *et al.*, 2008; Pajor *et al.*, 2009) y en la carne (Caputi *et al.*, 2007; Paradis *et al.*, 2008; Talpur *et al.*, 2008), comparados con los animales con bajo o ningún grado de pastoreo. Sin embargo, la alimentación con arbustos Mediterráneos en la dieta o dietas que contienen taninos no incrementan el contenido de CLA en la leche (Tsiplakou *et al.*, 2006; Mancilla-Leytón *et al.*, 2013; Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013) o en la carne (Vasta *et al.*, 2007). Estos resultados pueden ser debidos al efecto de los taninos en la biohidrogenación ruminal (Vasta *et al.*, 2009, 2010) y podrían explicar la falta de efecto en la carne de los cabritos de la presenta tesis que fueron alimentados exclusivamente con la leche de sus madres.

Una alta concentración de CLA puede también deberse a la alta concentración en los suplementos con semillas de oleaginosas o sus aceites (Sanz Sampelayo *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008). Nudda *et al.* (2008) encuentran además una relación entre la concentración de VA, RA y ácido linolénico en el músculo de los cabritos lactantes y la leche de sus madres. Del mismo modo, la mayor cantidad de concentrado rico en C18:2 y PUFA en la dieta de las madres en lactación de los sistemas convencionales (datos no mostrados), puede explicar el mayor contenido en CLA en los depósitos grasos y la

carne de los cabritos, convencionales. También pueden deberse a las diferencias en la ingestión y en la composición nutricional de los pastos, aspectos que deben ser analizados en futuros estudios. Sin embargo y en los cabritos de la raza Payoya, el índice CLA desaturasa fue mayor en el músculo de los cabritos convencionales, mientras lo contrario ocurrió en los depósitos grasos. Por un lado, en los cabritos cuyas madres han sido alimentadas con dietas ricas en concentrados, la desaturación del VA a CLA ocurre antes en el músculo que en glándula mamaria (Nudda *et al.*, 2008), probablemente como respuesta a un incremento en la expresión del gen desaturasa inducido por la insulina (Daniel *et al.*, 2004), y esto podría explicar el mayor valor del índice CLA desaturasa en el músculo de los cabritos convencionales. Por otro lado, una baja actividad desaturasa asociada con un alto contenido de RA en la grasa de la leche (Morales *et al.*, 2000) y en los tejidos (Palmquist *et al.*, 2004) ya ha sido descrito y puede explicar la baja actividad desaturasa en los depósitos grasos de los cabritos convencionales. Estas diferencias entre los tejidos sugieren diferencias en el control del metabolismo de la deposición de la grasa y necesita de nuevos estudios para determinarse.

Los FA de la serie *n*-3 son considerados los más importantes en la dieta para la salud humana. Las recomendaciones actuales incluyen una dieta con una relación de FA *n*-6: *n*-3 óptima de 2,0-2,5, aunque en la mayoría de los alimentos están comprendidos entre 5,0-10,0 (MacRae *et al.*, 2005). Simopoulos (2002) observó que la relación óptima varía de 1 a 4 dependiendo de la enfermedad considerada. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud ha cambiado su recomendación de 5 a 10 (OMS, 1995) al concluir recientemente que no hay una recomendación específica racional para la relación *n*-6: *n*-3 si la ingesta de los ácidos grasos *n*-6 y *n*-3 se encuentran dentro de las recomendaciones establecidas (OMS, 2010). En el presente estudio la relación *n*-6: *n*-3 PUFA fue inferior a las descritas en otros estudios en cabritos (Todaro *et al.*, 2004; Sanz Sampelayo *et al.*, 2006; Nudda *et al.*, 2008), aunque comparable a las descritas en los depósitos grasos y músculo de animales en pastoreo (Bas *et al.*, 2005; Horcada *et al.*, 2012). En la carne y especialmente en los depósitos grasos de los cabritos ecológicos hay mayor porcentaje de FA de la serie *n*-3 que en la carne de los cabritos convencionales, probablemente consecuencia del mayor grado de pastoreo y menos cantidad de suplemento en la dieta de las madres del sistema ecológico. Las cabras alimentadas con pastos, hojas y arbustos (Bas *et al.*, 2005), y ovejas con dietas basadas en pastos herbáceos (Bas & Morand-Fehr, 2000), muestran una proporción mayor de los

FA de la serie *n*-3 en la grasa y el músculo, que los animales alimentados con dietas basadas en concentrados. Además, se ha descrito una correlación positiva entre el porcentaje de energía neta obtenida en el pastoreo con arbustos mediterráneos y el contenido total de la mayoría de *n*-3 FAs, y una correlación negativa con el índice *n*-6: *n*-3 (Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013).

Debido al riesgo de aterogénesis del FA C16:0, la grasa con alto índice de aterogenicidad se considera perjudicial para la salud humana (Ulbricht y Southgate, 1991). Excepto en la grasa pélvica, en este estudio no hay diferencias significativas en el índice de aterogenicidad de los cabritos de madres de los sistemas convencional y ecológico. No hay trabajos sobre este índice en cabritos, sin embargo, los valores encontrados en los cabritos de ambos sistemas fueron inferiores a los descritos en leche de ovejas con dietas basadas en pastos mediterráneos (Addis *et al.*, 2005). El bajo contenido en grasa y el perfil de FA (especialmente el contenido en PUFA y el índice *n*-6: *n*-3 PUFA) de la carne de los cabritos en ambos sistemas de producción, indica el carácter beneficioso de esta carne respecto a la salud humana.

El efecto del sexo en el perfil de ácidos grasos de la carne es inconsistente (Banskalieva *et al.*, 2000). Un mínimo o ningún efecto del sexo se ha descrito en el perfil de FA en la carne (Nudda *et al.*, 2008) o en los depósitos grasos (Rojas *et al.*, 1994; Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004). De acuerdo con nuestros resultados, Banskalieva *et al.* (2000) describe mayores niveles de C18:1 y menores de C18:0 en la carne de las hembras que en la de los machos. Mahgoub *et al.* (2002) y Santos *et al.* (2007) describen que la carne de los machos tienen mayores niveles de C15:0, C18:2 y C18:3, pero inferiores niveles del total de C10:0, C14:0, C16:0, C18:0 y C18:1 que la carne de las hembras. El efecto del sexo en la composición de FA es pequeño y se puede explicar por la diferencia en el contenido total de grasa (Wood, 1984). El contenido total de grasa en el animal y el músculo tiene una influencia importante en la composición de FA debido a las diferencias en lípidos neutros y fosfolípidos (Wood *et al.*, 2008). En el tejido adiposo más del 90% son lípidos neutros o triglicéridos. En el músculo hay mayor proporción de fosfolípidos, con mayor contenido de PUFA, como constituyentes de las membranas celulares (Wood *et al.*, 2008). En el presente estudio, se ha observado un mínimo efecto en los depósitos grasos, al igual que en los resultados descritos por Matsuoka *et al.* (1997) en cabras de raza Saanen, los cuales muestran que las diferencias por efecto del sexo en la composición de FA son más pronunciadas en fosfolípidos que en lípidos neutros.

Apenas hay publicaciones que estudien la calidad sensorial de las dos razas autóctonas estudiadas en el presente trabajo y ninguno que las compare. La carne procedente de cabritos de raza Blanca Andaluza, en comparación a la raza Payoya, ha mostrado una mayor jugosidad y una menor intensidad del olor. Algunos autores también han encontrado algunas diferencias sensoriales entre razas o diferentes genotipos (Lemes *et al.*, 2011; Ngambu *et al.*, 2011). Como ya indicaba Sañudo (2008), la raza es un factor que puede hacer variar la calidad del producto y que en muchos casos justifica, por si sola, la existencia de marcas de calidad.

En cuanto a los dos sistemas de producción comparados, todos los atributos de calidad analizados, exceptuando la intensidad del aroma, se han visto afectados. Aunque no tenemos referencia de trabajos similares publicados para establecer diferencias en los atributos de calidad entre los cabritos lechales pertenecientes a ambos sistemas, sí hay algunos trabajos que han estudiado las diferencias observadas entre diferentes regímenes de alimentación. Germano Costa *et al.* (2008), estudiando similares atributos de calidad sensorial en cabritos de raza Blanca Andaluza, pero de mayor peso (19 kg) que la de los cabritos del presente estudio, solamente encontraron diferencias para la intensidad del sabor en los cabritos criados en sistemas intensivos (6,24) en comparación a los criados en sistemas extensivos (5,18), explicando estas diferencias en función de un mayor contenido en grasa en los cabritos criados en sistema intensivo. Por otro lado, hay autores que también han encontrado diferencias sensoriales en la carne de cabritos lechales alimentados con leche natural o con un lacto-reemplazante, observando un mayor olor y flavor en los cabritos alimentados con este último, a pesar de no encontrar diferencias en el porcentaje de grasa intramuscular entre las dos dietas (Bañon *et al.*, 2006). Estos autores indican que las diferencias podrían estar relacionadas con las variaciones en el grado de insaturación de esa grasa intramuscular, como consecuencia de las diferencias en la alimentación. En el presente trabajo y de forma general la alimentación recibida por las madres, y por ello la calidad de la leche ingerida por los cabritos, ha sido similar. No obstante, las pequeñas variaciones entre explotaciones en los aportes nutritivos procedentes del pastoreo y concentrados suplementados podrían ser la causa de las diferencias sensoriales obtenidas. En la presente tesis, los cabritos no presentaron diferencias significativas en el contenido de grasa intramuscular. Sin embargo, los porcentajes de los ácidos grasos C17:0, C17:1, C20:1, C20:4 n-6, C22:2 y algunos ácidos grasos n-3 (docosaenoico C22:5 –DPA- y C22:6 –DHA-), fueron más altos en la grasa intramuscular de los cabritos ecológicos

de raza Blanca Andaluza y los porcentajes de C14:0, C18:1 trans-11- (VA) y de los ácidos grasos n-3 C20:5 (EPA), DHA y DPA fueron también más altos en la grasa intramuscular de los cabritos ecológicos de raza Payoya, lo que podría explicar las diferencias en estos atributos sensoriales. En este sentido, en un estudio reciente sobre la alimentación con lacto-reemplazantes (16 % de materia seca) de cabritos (Moreno-Indias *et al.*, 2012), la evaluación de la calidad sensorial de la carne ha mostrado que la adición de una alta dosis de DHA (1,8 %) da lugar a carnes con olor y sabor desagradables y puntuaciones bajas de aceptación general, en comparación a dosis bajas (0,9 %). Esto podría indicar que al ser animales muy jóvenes este ácido graso seguramente se depositó en la grasa intramuscular en cantidades altas y eso daría lugar a una peor valoración sensorial. En nuestro trabajo no se ha determinado la ingestión de DHA en la dieta de los cabritos, pero aunque los animales ecológicos han presentado significativamente un mayor % de DHA en la carne (0,13-0,19 % en los cabritos ecológicos y 0,09-0,10 % en los convencionales), sus características sensoriales no han sido más negativas que la de los cabritos convencionales. La pequeña diferencia en este ácido n-3 entre cabritos, junto al efecto y relaciones con otros ácidos grasos podrían explicar los resultados sensoriales encontrados en el presente estudio.

La menor intensidad del olor, una mayor jugosidad, una menor dureza (solo en cabritos de raza Payoya) junto con una mayor facilidad a la masticación encontrada en la carne de los cabritos criados bajo un sistema de explotación ecológico, entendemos que pueden ser atributos de la calidad de la carne positivos, sobre todo en un mercado en el que predominan consumidores no habituados a este tipo de carne de cabrito.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos, en el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

1. La mayoría de los parámetros estudiados para determinar la calidad de la canal y de la carne de los cabritos lechales de raza Payoya no se han visto afectados por el sistema de producción (ecológico y convencional). No obstante, hay que indicar algunas de las diferencias significativas obtenidas:

- El peso vivo de sacrificio y vacío, los pesos de la canal caliente y fría y el rendimiento canal ganadero fueron mayores en los cabritos convencionales.
- La relación profundidad/longitud (Th/K) y profundidad anchura (Th/G) de la canal fueron superiores en los cabritos ecológicos mientras que el índice de redondez del pecho (Wr/Th) fue superior en los cabritos convencionales.
- En los cabritos ecológicos, los porcentajes de contribución, en relación al peso de la media canal, de la espalda y de la pierna fueron superiores y el de los bajos inferior.
- En los cabritos ecológicos, la relación músculo/grasa total y el porcentaje de hueso de la espalda fueron mayores.
- Para la mayoría de las variables de color, excepto para a^* , se han obtenido efectos conjuntos (interacción doble) del sistema de producción con el sexo (b^* , Chroma y Hue) o con el tiempo después del sacrificio (L^* , Hue).

2. La mayoría de los parámetros para determinar la calidad de la canal y de la carne de los cabritos de raza Payoya no han sido modificados por el sexo. No obstante, hay que indicar algunas de las diferencias significativas obtenidas:

- Los pesos de la canal caliente y fría y los rendimientos de la canal fueron mayores en los machos.
- En los machos, solo el porcentaje de los bajos y de la grasa perirenal, en relación al peso de la media canal, fueron inferiores a las hembras.
- En los machos, la relación músculo/hueso de la espalda y el porcentaje de grasa del músculo *Triceps brachii* fueron inferiores.
- Solo la carne de las hembras criadas en sistema ecológico mostraron un valor mayor para la capacidad de retención de agua.

3. Los parámetros de calidad de la canal y de la carne de los cabritos de raza Blanca Andaluza no se han visto afectados por el sistema de producción (ecológico y convencional), salvo en algunos componentes del quinto cuarto y en el color. Tampoco se ha observado ningún efecto del factor sexo.

-
4. La grasa intramuscular y de los depósitos grasos de los cabritos criados en los sistemas de producción convencionales y ecológicos, tanto en la raza Payoya como en la Blanca Andaluza, difieren solamente en el porcentaje de algunos ácidos grasos. El bajo contenido en grasa y el perfil de FA (especialmente el contenido en PUFA y el índice $n-6$: $n-3$ PUFA) dentro de rangos considerados beneficiosos respecto a la salud humana, de la carne de los cabritos en ambos sistemas de producción, puede ser usado para promocionar estos productos de forma local y regional.
 5. El efecto del sexo en el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular y de los depósitos grasos, en la raza Payoya, fue mínimo, mientras ningún efecto se ha observado en la raza Blanca Andaluza.
 6. Los cabritos procedentes del sistema de producción ecológica y los procedentes de la raza Blanca Andaluza, en comparación a los del sistema convencional y de la raza Payoya, presentaron en general carnes con mejores atributos sensoriales (más tiernas, más jugosas, con mayor facilidad a la masticación) y menos intensidad de olor. En la raza Blanca Andaluza existen claras diferencias entre sistemas para las descripciones del olor y aroma y sabores básicos, en cambio, en la raza Payoya sólo se observan claras diferencias entre sistema para los sabores básicos.
 7. Las pequeñas diferencias en la calidad de la canal, de la carne, de la grasa y de los atributos sensoriales, en los cabritos procedentes del sistema de producción ecológica y convencional, puede ser debido a que las madres, en ambas explotaciones experimentales de cada raza, fueron alimentadas de manera similar con una dieta basada en pastos naturales. Estos resultados preliminares serían favorables para promocionar la transformación de las explotaciones convencionales en sistemas de producción ecológica basados en el pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

Esta lista no incluye las referencias citadas en los trabajos publicados o pendientes de publicación, salvo las que se repiten en esta Memoria de Tesis:

- Addis, M., Cabiddu, A., Pinna, G., Decandia, M., Piredda, G., Pirisi, A., Molle, G. 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid *cis*-9, *trans*-11. *J. Dairy Sci.*, 88, 3443-3454.
- Andrae, J.G., Duckett, S.K., Hunt, C.W., Pritchard, G.T. and Owens, F.N. 2001. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. *J. Anim. Sci.*, 79: 582-588.
- Argüello, A., Castro, N., Capote, J., Solomon, M. 2005. Effects of diet and live weight at slaughter on kid meat quality. *Meat Sci.*, 70, 173-179.
- Atti, N.; Rouissi, H.; Mahouachi, M. 2004. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. *Small Rum. Res.*, 54, 89-97.
- Atti, N., Rouissian, H., Othmane, M.H., 2006. Milk production, milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content in dairy ewes raised on feedlot or grazing pasture. *Livest. Sci.*, 104, 121-127.
- Banskalieva, V., Sahlu, T., Goetsch, A.L. 2000. Fatty acid composition of goat muscle fat depots: a review. *Small Rumin. Res.*, 37, 255-268.
- Bañón, S., Vila, R., Price, A., Ferrandini, E., Garrido, M.D. 2006. Effects of goat milk or milk replacer diet on milk quality and fat composition of suckling goat kids. *Meat Sci.*, 72, 216-221.
- Bas, P., Dahbi, E., El Aich, A., Morand-Fehr, P., Araba, A. 2005. Effect of feeding on fatty acid composition of muscles and adipose tissues in young goats raised in the Argan tree forest of Morocco. *Meat Sci.* 71, 317-326.
- Bas, P. y Morand-Fehr, P. 2000. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livest. Prod. Sci.*, 64, 61-79.
- Boletín Oficial del Estado Español. BOE número 21 de 24/1/2007, páginas 3297 a 3297, ORDEN APA/53/2007, de 17 de enero, por la que se modifica el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España, contenido en el anexo del Real Decreto 1682/1997, de 7 de noviembre, por el que se actualiza el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España.

- Bonvillani, A., Peña, F., Domenech, V., Polvillo, O., García, P. T. y Casal, J.J. 2010. Meat quality of Criollo Cordobes goat kids produced under extensive feeding conditions. Effects of sex and age/weight at slaughter. *Span. J. Agric. Res.*, 8(1), 116-125.
- Borghese, A.; Terzano, G.M.; Bartocci, S. 1990. La produzione del capretto negli allevamenti intensiva. 6. Caratteristiche della carcassa e della carne in soggetti Saanen e Camosciata delle Alpi di 35 e 50 giorni di eta. *Zootec. Nutri. Anim.*, 16, 167-178.
- Browning, R., Phelps, O., Chisley, C., Getz, W.R., Hollis, T., Lieite-Browning, M.L. 2012. Carcass yield traits of kids from a complete diallel of Boer, Kiko and Spanish meat goat breeds semi-intensively managed on humid subtropical pasture. *J. Anim. Sci.*, 90 (3), 709.
- Butler, G., Nielsen, J.H., Slots, T., Seal, C., Eyre, M.D., Sanderson, R., Leifert, C., 2008. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.*, 88, 1431-1441.
- Caputi Jambrenghi, A., Colonna, M.A., Giannico, F., Cappiello, G., Vonghia, G. 2007. Effect of goat production systems on meat quality and Conjugated Linoleic Acid (CLA) content in suckling kids. *Ital. J. Anim. Sci.*, 6 (1), 612-614.
- Casey, N.H. y Van Niekerk W.A. 1985. Fatty acid composition of subcutaneous and kidney fat depots of Boer goats and the response to varying levels of maize meal. *South Afr. J. Anim. Sci.*, 15, 60-62.
- Castel, J.M., Ruiz, F.A., Mena, Y., García, M., Romero, F., González, P., 2006. Adaptation des indicateurs technico-économiques de l'Observatoire FAO/CIHEAM aux systèmes caprins semi-extensifs: Résultats dans 3 régions d'Andalousie. *Opt. Méditerr. A.*, 70, 77-86.
- Castel, J.M., Ruiz, F. A., Mena, Y., Sánchez-Rodríguez, M. 2010. Present situation and future perspectives for goat production systems in Spain. *Small Rumin. Res.*, 89 (2-3), 207-210.
- Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A., Camuñez-Ruiz, J., Sánchez-Rodríguez, M. 2011. Change occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. *Small Rumin. Res.*, 96 (2-3), 83-92.

- Castel, J.M., Mena Y., Ruiz F.A., Gutiérrez, R. 2012. Situación y evolución de los sistemas de producción caprina en España. Monografías. Sistemas de producción en el caprino español. *Revista Tierras Caprino*, nº1, 24-36.
- Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P., Kirton, H., 1987. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livest. Prod. Sci.*, 17, 149-159.
- Coltro, W.K., Ferreira, M.M., Macedo, A.F., Oliveira, C.C., Visentainer, J.V., Souza, N.E., Matsushita, M. 2005. Correlation of animal diet and fatty acid content in young goat meat by gas chromatography and chemometrics. *Meat Sci.*, 71 (2), 358-363.
- Cutrignelli, M.I., Tudisco, R., Bovera, F., Piccolo, G., D'Urso, S. y Infascelli, F. 2007. Influence of goat livestock systems on the performance of Cilentana kids. *Opt. Méditerr. A.*, 74, 107-112.
- Daniel, ZCTR., Richards, S.E., Salte,r A.M., Buttery, P.J. 2004. Insulin and dexamethasone regulate stearyl-CoA desaturasa mRNA levels and fatty acid synthesis in ovine adipose tissue explants. *J. Anim. Sci.*, 82, 231-237.
- Dawkins, N.L., Mcmillin, K.W., Phelps, O., Gebreluls, Beyer A.J., Howard A., 2000. Palatability studies as influenced by consumer demographics and chevon characteristics. *J. Muscle Foods*, 11, 45-59.
- Delgado-Pertíñez, M., Guzmán-Guerrero, J.L., Caravaca, F.P., Castel, J.M., Ruiz, F.A., González-Redondo, P., Alcalde, M.J. 2009a. Effect of artificial vs. natural rearing on milk yield, kid growth and cost in Payoya autochthonous dairy goats. *Small Rumin. Res.*, 84, 108-115.
- Delgado-Pertíñez, M., Guzmán-Guerrero, J.L., Mena, Y., Castel, F.A., González-Redondo, P., Caravaca, F.P. 2009b. Influence of kid rearing systems on milk yield, kid growth and cost of Florida dairy goats. *Small Rumin. Res.*, 81, 105-111.
- Delgado-Pertíñez M., Gutiérrez-Peña R., Mena Y., Fernández- Cabanás V.M., Laberye, D., 2013. Milk production, fatty acid composition and vitamin E content of Payoya goats according to grazing level in summer on Mediterranean shrublands. *Small Rumin. Res.*, 114 (1), 167-175.
- De La Vega, F., Guzmán, J.L., Delgado-Pertíñez, M., Zarazaga, L.A., Argüello, A., 2013a. Fatty acid composition of muscle and internal fat depots of organic and conventional Payoya goat kids. *Span. J. Agric. Res.*, 11 (3), 759-769.

- De La Vega, F., Guzmán, J.L., Delgado-Pertíñez, M., Zarazaga, L.A., Argüello, A., 2013b. Fatty acid composition of muscle and adipose tissues of organic and conventional Blanca Andaluza suckling kids. *Span. J. Agric. Res.*, 11 (3), 770-779.
- De Palo, P., Maggiolino, A., Centoducati, P., Tateo, A., 2012. Colour changes in meat of foals as affected by slaughtering age and post-thawing time. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 25, 1775-1779.
- De Palo, P.D., Maggiolino, A., Centoducati, N., Tateo, A. 2015. Effects of different milk replacers on carcass traits, meat quality, meat color and fatty acids profile of dairy goat kids. *Small Rumin. Res.*, [In Press].
- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., McCosker, J.E., y Murray, P.J. 1999a. The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 1. Growth and carcass characteristics. *Meat Sci.*, 52, 355-361.
- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., Murray, P.J., McCosker, J.E., 1999b. The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 2. Meat quality. *Meat Sci.*, 52, 363-367.
- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., Murray, P.J., 2003. Part 1. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and live weight at slaughter. *Small Rumin. Res.*, 50, 57-66.
- D'Urso, S., Cutrignelli, M.I., Calabro, S., Bovera, F., Tudisco, R., Piccolo, V., Infascelli, F. 2008. Influence of pasture on fatty acid profile of goat milk. *J. Anim. Phys. Anim. Nut.* 92: 405-410.
- Elmore, J.S., Cooper, S.L., Enser, M.D., Mottram, S.L., Sinclair, A., Wilkinson, R.G.y Wood, J.D. 2005. Dietary manipulation of fatty acid composition in lamb meat and its effect on the volatile aroma compounds of grilled lamb. *Meat Sci.*, 69, 233-242.
- Emami, A., Fathi Nasri, M.H., Ganjkanlou, M., Zali, A., Rashidi, L. 2015. Effects of dietary pomegranate seed pulp on oxidative stability of kid meat. *Meat Sci.*, 104, 14-19.
- FAOSTAT, 2015. Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de Estadística. Disponible en <http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/S>. Consultado en Septiembre, 2015.
- Germano Costa, R., Galán, H., Camacho Vallejo, M.E., Vallecillo, A., Delgado Bermejo, J.V. y Argüello Henríquez, A. 2008. Perfil sensorial de la carne de cabritos de la raza Blanca Serrana Andaluza. *Arch. Zootec.*, 57 (217), 67-70.

- Germano Costa, R., Camacho Vallejo, M.E., Delgado Bermejo, J.V., Argüello Henríquez, A., Vallecillo, A., Neube Michel dos Santos. 2010. Influência do sexo do animal e do sistema de produção nas características de carcaça de caprinos da raça Blanca Serrana Andaluza. *R. Bras. Zootec.*, 39 (2), 382-386.
- Hermansen, J.E. 2003. Organic livestock production systems and appropriate development in relation to public expectations. *Livest. Prod. Sci.*, 80 (1-2), 3-15.
- Horcada, A., Ripoll, G., Alcalde, M.J., Sañudo, C., Teixeira, A., Panea, B. 2012. Fatty acid profile of three adipose depots in seven Spanish breeds of suckling kids. *Meat Sci.*, 92, 89-96.
- Johnson, D.D., McGowan, C.H., Nurse, G. y Anous, M.R. 1995. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. *Small Rumin. Res.*, 17, 57-63.
- Johnson, D.D., y McGowan, C.H. 1998. Diet/management effects on carcass attributes and meat quality of young goats. *Small Rumin. Res.*, 28, 93-98.
- Juárez, M., Horcada, A., Alcalde, M.J., Valera, M., Mullen, A.M., Molina, A. 2008. Estimation of factors influencing fatty acid profiles in light lambs. *Meat Sci.*, 79, 203-210.
- Kirton, A.H., 1970. Body and carcass composition and meat quality of the New Zealand feral goat (*Capra hircus*). *NZ J. Agric. Res.*, 13, 167-181.
- Lemes, J.S., Monge, P., Campo, M.M., Guerra, V.Y., Sañudo, C. 2011. Estudio comparativo de la calidad de productos caprinos locales frente a sus posibles competidores. *XXXVI Congreso de la SEOC.*, 154-157.
- Lee, S., Decker, E., Faustman, C., Mancini, R. 2005. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in n-3 oil fortified ground beef patties. *Meat Sci.*, 70, 683-689.
- Liméa, L., Alexandre, G., Berthelot, V. 2012. Fatty acid composition of muscle and adipose tissues of indigenous Caribbean goats under varying nutritional densities. *J. Anim. Sci.*, 90, 2, 605.
- Lucas, A., Coulon, J.B., Agabriel, C., Chilliard, Y., Rockd, R. 2008. Relationships between the conditions of goat's milk production and the contents of some components of nutritional interest in Rocamadour cheese. *Small Rumin. Res.*, 74, 91-106.

- Luciano, G., Monahan, F.J., Vasta, V., Pennisi, P., Bella, M., Priolo, A. 2009. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat Sci.*, 82, 193-199.
- MacRae, J., O'Reilly, L., Morgan, P. 2005. Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest. Prod. Sci.* 94, 95-103.
- Madhu Suman Rana, A., Tyagi, S.k., Asraf Hossain, A.K. 2012. Effect of tanniniferous *Terminalia chebula* extract on rumen biohydrogenation, $\Delta 9$ -desaturase activity, CLA content and fatty acid composition in *Longissimus dorsi* muscle of kids. *Meat Sci.*, 90, 558-563.
- Madruga, M.S., Sousa Galvão, M., Germano Costa, R., Santiago Beltrão, S.E., Michel dos Santos, N., Monteiro de Carvalho, F., Delgado Viaro, V. 2008. Perfil aromático e qualidade química da carne de caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.*, 37, (5), 936-943.
- MAGRAMA, 2013. Anuario de Estadísticas agrarias on-line 2013. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2013/default.aspx>. Consultado en Septiembre, 2015.
- Mahgoub, O., Khan, A.J., Al-maqbaly, R.S., Al-Sabahib J.N., Annamalaia K.y Al-Sakry, N.M. 2002. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omán Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. *Meat Sci.*, 61, 381-387.
- Mancilla-Leytón, JM., Martín Vicente, A., Delgado-Pertíñez, M., 2013. Summer diet selection of dairy goats grazing in a Mediterranean shrubland and the quality of secreted fat. *Small Rumin. Res.*, 113, 437-445.
- Mancini, R.A.y Hunt, M.C. 2005. Current research in meat colour. *Meat Sci.*, 71, 100-121.
- Marinova, P., Banskalieva, V., Alexandrov, S., Tzvetkova, V., y Stanchev, H. 2001. Carcass composition and meat quality of kids fed sunflower oil supplemented diet. *Small Rumin. Res.*, 42 (3), 217-225.
- Marinova. P., Banskalieva, V. y Tzvetkova, V. 2005. Body and carcass composition, and meat quality of kids fed fish oil supplemented diet. *Opt. Méditerr. A.*, 67, 151-156.

- Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Panea, B., Medel, I., Delfa, R., Sierra, I., Beltrán, J.A., Cepero, R., Olleta, J.L. 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. *Meat Sci.*, 69, 325-333.
- Martínez Marín, A.L. 2007. Influencia de la nutrición sobre el contenido y tipo de ácidos grasos en la carne de los rumiantes. *Arch. Zootec.*, 56 (R), 45-66.
- Matsuoka, A., Furokawa, N., Takahashi, T. 1997. Carcass traits and chemical composition of meat in male and female goats. *J. Agric. Sci.*, 42, 127-135.
- Mellado-González, T., Narváez-Rivas, M., Alcalde, M.J., Cano, T., León-Camacho, M. 2009. Authentication of fattening diet of goat kid according to their fatty acid profile from perirenal fat. *Talanta*, 77, 1603-1608.
- Mena, Y., Castel, J.M., Caravaca, F.P., Guzmán, J.L., González, P., 2005. Situación actual, evolución y diagnóstico de los sistemas semiextensivos de producción caprina en Andalucía Centro-Occidental. *Ed Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla, Spain*. [In Spanish].
- Mena, Y., Ligeró, M., Ruiz, F.A., Nahed, J., Castel, J.M., Acosta, J.M., Guzmán, J.L., 2009a. Organic and conventional dairy goat production systems in Andalusian mountainous areas. *Opt. Méditerr. A.*, 91, 253-256.
- Mena, Y., Nahed, J., Ruiz, F.A., Castel, J.M., Ligeró, M., 2009b. Proximity to the organic model of dairy goat systems in the Andalusian mountains (Spain). *Trop. Subtrop. Agroec.*, 11, 69-73.
- Mena Guerrero, Y., García Romero, C., Ruiz Morales, F., Castel Genís, J.M., Navarro García, L. 2013. Ganadería caprina ecológica. Manejo, gestión y comercialización. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Secretaría General Técnica. *Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, España*. 103 pp.
- Morales, M.S., Palmquist, D.L., Weiss, W.P. 2000. Effects of fat source and copper on unsaturation of blood and milk triacylglycerol fatty acids in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 83, 2105-2111.
- Morbidini, L., Sarti, D.M., Pollidori, P., Valigi, A. 2001. Carcass, meat and fat quality in Italian Merino derived lambs obtained with "organic" farming systems. In: Rubin o R. (ed.), Morand Fehr P. (ed.). *Production systems and product quality in sheep and goats*. Zaragoza : CIHEAM, 2001, 29-33 (*Opt. Méditerr. A.*, 46).
- Moreno-Indias I., Morales-de la Nuez, A., Hernández-Castellano, L.E., Sánchez-Macías, D., Capote, J., † Castro, N. y Argüello, A. 2012. Docosahexaenoic acid in

- the goat kid diet: Effects on immune system and meat quality. *J. Anim. Sci.*, 90, 3729-3738.
- Moreno-Indias, I., Sánchez-Macías, D., Martínez-de la Puente, J., Morales de la Nuez, A., Hernández-Castellano, L.E., Castro, N., Argüello, A. 2012. The effect of diet and DHA addition on the sensory quality of goat kid meat. *Meat Sci.*, 90, 393-397.
- Mushi, D.E., Safari, J., Mtenga, L.A., Kifaro, G.C., Eik, L.O. 2009. Effects of concentrate levels on fattening performance, carcass and meat quality attributes of Small East African×Norwegian crossbred goats fed low quality grass hay. *Livest. Sci.*, 124, 148-155.
- Nahed, J., Castel, J.M., Mena, Y., Caravaca, F. 2006. Appraisal of the sustainability of dairy goat systems in Southern Spain according to their degree of intensification. *Livest. Prod. Sci.*, 101, 10-23.
- Ngambu, S., Muchenje, V., Chimonyo, M. y Marume, U. 2011. Correlations among sensory characteristics and relationships between aroma scores, flavour scores, off-flavour scores and off-flavour descriptors of chevon from four goat genotypes. *African J. of Biotechnology*, 10 (34), 6575-6580.
- Nudda, A., Palmquist, D.L., Battacone, G., Fancellu, S., Rassu, S.P.G., Pulina, G. 2008. Relationships between the contents of vaccenic acid, CLA and *n*-3 fatty acids of goat milk and the muscle of their suckling kids. *Livest. Sci.*, 118, 195-203.
- Nurnberg, K., Wegner, J., Ender, K. 1998. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest. Prod. Sci.*, 56, 145-156.
- OMS, 1995. Fats and oils in human nutrition: report of a joint expert consultation. FAO and the World Health Organization. *FAO Food Nutr. Pap.* 57, 1-147.
- OMS, 2010. Fats and oils in human nutrition: report of an expert consultation. FAO and the World Health Organization. *FAO Food Nutr. Pap.* 91, 1-166.
- Ortigueas, I., 1991. Adaptation du métabolisme énergétique des ruminants à la sous-alimentation. Quantification au niveau de l'animal entier *et* de tissus corporels. *Reprod. Nutr. Dev.*, 31, 593-616.
- Pajor, F., Gallo, O., Steiber, O., Tasi, J., Poti, P., 2009. The effect of grazing on the composition of conjugated linoleic acid isomers and other fatty acids of milk and cheese in goats. *J. Anim. Feed Sci.*, 18 (3), 429-439.

- Palmquist, D.L., St-Pierre, N., McClure, K.E. 2004. Tissue fatty acids profiles can be used to quantify endogenous rumenic acid synthesis in lambs. *J. Nutr.*, 134, 2407-2414.
- Paradis, C. R., Lafrenière, C., Gervais, R., Chouinard, P.Y. 2008. Conjugated linoleic acid content in adipose tissue of calves suckling beef cows supplemented with raw or extruded soybeans on pasture. *J. Anim. Sci.*, 86, 1624-1636.
- Peña, F., Perea, J., García, A., Acero, R. 2007. Effects of weight at slaughter and sex on the carcass characteristics of Florida suckling kids. *Meat Sci.*, 75, 543-550.
- Peña, F., Bonvillani, A., Morandini, M., Freire, V., Domenech, V. y García, A. 2011. Carcass quality of Criollo Cordobes and Anglo Nubian suckling kids. effects of age at slaughter. *Arch. Zootec.*, 60 (230), 225-235.
- Potchoiba, M.J., Lu, C.D., Pinkerton, F., Sahlu, T., 1990. Effects of all-milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition, including fatty acids and cholesterol contents, of growing male goats. *Small Rumin. Res.*, 3 (6), 583-592.
- Priolo, A., Micol, D., and Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.*, 50, 185-200.
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S.O., Moyo, B., Masika, P.J., Muchenje, V. 2013. Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with Moringa (*Moringa oleifera*) leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Sci.*, 93, 455-462.
- Reglamento CEE. 834/2007 del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento CEE 2092/91. DO L 189, 20-7-2007.
- Reglamento CEE. 889/2008 de la Comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento CEE. 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control. DO L 250/1, 18.09.2008.
- Reglamento CEE 1235/2008 de la Comisión de 8 de diciembre de 2008 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento CEE 834/2007 del Consejo en lo que se refiere a las importaciones de productos ecológicos procedentes de terceros países. DO L 334/25, 12.12.2008.

- Renerre, M., 2000. Oxidative processes and myoglobin. In: Decker, E., Faustman, C., Lopez-Bote, C. (Eds.), *Antioxidants in Muscle Foods*. Wiley & Sons, New York, 113-135.
- Ríos Castaño, P., 2008. Profundización en el manejo alimentario de las cabras de raza Payoya en pastoreo: estrategias para conseguir un manejo más ecológico. Proyecto fin de carrera. *Universidad de Sevilla*. 147 pp. [In Spanish].
- Rodríguez, S. y Teixeira, A. 2009. Effect of sex and carcass weight on sensory quality of goat meat of Cabrito Transmontano. 2009. *J. Anim. Sci.*, 87, (2), 711.
- Rojas, A., López-Bote, C., Rota, A., Martín, L., Rodríguez, P.L., Tovar, J.J. 1994. Fatty acid composition of Verata goat kids fed either goat milk or commercial milk replacer. *Small Rumin. Res.* 14(1), 61-66.
- Ruiz, F.A., Castel, J.M., Mena, Y., Camúñez, J., González-Redondo, P., 2008. Application of the technical-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). *Small Rumin. Res.*, 77, 208-220.
- Ryan, S.M., Unruh, J.A., Corrigan, M.E., Drouillard, J.S., Seyfert, M. 2007. Effects of concentrate level on carcass traits of Boer crossbred goats. *Small Rumin. Res.*, 73, 67-76.
- Safari, J., Mushi, D.E., Mtenga, L.A., Kifaro, C., Eik, L.O. 2009. Effects of concentrate supplementation on carcass and meat quality attributes of feedlot finished Small East African goats. *Livest. Sci.*, 125, 266-274.
- Sánchez-Rodríguez, M. 2011. El sector caprino a nivel mundial, de la Unión Europea y en España: censo y producciones. *P. A. C. en caprino*. Características del sector en España y sistemas de producción. <http://www.uco.es/zootecniaygestion/>.
- Santos, V.A.C., Silva, A.O., Cardoso, J.V.F., Silvestre, A.J.D., Silva, S.R., Martins, C., Azevedo, J.M.T. 2007. Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by the PGI “Cabrito de Barroso”. *Meat Sci.*, 75, 725-736.
- Sanz Sampelayo, M.R., Fernández, J.R., Ramos, E., Hermoso, R., Gil Extremera, F., Boza, J. 2006. Effect of providing a polyunsaturated fatty acid-rich protected fat to lactating goats on growth and body composition of suckling goat kids. *Anim. Sci.*, 82, 337-344.

- Sanz Sampelayo, M.R., Chilliard, Y., Schmidely, Ph., Boza, J. 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.* 68, 42-63.
- Sañudo, C. 2008. Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los Consumidores. *Revista Brasileña de Zootecnia*, 37, suplemento especial, 143-160.
- Sañudo, C., Campo, M.M., Muela, E., Olleta, J.L., Delfa, R., Jiménez-Badillo, R., Alcalde, M.J., Horcada, A., Oliveira, I. y Cilla, I. 2012. Carcass characteristics and instrumental meat quality of suckling kids and lambs. *Span. J. Agric. Res.*, 10 (3), 690-700.
- Scollan, N. 2003. Strategies for optimizing the fatty acid composition of beef. www.iger.bbsrc.ac.uk/publications/Innovations/In2003/Ch7.pdf.
- Scollan, N., Hocquette, J.F., Nuernberg, K., Dannenberg, D., Richardson, I. y Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.*, 74, 17-33.
- Simopoulos, AP. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56, 365-379.
- Talpur, F.N., Bhangar, M.I., Sherazi, S.T.H. 2008. Intramuscular fatty acid profile of longissimus dorsi and semitendinosus muscle from Pateri goats fed under traditional feeding systems of SINDO, Pakistan. *Meat. Sci.*, 80, 819-822.
- Tateo, A., De Palo, P., Maggiolino, A., Centoducati, P. 2013. Post-thawing changes in meat of foals as affected by feeding level and post-thawing time. *Archiv. Tierz.*, 56, 1-10.
- Todaro, M., Corrao, A., Alicara, M.L., Schinelli, R., Giaccone, P., Priolo, A. 2004. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. *Small Rumin. Res.*, 54, 191-196.
- Tsiplakou, E., Mountzouris, K.C., Zervas, G. 2006. Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Lives Sci.*, 103, 74-84.
- Ulbricht TLV. y Southgate, DAT. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*, 338, 49-56.
- Vasta, V. y Priolo, A. 2006. Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. *Meat Sci.*, 73, 218-228.

- Vasta, V., Pennisi, P. y Lanza, M. 2007. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Sci.* 76, 739-745.
- Vasta, V., Makkar, H.P.S., Mele, M., Priolo, A. 2009. Ruminant biohydrogenation as affected by tannins *in vitro*. *Brit. J. Nut.* 102, 82-92.
- Vasta, V., Yáñez-Ruiz, R.D., Mele, M., Serra, A., Luciano, G., Lanza, M., Biondi, L., Priolo, A. 2010. Bacterial and protozoal communities and fatty acid profile in the rumen of sheep fed a diet containing added tannins. *Appl Environ Microbiol.*, 76 (8), 2549-2555.
- Warmington, B.G. y Kirton, A.H. 1990. Genetic and non-genetic influences on growth and carcass traits of goats. *Small Rumin. Res.*, 3, 147-165.
- Werdi Pratiwi, N.M., Murray, P.J., Taylor, D.G. 2007. Feral goats in Australia: A study on the quality and nutritive value of their meat. *Meat Sci.*, 75, 168-177.
- Wester, T.J., Britton, R.A., Klopfenstein, T.J., Ham, G.A., Hickok, D.T. y Krehbiel, C.R. 1995. Differential effects of plane of protein or energy nutrition on visceral organs and hormones in lambs. *J. Anim. Sci.*, 73, 1674-1688.
- Willer, H. y Lernoud, J. 2014. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2014. FiBL, Frick, and IFOAM, Bonn.
- Wood, J.D., 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: Fats in animal nutrition (Wiseman J.W., ed.), Butterworths, London, 407-435.
- Wood, J.D., Enser, M., Fischer, A.V., Nute, G.R., Richardson, R.I. y Sheard, P.R. 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proc. Nutr. Soc.*, 58, 363-370.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.*, 66, 21-32.
- 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 Sci.*, 78, 343-358.
- Yeom, K.H., Van Trierum, G., Hovenier, R., Schelligerhout, A.B., Lee, K.W., Beynen, A.C. 2002. Fatty acid composition of adipose tissue in goat kids fed milk replacers with different contents of α -linolenic and linoleic acid. *Small Rumin. Res.*, 43, 15-22.
- Yeom, K.H., Schonewille, J.Th., Van Trierum, G., Kappert, H.J., Hovenier, R., Lee, K.W. y Beynen, A.C. 2004. Growth performance and fatty acid status of goat kids

- fed milk replacers with different contents of linoleic and a-linolenic acid. *Livest. Prod. Sci.*, 90, 69-77.
- Yilmaz, A., Ekiz, B., Ozcan, M., Kaptan, C., Hanoglu, H. y Yildirim, M. Effects of crossbreeding indigenous Hair Goat with Saanen on carcass measurements and meat quality of kids under an intensive production system. 2009. *Anim. Sci. J.*, 80, 460-467.
- Young, O., Priolo, A., Simmons, N. y West, J. 1999. Effects of rigor attainment temperature on meat blooming and colour on display. *Meat Sci.*, 52, 47-56.
- Zervas, G., Tsiplakou, E. 2011. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Small Rumin. Res.*, 101, 140-149.
- Zurita-Herrera, P. 2007. Estudio de las características de la canal de los cabritos de raza Blanca Serrana Andaluza. 195f. Thesis (Master in Animal Production) – Córdoba University, Córdoba.
- Zurita-Herrera, P., Delgado Bermejo, J.V., Argüello Henríquez, A., Camacho Vallejo, M.E. y Germano Costa, R. 2011. Effects of extensive system versus semi-intensive and intensive systems on growth and carcass quality of dairy kids. *R. Bras. Zootec.*, 40, (11), 2613-2620.
- Zurita-Herrera, P., Delgado Bermejo, J.V., Argüello Henríquez, A., Camacho Vallejo, M.E. y Germano Costa, R. 2015. Improvement of fatty acid profiles in kid meat from Murciano-Granadina goats under semi-arid environment. *J. Applied Anim. Res.*, 43 (1), 97-103.

**COPIA COMPLETA DE LOS TRABAJOS
PUBLICADOS**

Trabajo nº 1 (publicado).

Fatty acid composition of muscle and internal fat depots of organic and conventional Payoya goat kids.

Spanish Journal Agricultural Research. 11(3): 759-769.

Factor de impacto 2013 JCR (Thomson Reuters Web of Science): 0.514.

subject categories AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Artículo con permiso de reproducción completa para esta Tesis Doctoral.

Editorial: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria [Spanish National Institute for Agricultural and Food Research and Technology] (INIA). Autopista A-6, km 7.5, Madrid, Spain.

Acuerdo de licencia: **Creative Commons Attribution License (CC by 3.0)**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

Fatty acid composition of muscle and internal fat depots of organic and conventional Payoya goat kids

F. de-la-Vega¹, J. L. Guzmán², M. Delgado-Pertíñez^{1*}, L. A. Zarazaga² and A. Argüello³

¹ Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Universidad de Sevilla. Ctra. Utrera, km 1. 41013 Sevilla, Spain

² Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva. "Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario, ceiA3". Campus de la Rábida. 21819 Palos de la Frontera (Huelva), Spain

³ Animal Science Department. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. C/Transmontaña, s/n. 35413 Arucas, Spain

Abstract

Interest in the preservation of autochthonous breeds such as the Payoya goat (dairy breed), raised using extensive or semi-extensive grazing, has also recently increased among Spanish farmers. A study of the possibilities of transformation to organic production needs to analyze the quality of their products, specially the suckled kids. The objective of this study was to evaluate the fatty acid (FA) composition of Payoya goat kids under organic and conventional grazing-based management system. Forty-eight goat kids were selected (12 males and 12 females from each management system). The FA profile was determined in the *Longissimus thoracis* muscle, kidney and pelvic fat. Few gender differences were observed in the muscle and in the fat depots. The ratios of C14:0, C18:1 *trans*-11-VA, and several n-3 FA were higher in organic kid meat than in conventionally reared kid meat. Conventional kid fat depots have presented higher percentage of conjugated linoleic acid (CLA), lower CLA desaturase index, lower percentage of n-3 polyunsaturated fatty-acid (PUFA) and, consequently, higher n6:n3 PUFA ratio than organic kids. In conclusion, significant differences were found only in some FA percentages of muscle and adipose tissues of suckling kids raised in organic and conventional livestock production systems, probably due because the dams, in both experimental farms, were raised with similar semi-extensive system based on the grazing of natural pastures. Due to this reason, conventional grazing-based management farms could easily be transformed into organic production facilities.

Additional key words: Payoya goat; CLA; n-3 fatty acids; meat; organic livestock production.

Introduction

According to the European Union Directive (EC834/2007; EC, 2007) an organic animal production system should comply with the following requirements: contribute to the equilibrium of agricultural systems integrated with the natural environment, contribute to sustainable agriculture development, minimize all types of contamination, respect animal well-being, avoid systematic use of chemically synthesized substances, and renounce to the use of genetically modified organisms.

The number of organic livestock production systems has substantially increased in recent years, the development can be attributed to increased consumer interest in organic products while, at the same time, farmers are interested in converting to organic production methods instead, often stimulated by government support or subsidies (Hermansen, 2003). Organic farming techniques are of particular interest to the Mediterranean region, where the quality of life in rural communities depends on the safeguard of agriculture, the care and conservation of the landscape, and the preservation of rural villages.

* Corresponding author: pertinez@us.es

Received: 03-12-12. Accepted: 11-07-13.

Abbreviations used: ARA (arachidonic acid); CLA (conjugated linoleic acid); DHA (docosahexaenoic acid); EPA (eicosapentaenoic acid); FA (fatty acid); GLM (general linear model); MUFA (monounsaturated fatty acids); PUFA (polyunsaturated fatty acids); RA (rumenic acid); SFA (saturated fatty acids); UFA (unsaturated fatty acids); VA (vaccenic acid).

In the European Union, Spain has the second highest goat head number (2.6 million) and Andalusia (in southern Spain) is the region with major census (35.7% of the national total) (MAGRAMA, 2012) and also with the highest number (398) of goat herd organic farms (65% of the national total); of which 375 are meat production farms and 23 are dairy farms (MAGRAMA, 2011). Interest in the preservation of autochthonous breeds, raised using extensive or semi-extensive grazing, has also recently increased among Spanish farmers and many of these breeds, such as the Payoya goat, are considered as special protection breeds (BOE, 2006).

Converting these breeds to organic production should be straightforward owing to the adaptive capacity and disease resistance of autochthonous breeds and to the rustic environment and nutritional resources available in mountain zones of Andalusia. According to organic production system requirements, mountain goat systems, in which feeding is largely based on grazing (Ruiz *et al.*, 2008), could fairly easily be transformed into organic production (Mena *et al.*, 2009a,b). A study of the possibilities of transformation to organic production needs to analyze, not only the technical and economical viability of the organic production systems, but also the quality of their products, specially the suckled kids.

The majority of goat farms raising the Payoya breed are located in the Sierra Norte of Cádiz (Andalusia, Spain). This breed is not as important economically or in census terms as the Malagueña or the Murciano-Granadina ones, but it is the one that best represents dairy goat production linked to grazing. The main objective of these farms is the yield marketable milk, and secondly the meat, for which kids must weigh 8-9 kg at slaughter. The reduced live weight at slaughter is due, on the one hand, to the fact that, if the weight is higher quickly it depreciates its economic value and, on the other hand, because the farmers want to take advantage of the productive potential milk faster (Mena *et al.*, 2005).

Manipulation of dietary fatty acids (FA) is common because of the impact of FA intake on human health (MacRae *et al.*, 2005). Myristic and palmitic acids are considered to negatively impact health, whereas conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated FA (PUFA), especially those of the n-3 series, are considered to be beneficial to human health; healthful FA benefit the cardiovascular system and lipid metabolism and may help to prevent cancer (MacRae *et al.*, 2005).

Although gender effects on the FA content of goat meat and fat depots have been studied (Johnson *et al.*, 1995; Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008), the fatty acid composition of muscle and internal fat depots of goat kids under organic grazing-based management systems is not known.

The objective of this study was to evaluate the comparative fatty acid composition of muscle and internal fat depots of Payoya goat kids under organic and conventional grazing-based livestock production system.

Material and methods

Study area, experimental farm goats and kids

All goats utilized in this study were of the Payoya breed and located in the Sierra Norte of Cádiz (Andalusia, Spain). There are four organic and twenty seven conventional farms currently working with this breed (Association of Payoya Breeders, unpublished data). To evaluate the technical and economical viability of organic and conventional dairy goat farms of the Andalusian mountains and analyze the transition from conventional to organic production, 18 farms (14 conventional; 4 organic) were selected in collaboration with the Association of Payoya Breeders (Mena *et al.*, 2009a,b). Within those farms and for the present study, one farm from each management system (certified organic under EC 834/2007 (EC, 2007) and conventional) was selected. Care and management of goats and kids was in accordance with Spanish Animal Welfare Act 32/2007 (BOE, 2007).

The dams in both experimental farms were raised with similar semi-extensive system based on the grazing of natural pastures (Ríos-Castaño, 2008; Mena *et al.*, 2009a). The systems are characterized by a large land surface per animal, few sanitary problems, and grazing as an integral part of animal feeding, and the main difference is the major consumption of concentrates per animal and year in the conventional farm. In this sense and according to the previous technical characterization of the farms (Ríos-Castaño, 2008), a supplementary feed concentrate was added at a flat rate of 1.0 kg head⁻¹ d⁻¹ for the conventional farm and at 0.5 kg head⁻¹ d⁻¹ (organic constituents) for the organic farm (Table 1). On the rangeland, the diet was composed of herbaceous plant species and leaves and stems

Table 1. Proximate chemical composition and fatty acid profile of the concentrate supplements for conventional and organic livestock production systems

	Conventional ^a	Organic ^b
Dry matter (g/100 g)	92	93
Organic matter (g/100 g, DM basis)	93	94
Crude protein (g/100 g, DM basis)	21	19
Ether extract (g/100 g, DM basis)	2	2
<i>Fatty acid profile (% of total FA)</i>		
C8:0	0.07	0.11
C10:0	1.04	1.51
C12:0	0.10	1.25
C13:0	0.04	0.05
C14:0	3.17	4.75
C15:0	0.28	0.49
C16:0	26.56	26.59
C16:1	2.84	3.17
C17:0	0.79	0.67
C17:1	0.50	0.21
C18:0	11.66	9.20
C18:1 n-9 <i>cis</i>	18.14	23.04
C18:2 n-6 <i>trans</i>	0.10	0.18
C18:2 n-6 <i>cis</i>	29.13	21.58
C18:3 n-6 γ	0.07	0.09
C20:0	0.39	0.53
C18:3 n-3 α	2.44	2.88
C20:1 n-9	0.26	0.69
C21:0	0.16	0.15
C20:2	0.26	0.52
C20:3 n-6	0.26	0.43
C20:4 n-6	0.07	0.08
C20:3 n-3	0.59	1.50
C20:5 n-3	0.08	0.17
C22:5 n-3	0.06	0.11
C22:6 n-3	0.04	0.03
SFA ^c	45.16	45.30
MUFA ^c	21.73	27.11
PUFA ^c	33.11	27.58

^a Supplement ingredients (%): maize grain (26), soybean meal (18.2), wheat grain (12), gluten fed (12), barley grain (10), beet pulp (9.5), sunflower meal (5), sugarcane molasses (2), calcium carbonate (1.8), fat by-pass (1.5), sodium bicarbonate (0.8), salt (0.8), oxide of manganese (0.2), mineral-vitamin supplement (0.2). ^b Supplement ingredients (%): barley grain (74), wheat husk (5), green pea (5), wheat bran (4), carob (4), sunflower seed (5), calcium carbonate (2.5), salt (0.5). ^c SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids.

from Mediterranean shrubs and trees (mainly *Mirtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Cistus salviifolius* and *Arbutus unedo*).

Twenty-four goat kids of twin births (12 males and 12 females) born in October were selected from each farm (n = 48, 24 for each farm). The kids had free access to suckling 18-20 hours a day. The feedstuff usually is given in the milking parlour, thus goat kids did not have access to the concentrate.

Slaughter, muscle and adipose tissues sampling

All goat kids were slaughtered at a body commercial weight of 8.40 ± 0.06 kg at the Huelva municipality slaughterhouse after 16.33 ± 0.12 hours of fasting with free water access. After slaughter, carcasses were chilled at 4°C for 24 h and then the left half of each carcass was removed according to the procedure of

Colomer-Rocher *et al.* (1987) and transported under temperature for refrigeration to Huelva University. Prior to dissection on the left half of carcass, the pelvic and kidney fats were removed; vacuum packed and frozen at -20°C until analysis. After the rib joints was obtained, the *Longissimus thoracis* were dissected, vacuum packed and frozen at -20°C until analysis.

Fatty acid composition

After thawing the *Longissimus thoracis* and pelvic and kidney fats, total FA were extracted, methylated and analyzed as described by Aldai *et al.* (2006). Fatty acid methyl esters were quantified with an Agilent 6890N gas chromatograph (Agilent Technologies Spain, S.L., Madrid, Spain) equipped with a flame ionization detector, an HP 7683 automatic sample injector, and an HP-88 J&W fused silica capillary column (100 m, 0.25 mm i.d., 0.2 μm film thickness; Agilent Technologies Spain, S.L.). Nonadecanoic acid methyl ester (C19:0 methyl ester; 10 mg mL^{-1}) was used as an internal standard. The FA in the supplementary concentrate were extracted and methylated using the one-step procedure described by Sukhija & Palmquist (1988) and then analyzed under the same gas chromatography conditions as those described herein for meat FA.

Fatty-acids were identified by comparing gas chromatograph peak retention times with those of FA methyl ester standards (Component FAME Mix; Supelco 37, Bellefonte, PA, USA). In addition, PUFA were identified by comparison with the PUFA-2 standard (Matreya Inc., Pleasant Gap, PA, USA), a non-conjugated 18:2 isomer mixture comprised of all *cis*-5, 8, 11, 14, 17 C20:5 (eicosapentaenoic acid, EPA), all *cis*-4, 7, 10, 13, 16, 19 C22:6 (docosahexaenoic acid, DHA), all *cis*-5, 8, 11, 14 C20:4 (arachidonic acid, ARA), all *cis*-6, 9, 12 C18:3, and all *cis*-9, 12, 15 C18:3. High-purity CLA *cis*-9, *trans*-11 and *trans*-10, and *cis*-12 (Matreya Inc.) were used as standards to identify these CLA isomers of interest. Additional standard CLA isomers *cis*-9, *cis*-11 C18:2, *trans*-9, *trans*-11 C18:2, *trans*-11, *trans*-13 C18:2 (77% *cis*, *trans*; 2% *cis*, *cis*; 6% *trans*, *trans*) (Matreya Inc.), the CLA mix standard (Nu-Check-Prep, Inc., Elysian, MN), and published isomeric profiles (Kramer *et al.*, 2004) were used to identify the other CLA isomers. The relative amount of each FA (% of total FA methyl esters) was reported as a percentage of total peak area for all FA.

After analyses, the FA composition data were grouped as follows: saturated FA (SFA), monounsaturated FA (MUFA), polyunsaturated FA (PUFA), unsaturated FA (UFA), n-3 PUFA, n-6 PUFA, and total CLA (CLA *cis*-9, *trans*-11 + CLA *trans*-10, *cis*-12 + CLA *cis*-9, *cis*-11). Ratios between the different fractions, namely PUFA:SFA, UFA:SFA and n-6:n-3 were calculated. The desaturase activities were estimated indirectly as (product)/(precursor+product). Thus, activity indices of $\Delta 9\text{C}16$ desaturase [(C16:1 n-9+C16:1 n-7)/(C16:0+C16:1 n-9+C16:1 n-7)], $\Delta 9\text{C}18$ desaturase [(C18:1 n-9 *cis*+C18:1 n-9 *trans*)/(C18:0+C18:1 n-9 *cis*+C18:1 n-9 *trans*)], and CLA desaturase index {[C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (rumenic acid, RA)]/[C18:1 *trans*-11 (vacenic acid, VA)+RA]} (Nudda *et al.*, 2008) were estimated. Finally, the atherogenicity index (C12:0+4 \times 14:0+C16:0)/(MUFA+PUFA) and thrombogenicity index (C14:0+C16:0+C18:0)/(0.5 \times MUFA+0.5 \times n-6-PUFA+3 \times n-3-PUFA+(n-3-PUFA/n-6-PUFA)) were calculated according to Ulbricht & Southgate (1991).

Statistical analyses

Differences in FA were assessed by analysis of variance using the general linear model (GLM) of the SPSS for Windows 18.0 package (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), including the fixed effects of production system and gender. The linear model used for each parameter was as follows:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{PS}_i + G_j + (\text{PS} \times G)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

where Y_{ijk} = observations for dependent variables; μ = overall mean; PS_i = fixed effect of production system (i = organic system or conventional system); G_j = fixed effect of gender; $\text{PS} \times G$ = interactions between production system and gender, and ε_{ijk} = random effect of residual.

Results

The contents of C14:0 ($p < 0.05$), C18:1 *trans*-11 (VA) ($p < 0.001$), and several n-3 FA (EPA, DHA and DPA) were greater in organic reared kid meat than in conventionally reared kid meat. In contrast, C16:1 n-7 ($p < 0.05$), C18:0 and CLA desaturase index ($p < 0.01$) were lower in organic kid meat than in conventional meat (Tables 2 to 4). The fat depots from the conventional goat kids showed higher percentage of CLA

Table 2. Fatty acid profile (% of total fatty acids) in the *Longissimus thoracis* muscle of suckling Payoya kids according to livestock production system and gender

Fatty acid ^a	Production system (PS)		Gender (G)		SEM ^b	Effects ^c		
	Conventional	Organic	Male	Female		PS	G	PS × G
Fat (g/100 g)	2.08	1.94	1.99	2.02	0.062	ns	ns	ns
C12:0	0.78	0.90	0.86	0.82	0.043	ns	ns	ns
C14:0	4.57	5.17	4.93	4.81	0.128	*	ns	ns
C15:0	0.57	0.49	0.55	0.51	0.055	ns	ns	ns
C16:0	25.61	25.93	25.59	25.95	0.217	ns	ns	ns
C16:1 n-7	2.36	2.01	2.06	2.30	0.076	*	ns	ns
C16:1 n-9	0.42	0.48	0.48	0.42	0.042	ns	ns	ns
C17:0	1.32	1.36	1.29	1.39	0.079	ns	ns	ns
C17:1	0.43	0.43	0.38	0.47	0.021	ns	*	ns
C18:0	16.69	15.12	16.63	15.18	0.303	**	**	ns
C18:1 n-9 cis	34.02	33.17	33.00	34.18	0.396	ns	ns	ns
C18:1 trans-11 (VA)	0.45	0.62	0.47	0.60	0.028	***	**	ns
C18:2 n-6 cis	6.75	7.22	7.09	6.87	0.195	ns	ns	ns
C20:0	0.09	0.48	0.27	0.31	0.036	***	ns	ns
C18:3 n-3	0.35	0.31	0.27	0.39	0.026	ns	*	ns
CLA cis-9, trans-11 (RA)	0.33	0.25	0.24	0.34	0.023	ns	*	*
CLA trans-10, cis-12	0.07	0.06	0.06	0.06	0.013	ns	ns	ns
CLA cis-9, cis-11	0.05	0.05	0.04	0.06	0.009	ns	ns	ns
C21:0	0.05	0.06	0.03	0.07	0.010	ns	ns	ns
C20:3 n-6	0.15	0.15	0.15	0.13	0.010	ns	ns	ns
C20:4 n-6 (ARA)	1.50	1.44	1.50	1.44	0.110	ns	ns	ns
C20:3 n-3	1.82	1.65	1.89	1.59	0.088	ns	ns	ns
C20:5 n-3 (EPA)	0.24	0.41	0.33	0.32	0.035	*	ns	ns
C22:4 n-6	0.25	0.26	0.25	0.26	0.018	ns	ns	ns
C22:5 n-3 (DPA)	0.38	0.79	0.58	0.59	0.049	***	ns	ns
C22:6 n-3 (DHA)	0.10	0.19	0.14	0.15	0.015	**	ns	ns
SFA	49.69	49.51	50.15	49.05	0.270	ns	*	ns
MUFA	37.98	37.18	36.83	38.33	0.325	ns	*	ns
PUFA	12.33	13.31	13.02	12.62	0.250	ns	ns	ns
UFA	50.31	50.49	49.85	50.95	0.268	ns	*	ns
CLA	0.45	0.35	0.34	0.46	0.033	ns	*	ns
n-3	2.90	3.35	3.22	3.03	0.131	ns	ns	ns
n-6	8.63	9.07	8.99	8.71	0.191	ns	ns	ns
n6/n3	3.16	2.84	2.99	3.01	0.100	ns	ns	ns
PUFA/SFA	0.25	0.27	0.26	0.26	0.005	ns	ns	ns
UFA/SFA	1.01	1.02	1.00	1.04	0.011	ns	ns	ns
ΔC16	0.10	0.09	0.09	0.09	0.003	ns	ns	ns
Δ9C18	0.67	0.70	0.67	0.69	0.005	ns	ns	ns
CLA index	0.40	0.28	0.33	0.35	0.023	**	ns	ns
AI	0.89	0.94	0.93	0.91	0.015	ns	ns	ns
TI	1.46	1.39	1.44	1.40	0.023	ns	ns	ns

^a VA, vaccenic acid; RA, rumenic acid; ARA, arachidonic acid; EPA, eicosapentaenoic acid; DPA, docosapentaenoic acid; DHA, docosahexaenoic acid. SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; UFA, unsaturated fatty acids; CLA, total conjugated linoleic acid, CLA cis-9, trans-11 + CLA trans-10, cis-12 + CLA cis-9, cis-11; n-3, all fatty acids with last double bond at 3rd carbon from the methyl end; n-6, all fatty acids with the last double bond at 6th carbon from the methyl end; Δ9C16, Δ9C16 desaturase index = (C16:1 n-9 + C16:1 n-7) / (C16:0 + C16:1 n-9 + C16:1 n-7); Δ9C18 desaturase index = (C18:1 n-9 cis + C18:1 n-9 trans) / (C18:0 + C18:1 n-9 cis + C18:1 n-9 trans); CLA index, CLA desaturase index = (RA) / (VA + RA); AI, atherogenicity index = (C12:0 + 4 × 14:0 + C16:0) / (MUFA + PUFA); TI, thrombogenicity index = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0.5 × MUFA + 0.5 × n-6-PUFA + 3 × n-3-PUFA + (n-3-PUFA/n-6-PUFA)]]. ^b Standard error of mean. ^c * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; ns: not significant, $p > 0.05$. n = 48, 24 for each farm and each gender.

Table 3. Fatty acid profile (% of total fatty acids) in the kidney adipose tissue of suckling Payoya kids according to live-stock production system and gender

Fatty acid ^a	Production system (PS)		Gender (G)		SEMP ^b	Effects ^c		
	Conventional	Organic	Male	Female		PS	G	PS × G
Perirenal fat (g, left side)	57.17	53.57	48.81	61.93	3.092	ns	*	ns
C12:0	0.80	0.93	0.92	0.81	0.041	ns	ns	ns
C14:0	7.47	7.81	7.76	7.52	0.145	ns	ns	ns
C15:0	0.43	0.41	0.42	0.41	0.014	ns	ns	ns
C16:0	26.47	27.27	26.82	26.92	0.219	ns	ns	ns
C16:1 n-9	0.84	0.86	0.85	0.85	0.014	ns	ns	ns
C17:0	0.86	0.88	0.86	0.88	0.015	ns	ns	ns
C17:1	0.32	0.37	0.34	0.35	0.010	*	ns	ns
C18:0	24.55	23.48	23.92	24.12	0.234	*	ns	ns
C18:1 n-9 <i>cis</i>	30.87	31.41	31.01	31.28	0.195	ns	ns	ns
C18:1 n-9 <i>trans</i>	0.82	0.64	0.74	0.73	0.024	***	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	2.05	1.37	1.69	1.73	0.070	***	ns	ns
C18:2 n-6 <i>trans</i>	0.23	0.18	0.22	1.19	0.009	ns	*	ns
C18:2 n-6 <i>cis</i>	1.71	1.66	1.75	1.62	0.032	ns	*	**
C20:0	0.20	0.23	0.23	0.20	0.007	ns	ns	ns
C18:3 n-3	0.15	0.35	0.26	0.25	0.016	***	ns	ns
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (RA)	0.67	0.52	0.57	0.62	0.018	**	ns	ns
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.001	ns	ns	ns
C21:0	0.02	0.02	0.03	0.02	0.001	ns	ns	ns
C20:3 n-6	0.02	0.02	0.02	0.02	0.001	ns	ns	ns
C20:4 n-6 (ARA)	0.10	0.09	0.09	0.10	0.003	ns	ns	ns
C20:3 n-3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.000	ns	ns	ns
C20:5 n-3 (EPA)	0.04	0.03	0.04	0.03	0.002	ns	ns	ns
C22:5 n-3 (DPA)	0.11	0.15	0.13	0.13	0.005	***	ns	ns
C22:6 n-3 (DHA)	0.03	0.05	0.04	0.04	0.002	***	ns	ns
SFA	61.50	61.77	61.70	61.57	0.202	ns	ns	ns
MUFA	35.34	35.10	35.08	35.36	0.186	ns	ns	ns
PUFA	3.16	3.13	3.22	3.07	0.042	ns	ns	ns
UFA	38.50	38.23	38.30	38.43	0.202	ns	ns	ns
CLA	0.69	0.54	0.59	0.64	0.018	***	ns	ns
n-3	0.35	0.59	0.48	0.46	0.020	***	ns	ns
n-6	2.07	1.97	2.11	1.94	0.036	ns	*	*
n6/n3	5.90	3.43	4.70	4.63	0.200	***	ns	ns
PUFA/SFA	0.05	0.05	0.05	0.05	0.001	ns	ns	ns
UFA/SFA	0.63	0.62	0.62	0.62	0.005	ns	ns	ns
Δ9C16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.000	ns	ns	ns
Δ9C18	0.58	0.59	0.58	0.58	0.002	ns	ns	ns
CLA index	0.25	0.28	0.26	0.27	0.007	*	ns	ns
AI	4.26	4.55	4.48	4.34	0.091	ns	ns	ns
TI	2.94	2.85	2.89	2.90	0.025	ns	ns	ns

^{a,b,c}: see Table 2.

($p < 0.001$), lower CLA desaturase index ($p < 0.05$), lower percentage of n-3 PUFA ($p < 0.001$) and, consequently, higher n6:n3 PUFA ratio ($p < 0.001$) than organic kids. Also, the conventional kids displayed a greater percentage of C18:0 ($p < 0.05$) in the perirenal fat and a major percentage of C18:1 *trans*-11 (VA)

($p < 0.001$) in both fat depots, than organic kids. Conjugated linoleic acid *cis*-9, *cis*-11 was not detected in fat depots.

Gender has a low impact on goat kid meat quality. In meat from female goat kids, the proportions of C17:1, C18:3 n-3, ($p < 0.05$) and C18:1 *trans*-11

Table 4. Fatty acid profile (% of total fatty acids) in the pelvic adipose tissue of suckling Payoya kids according to livestock production system and gender

Fatty acid ^a	Production system (PS)		Gender (G)		SEM ^b	Effects ^c		
	Conventional	Organic	Male	Female		PS	G	PS x G
Pelvic fat (g, left side)	7.25	8.65	8.58	7.32	0.471	ns	ns	ns
C12:0	0.74	0.92	0.86	0.81	0.002	**	ns	ns
C14:0	7.36	8.09	7.79	7.64	0.141	**	ns	ns
C15:0	0.39	0.41	0.40	0.40	0.012	ns	ns	ns
C16:0	26.35	27.18	26.70	26.82	0.290	ns	ns	ns
C16:1 n-9	0.86	0.88	0.84	0.91	0.018	ns	*	ns
C17:0	0.85	0.85	0.84	0.86	0.011	ns	ns	ns
C17:1	0.36	0.37	0.35	0.37	0.007	ns	ns	ns
C18:0	23.47	22.30	22.95	22.85	0.339	ns	ns	ns
C18:1 n-9 <i>cis</i>	31.75	32.33	32.11	31.96	0.283	ns	ns	ns
C18:1 n-9 <i>trans</i>	0.69	0.71	0.68	0.71	0.020	ns	ns	ns
C18:1 <i>trans</i> -11 (VA)	2.36	1.30	1.74	1.95	0.108	***	ns	*
C18:2 n-6 <i>trans</i>	0.21	0.16	0.18	0.19	0.008	ns	ns	ns
C18:2 n-6 <i>cis</i>	1.80	1.67	1.76	1.72	0.043	ns	ns	ns
C20:0	0.24	0.23	0.24	0.22	0.005	ns	ns	ns
C18:3 n-3	0.18	0.38	0.29	0.27	0.017	***	ns	ns
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (RA)	0.64	0.52	0.55	0.60	0.018	***	ns	ns
CLA <i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12	0.04	0.03	0.04	0.03	0.003	ns	ns	ns
C21:0	0.04	0.03	0.03	0.03	0.002	ns	ns	ns
C20:3 n-6	0.02	0.02	0.02	0.02	0.001	ns	ns	ns
C20:4 n-6 (ARA)	0.11	0.10	0.10	0.11	0.003	ns	ns	ns
C20:3 n-3	0.02	0.01	0.01	0.02	0.001	ns	ns	ns
C20:5 n-3 (EPA)	0.09	0.03	0.06	0.05	0.006	***	ns	ns
C22:5 n-3 (DPA)	0.11	0.17	0.13	0.14	0.007	***	ns	ns
C22:6 n-3 (DHA)	0.04	0.05	0.04	0.05	0.003	ns	ns	ns
SFA	60.12	60.72	60.50	60.32	0.279	ns	ns	ns
MUFA	36.52	36.05	36.21	36.37	0.266	ns	ns	ns
PUFA	3.36	3.22	3.28	3.30	0.055	ns	ns	ns
UFA	39.88	39.28	39.50	39.68	0.279	ns	ns	ns
CLA	0.68	0.55	0.59	0.63	0.019	***	ns	ns
n-3	0.43	0.65	0.54	0.53	0.020	***	ns	ns
n-6	2.18	1.98	2.10	2.07	0.050	ns	ns	ns
n6/n3	5.34	3.14	4.21	4.21	0.240	***	ns	ns
PUFA/SFA	0.06	0.05	0.05	0.05	0.001	ns	ns	ns
UFA/SFA	0.66	0.65	0.65	0.66	0.008	ns	ns	ns
Δ9C16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.001	ns	ns	ns
Δ9C18	0.60	0.61	0.60	0.60	0.004	ns	ns	ns
CLA index	0.22	0.29	0.25	0.25	0.007	***	ns	ns
AI	4.04	4.46	4.28	4.21	0.097	*	ns	ns
TI	2.75	2.71	2.73	2.73	0.033	ns	ns	ns

^{a,b,c}: see Table 2.

($p < 0.01$) were greater and C18:0 was lower ($p < 0.01$) than in male goat kids. Meat from female goat kids had higher percentages of MUFA, UFA and CLA ($p < 0.05$) and lower SFA percentage ($p < 0.05$) than meat from males. Meat from conventionally reared female goat kids had higher CLA *cis*-9, *trans*-11 (RA) content than

meat from conventionally reared males or organically reared males or females ($p < 0.05$). Regarding the fat depots, no differences between male and female kids were observed for the most studied parameters; there were only differences between groups for C18:2 n-6 *cis*, C18:2 n-6 *trans* and n-6 PUFA ($p < 0.05$) in

the kidney fat, and for C16:1 n-9 ($p < 0.05$) in the pelvic fat.

Discussion

The FA ratio (C16:0, C18:0 and C18:1 n-9 *cis*) in the muscle tissue and fat depots of goat kids were in the range of those reported for unweaned ruminants (Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008; Horcada *et al.*, 2012) and weaned ruminants (Bas *et al.*, 2005) and were also similar to those reported for other red-meat animal species (Banskalieva *et al.*, 2000). Differences in FA composition between fat depots of farm animals have been demonstrated (Duncan & Garton, 1967). Generally, there is a progressive increase in saturation from peripheral to deep sites in farm animals (Wood, 1984; Casey & Van Niekerk, 1985; Potchoiba *et al.*, 1990).

In the present study, the kids were fed exclusively with milk by suckling their dams, and even though the suckled milk is the main factor that influence the FA composition, since milk composition was not monitored, this will have to be tested in future studies. However, it seems opportune to discuss the feeding of the dams (the principal difference is the major consumption of concentrates per animal and year in the conventional farm, see M&M) and how it influences the milk composition. In fact, during the suckling phase, when goat kids are functionally non-ruminants, no ruminal biohydrogenation of the milk FA occurs prior to absorption by the intestine; thus, differences in the meat FA profile reflects the FA profile of the suckled milk (Sanz Sampelayo *et al.*, 2006; Nudda *et al.*, 2008). The C18:2 n-6, C18:3 n-3 and total PUFA ratios were similar to those reported in other goat studies (Banskalieva *et al.*, 2000; Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004; Bas *et al.*, 2005; Werdi Pratiwi *et al.*, 2007). Nevertheless, these proportions were lower than those reported in other studies (Yeom *et al.*, 2002; Nudda *et al.*, 2008), likely due to the higher concentration of C18:2 n-6 and C18:3 n-3 FA in the supplemented feed to the dams.

In the present study, the CLA content in muscle and fat depots was similar or slightly higher than that reported by Todaro *et al.* (2004) in pelvic fat from suckling kids, but was lower than that reported for the intramuscular fat of suckling kids from lactating dams on diets supplemented with concentrates rich in C18:2 and C18:3 (Nudda *et al.*, 2008) or in PUFA-rich pro-

duced fat (Sanz Sampelayo *et al.*, 2006). Also was lower than that reported in intramuscular fat depot by Horcada *et al.* (2012) in different Spanish breeds; however, the authors did not specify in detail the feeding management, especially with regard to food supplemented, which would be important to explain the differences found. Although grazing animals on grass pasture have higher CLA concentrations in their milk (Atti *et al.*, 2006; Butler *et al.*, 2008; D'Urso *et al.*, 2008; Lucas *et al.*, 2008; Pajor *et al.*, 2009) and meat (Caputi *et al.*, 2007; Paradis *et al.*, 2008; Talpur *et al.*, 2008), compared to non or low grazing animals; the feeding on Mediterranean shrublands or a diet containing tannins did not increase the milk (Tsiplakou *et al.*, 2006; Mancilla-Leytón *et al.*, 2013; Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013) or meat (Vasta *et al.*, 2007) CLA contents. These results could be due to effects of tannins on ruminal biohydrogenation (Vasta *et al.*, 2009, 2010) and although in present study goat kids were fed exclusively by suckling, this could explain the lack of effect showed on meat. High CLA concentrations can also be achieved by high-concentrate diets supplemented with whole oily seeds or their oils (Sanz Sampelayo *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008). Nudda *et al.* (2008) also observed strong relationships between the concentrations of VA, RA and linolenic acid in the muscle of suckling kids and those in their mothers' milk. This way, the higher intake of concentrate enriched by C18:2 and PUFA in the conventional lactating does, due to the ingredients of the concentrate (*i.e.* 18% of soybean meal, see Table 1), could explain the higher CLA content in the conventional kids in the fat depots. Moreover, in the present study we have shown higher CLA desaturase index of the muscle of the kids from the conventional system than the kids from the organic system. However, the opposite happened for the fat depots. This might be explained because for kids suckling from goats fed on concentrate-rich diets, VA desaturation to CLA primarily occurs in the muscle rather than the mammary gland (Nudda *et al.*, 2008), probably in response to an increase in desaturase gene expression induced by insulin (Daniel *et al.*, 2004), and this could explain the greater value of CLA desaturase index in the muscle of the conventional kids. Nevertheless, lower desaturase activity associated with higher content of RA in milk fat (Morales *et al.*, 2000) and in tissues (Palmquist *et al.*, 2004) has been reported, and that might explain the lower desaturase activity in fat depots of the conventional kids. These differences between tissues suggest a different metabolic

control of the fat deposition and needs to be determined in future studies.

The n-3 FAs are considered the most important dietary FA for human health. Current human health recommendations include a dietary n-6:n-3 FA optimum of 2.0-2.5, but most human foodstuffs have a ratio nearer to 5.0-10.0 (MacRae *et al.*, 2005). In the present study, the n-6 PUFA:n-3 PUFA ratio was lower than those reported in other studies on goats (Todaro *et al.*, 2004; Sanz Sampelayo *et al.*, 2006; Nudda *et al.*, 2008) but was comparable to those reported for the fat depots and muscles of grazing goats (Bas *et al.*, 2005; Horcada *et al.*, 2012). In addition, organic kid meat and specially the fat depots displayed higher percentages of n-3 FAs than conventionally reared meat, which might be a consequence of high pasture intake by organically managed dams due to reduced feedstuff supplementation. In this regard, goats fed on rangeland (herbaceous plants, leaves and shrubs) (Bas *et al.*, 2005) and sheep fed on grass pasture (Bas & Morand-Fehr, 2000) have shown to have higher n-3 FA ratios in fat and muscle than animals fed diets based on concentrate. Also, because of potentially increased risks of atherogenicity of C16:0, fat with a high atherogenicity index is assumed to be detrimental to human health (Ulbricht & Southgate, 1991). Except for pelvic fat, in this study there were no significant differences between the atherogenicity index in goat kid from organic or conventional managed dams. There are no known values of this index in studies of goats, nevertheless, the index values for both groups were lower than those reported in milk of sheep fed Mediterranean forages (Addis *et al.*, 2005). The low fat content and FA profile (especially the PUFA content and the n-6:n-3 PUFA ratio) of meat from kids reared in both production systems indicates the beneficial characteristics of this meat with respect to human health.

Gender effects on the FA profile in meat are inconsistent (Banskalieva *et al.*, 2000). No or minimal effects of gender on the FA profiles in meat (Nudda *et al.*, 2008) or fat depots (Rojas *et al.*, 1994; Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004) have been reported. In agreement with our results, Banskalieva *et al.* (2000) reported higher levels of C18:1 and lower levels of C18:0 in meat from females than males. Mahgoub *et al.* (2002) and Santos *et al.* (2007) reported that meat from males had higher levels of C15, C18:2 and C18:3 but lower levels of total C10, C14, C16, C18 and C18:1 than meat from females. The effects of sex on FA composition are reduced and may be explained in terms of

differences in overall fat contents (Wood, 1984). The overall fat content of the animal and muscle have an important impact on proportionate fatty acid composition because of the different fatty acid compositions of neutral lipid and phospholipid (Wood *et al.*, 2008). The major lipid class in adipose tissue (>90%) is triacylglycerol or neutral lipid. In muscle, a significant proportion is phospholipid, which has a much higher PUFA content in order to perform its function as a constituent of cellular membranes (Wood *et al.*, 2008). In the present study, minimal effects in fat depots have been obtained, in agreement with the results of Matsuoka *et al.* (1997) for Japanese Saanen goats which show that sex differences in fatty acid composition are more pronounced in phospholipids than in neutral lipids.

The results obtained in the present experiment indicate that the muscle and adipose tissues of suckling kids, coming from organic and conventional livestock production systems, are different only in some FA percentages. This fact could be due because the dams, in both experimental farms, were managed in a similar way based on the grazing of natural pastures. As consequence, conventional grazing-based management farms could be easily transformed into organic production livestock's. The effect of sex on FA profile was reduced.

Acknowledgments

The authors are grateful to Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica from Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía for the financial support granted through proposal No. 75 (Expdte.: 92162/1). The authors are also grateful to goat farmers Daniela Hinojo Antille and Francisco Marín for their collaboration.

References

- Addis M, Cabiddu A, Pinna G, Decandia M, Piredda G, Pirisi A, Molle G, 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid *cis*-9, *trans*-11. *J Dairy Sci* 88: 3443-3454.
- Aldai N, Osoro K, Barron LJR, Nájera AI, 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (*cis*9-

- trans*11 and *trans*10-*cis*12 isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids – Application to the intramuscular fat of beef meat. *J Chromatography* 1110(A): 133-139.
- Atti N, Roussiand H, Othmane MH, 2006. Milk production, milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content in dairy ewes raised on feedlot or grazing pasture. *Livest Sci* 104: 121-127.
- Banskalieva V, Sahlu T, Goetsch AL, 2000. Fatty acid composition of goat muscle fat depots: a review. *Small Rumin Res* 37: 255-268.
- Bas P, Morand-Fehr P, 2000. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livest Prod Sci* 64: 61-79.
- Bas P, Dahbi E, El Aich A, Morand-Fehr P, Araba A, 2005. Effect of feeding on fatty acid composition of muscles and adipose tissues in young goats raised in the Argan tree forest of Morocco. *Meat Sci* 71: 317-326.
- BOE, 2006. APA/661/2006, Order of 3 March, by replacing the annex to Royal Decree 1682/1997 of 7 November, which updates the Catalog Livestock Breeds of Spain. *Boletín Oficial del Estado* 59, 10 March 2006, pp: 9656-9657. [In Spanish].
- BOE, 2007. Spanish Animal Welfare Act 32/2007: Caring of animals during the production time, transport, experimentation and slaughter time. *Boletín Oficial del Estado* 268, 8 November 2007, pp: 45914-45920. [In Spanish].
- Butler G, Nielsen JH, Slots T, Seal C, Eyre MD, Sanderson R, Leifert C, 2008. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J Sci Food Agric* 88: 1431-1441.
- Caputi Jambrenghi A, Colonna MA, Giannico F, Cappiello G, Vonghia G, 2007. Effect of goat production systems on meat quality and conjugated linoleic acid (CLA) content in suckling kids. *Ital. J Anim Sci* 6 (suppl 1): 612-614.
- Casey NH, Van Niekerk WA, 1985. Fatty acid composition of subcutaneous and kidney fat depots of Boer goats and the response to varying levels of maize meal. *South Afr J Anim Sci* 15: 60-62.
- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton H, 1987. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livest Prod Sci* 17: 149-159.
- Daniel ZCTR, Richards SE, Salter AM, BATTERY PJ, 2004. Insulin and dexamethasone regulate stearoyl-CoA desaturase mRNA levels and fatty acid synthesis in ovine adipose tissue explants. *J Anim Sci* 82: 231-237.
- Delgado-Pertíñez M, Gutiérrez-Peña R, Mena Y, Fernández-Cabanás VM, Laberye D, 2013. Milk production, fatty acid composition and vitamin E content of Payoya goats according to grazing level in summer on Mediterranean shrublands. *Small Rumin Res*. [In press].
- Duncan WRH, Garton GA, 1967. The fatty acid composition and intramuscular structure of triglycerides derived from different sites in the body of the sheep. *J Sci Food Agr* 18: 99-102.
- D'Urso S, Cutrignelli MI, Calabro S, Bovera F, Bovera, Tudisco R, Piccolo V, Infascelli F, 2008. Influence of pasture on fatty acid profile of goat milk. *J Anim Phys Anim Nut* 92: 405-410.
- EC, 2007. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. *DO L* 189, 20-7-2007.
- Hermansen JE, 2003. Organic livestock production systems and appropriate development in relation to public expectations. *Livest Prod Sci* 80 (1-2): 3-15.
- Horcada A, Ripoll G, Alcalde MJ, Sañudo C, Teixeira A, Panea B, 2012. Fatty acid profile of three adipose depots in seven Spanish breeds of suckling kids. *Meat Sci* 92: 89-96.
- Johnson DD, McGowan CH, Nurse G, Anous MR, 1995. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. *Small Rumin Res* 17: 57-63.
- Kramer JKG, Cruz-Hernández C, Deng ZY, Zhou JQ, Jahreis G, Dugan MER, 2004. Analysis of conjugated linoleic acid and trans 18:1 isomers in synthetic and animal products. *Am J Clin Nutr* 79(6): 1137-1145.
- Lucas A, Coulon JB, Agabriel C, Chilliard Y, Rockd R, 2008. Relationships between the conditions of goat's milk production and the contents of some components of nutritional interest in Rocamadour cheese. *Small Rumin Res* 74: 91-106.
- MacRae J, O'Reilly L, Morgan P, 2005. Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest Prod Sci* 94: 95-103.
- Mahgoub O, Khan AJ, Al-Maqbaly RS, Al-Sabahi JN, Annamalai K, Al-Sakry NM, 2002. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. *Meat Sci* 61: 381-387.
- MAGRAMA, 2011. Anuario de Estadísticas agrarias on-line 2011. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Available in http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2011/AE_2011_15.pdf. Consulted in July, 2013. [In Spanish].
- MAGRAMA, 2012. Informe Ovino-Caprino on-line 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Available in http://www.magrama.gob.es/es/estadisticas-agrarias/Informe_de_Ovino-Caprino_2012_tcm7-286211.pdf. Consulted in July, 2013. [In Spanish].
- Mancilla-Leytón JM, Martín Vicente A, Delgado-Pertíñez M, 2013. Summer diet selection of dairy goats grazing in a Mediterranean shrubland and the quality of secreted fat. *Small Rumin Res* 113: 437-445.
- Matsuoka A, Furokawa N, Takahashi T, 1997. Carcass traits and chemical composition of meat in male and female goats. *J Agric Sci* 42: 127-135.
- Mena Y, Castel JM, Caravaca FP, Guzmán JL, González P, 2005. Situación actual, evolución y diagnóstico de los sistemas semiextensivos de producción caprina en Andalucía Centro-Occidental. Ed Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla, Spain. [In Spanish].
- Mena Y, Ligerio M, Ruiz FA, Nahed J, Castel JM, Acosta JM, Guzmán JL, 2009a. Organic and conventional dairy goat

- production systems in Andalusian mountainous areas. *Opt Mediterr A* 91: 253-256.
- Mena Y, Nahed J, Ruiz FA, Castel JM, Ligerio M, 2009b. Proximity to the organic model of dairy goat systems in the Andalusian mountains (Spain). *Trop Subtrop Agroec* 11: 69-73.
- Morales MS, Palmquist DL, Weiss WP, 2000. Effects of fat source and copper on unsaturation of blood and milk triacylglycerol fatty acids in Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci* 83: 2105-2111.
- Nudda A, Palmquist DL, Battacone G, Fancellu S, Rassu SPG, Pulina G, 2008. Relationships between the contents of vaccenic acid, CLA and n-3 fatty acids of goat milk and the muscle of their suckling kids. *Livest Sci* 118: 195-203.
- Pajor F, Gallo O, Steiber O, Tasi J, Poti P, 2009. The effect of grazing on the composition of conjugated linoleic acid isomers and other fatty acids of milk and cheese in goats. *J Anim Feed Sci* 18(3): 429-439.
- Palmquist DL, St-Pierre N, McClure KE, 2004. Tissue fatty acids profiles can be used to quantify endogenous rumenic acid synthesis in lambs. *J Nutr* 134: 2407-2414.
- Paradis C R, Lafrenière C, Gervais R, Chouinard PY, 2008. Conjugated linoleic acid content in adipose tissue of calves suckling beef cows supplemented with raw or extruded soybeans on pasture. *J Anim Sci* 86: 1624-1636.
- Potchoiba MJ, Lu CD, Pinkerton F, Sahlou T, 1990. Effects of all-milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition, including fatty acids and cholesterol contents, of growing male goats. *Small Rumin Res* 3(6): 583-592.
- Ríos Castaño P, 2008. Profundización en el manejo alimentario de las cabras de raza Payoya en pastoreo: estrategias para conseguir un manejo más ecológico. Proyecto fin de carrera. Universidad de Sevilla. 147 pp. [In Spanish].
- Rojas A, López-Bote C, Rota A, Martín L, Rodríguez PL, Tovar JJ, 1994. Fatty acid composition of Verata goat kids fed either goat milk or commercial milk replacer. *Small Rumin Res* 14(1): 61-66.
- Ruiz FA, Castel JM, Mena Y, Camúñez J, González-Redondo P, 2008. Application of the technico-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). *Small Rumin Res* 77: 208-220.
- Santos VAC, Silva AO, Cardoso JVF, Silvestre AJD, Silva SR, Martins C, Azevedo JMT, 2007. Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by the PGI "Cabrito de Barroso". *Meat Sci* 75: 725-736.
- Sanz Sampelayo MR, Fernández JR, Ramos E, Hermoso R, Gil Extremera F, Boza J, 2006. Effect of providing a polyunsaturated fatty acid-rich protected fat to lactating goats on growth and body composition of suckling goat kids. *Anim Sci* 82: 337-344.
- Sanz Sampelayo MR, Chilliard Y, Schmidely Ph, Boza J, 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 68: 42-63.
- Sukhija PS, Palmquist DL, 1988. Rapid method of determination of total fatty acid content and composition of feedstuff and faeces. *J Agr Food Chem* 36: 1202-1206.
- Talpur FN, Bhangar MI, Sherazi STH, 2008. Intramuscular fatty acid profile of longissimus dorsi and semitendinosus muscle from Pateri goats fed under traditional feeding systems of SINDO, Pakistan. *Meat Sci* 80: 819-822.
- Todaro M, Corrao A, Alicata ML, Schinelli R, Giaccone P, Priolo A, 2004. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. *Small Rumin Res* 54: 191-196.
- Tsiplakou E, Mountzouris KC, Zervas G, 2006. Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Livest Sci* 103: 74-84.
- Ulbricht TLV, Southgate DAT, 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet* 338: 49-56.
- Vasta V, Pennisi P, Lanza M, 2007. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Sci* 76: 739-745.
- Vasta V, Makkar HPS, Mele M, Priolo A, 2009. Ruminant biohydrogenation as affected by tannins *in vitro*. *Brit J Nut* 102: 82-92.
- Vasta V, Yáñez-Ruiz RD, Mele M, Serra A, Luciano G, Lanza M, Biondi L, Priolo A, 2010. Bacterial and protozoal communities and fatty acid profile in the rumen of sheep fed a diet containing added tannins. *Appl Environ Microbiol* 76(8): 2549-2555.
- Werdí Pratiwi NM, Murray PJ, Taylor DG, 2007. Feral goats in Australia: A study on the quality and nutritive value of their meat. *Meat Sci* 75: 168-177.
- Wood JD, 1984. Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: *Fats in animal nutrition* (Wiseman JW, ed), Butterworths, London. pp: 407-435.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM, 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Sci* 78: 343-358.
- Yeom KH, Van Trierum G, Hovenier R, Schellingerhout AB, Lee KW, Beynen AC, 2002. Fatty acid composition of adipose tissue in goat kids fed milk replacers with different contents of α -linolenic and linoleic acid. *Small Rumin Res* 43: 15-22.

Trabajo nº2 (publicado).

Fatty acid composition of muscle and adipose tissues of organic and conventional Blanca Andaluza suckling kids.

Spanish Journal Agriculture Research 11(3): 770-779, 2013.

Factor de impacto 2013 JCR (Thomson Reuters Web of Science): 0.514.

subject categories AGRICULTURE, MULTIDISCIPLINARY

Artículo con permiso de reproducción completa para esta Tesis Doctoral.

Editorial: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria [Spanish National Institute for Agricultural and Food Research and Technology] (INIA). Autopista A-6, km 7.5, Madrid, Spain.

Acuerdo de licencia: **Creative Commons Attribution License (CC by 3.0)**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

Fatty acid composition of muscle and adipose tissues of organic and conventional Blanca Andaluza suckling kids

F. de la Vega¹, J. L. Guzmán², M. Delgado-Pertíñez^{1*}, L. A. Zarazaga² and A. Argüello³

¹ Departamento de Ciencias Agroforestales. ETSIA. Universidad de Sevilla Ctra. Utrera, km 1.
41013 Sevilla, Spain

² Departamento de Ciencias Agroforestales. ETSI. Universidad de Huelva. "Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario ceIA3". Campus de la Rábida. 21819 Palos de la Frontera (Huelva), Spain

³ Animal Science Department. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. C/ Transmontaña, s/n.
35413 Arucas, Spain

Abstract

Interest in the preservation of autochthonous breeds such as the Blanca Andaluza goat (meat breed), raised under grazing-based management, has recently increased among Spanish farmers. A study of the possibilities of transformation to organic production needs to analyze the quality of their products. The aim of this study was to evaluate the fatty acid (FA) composition of muscle and adipose tissues of Blanca Andaluza goat kids under organic and conventional grazing-based management system. Twenty-four twin kids (12 males, 12 females) were selected from each system. The FA profile was determined in the *longissimus thoracis* muscle, kidney and pelvic fat. The percentages of C17:0, C17:1, C20:1, C20:4 *n*-6, C22:2 and several *n*-3 FAs were higher in organic meat; C12:0, C18:1 *trans*-11, CLA and C20:5 *n*-3 were lower in organic meat. The fat depots from the conventional kids showed lower percentages of C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C17:1, C18:3 *n*-3 and atherogenicity index, and higher percentage of C18:0. In the pelvic fat, the conventional kids displayed lower percentages of C16:0, C18:2 *n*-6 *cis*, PUFA, *n*-3 and *n*-6 FAs, and greater percentages of C18:1 *n*-9 *cis* and MUFA. The conventional kids displayed a major n6:n3 ratio in the kidney fat. No gender differences were observed. Significant differences were found only in some FA percentages of muscle and adipose tissues of suckling kids raised in organic and conventional livestock production systems, and due to this reason conventional grazing-based management farms could easily be transformed into organic production.

Additional key words: CLA; grazing; *n*-3 fatty acids; meat.

Introduction

In Spain there are 6,074 organic farms and Andalusia (in Southern Spain) contains the majority of these with 3,683 farms. Also, among countries in the European Union, Spain has the second highest goat head number (2.6 million) and Andalusia is the region with major census (35.7% of the national total) (MAGRAMA, 2012) and also with the highest number (398) of goat herd organic farms (65% of the national total); 375 of which are meat production farms and 23 dairy farms (MAGRAMA, 2011). Organic farming is of particular interest in the Mediterranean area, where it may

play a role in safeguarding agricultural functions and preserving rural villages, with positive effects on the quality of life in these communities.

Interest in the preservation of autochthonous breeds, raised using extensive or semi-extensive grazing, has also recently increased among Spanish farmers and many of these breeds, such as the Blanca Andaluza goat (meat breed), are considered as special protection breeds (BOE, 2006). Converting these breeds to organic production should be straightforward owing to the adaptive capacity and disease resistance of autochthonous breeds and to the rustic environment and nutritional resources available in Andalusia's mountain

* Corresponding author: pertinez@us.es
Received: 03-12-12. Accepted: 12-07-13.

Abbreviations used: ARA (arachidonic acid); CLA (conjugated linoleic acid); DHA (docosahexaenoic acid); EPA (eicosapentaenoic acid); FA (fatty acid); GLM (general linear model); MUFA (monounsaturated fatty acids); PUFA (polyunsaturated fatty acids); RA (rumenic acid); SFA (saturated fatty acids); UFA (unsaturated fatty acids); VA (vaccenic acid).

zones. According to organic production system requirements, mountain goat systems, in which feeding is largely based on grazing (Ruiz *et al.*, 2008), could easily be transformed into organic production (Mena *et al.*, 2009a,b). A study of the possibilities of transformation to organic production needs to analyze, not only the technical and economical viability of the organic production systems, but also the quality of their products, specially the suckling kids meat.

The majority of goat farms raising the Blanca Andaluza breed are located in Andalusia's mountain zones. This breed is not as important economically or in census terms as the Malagueña or the Murciano-Granadina, but it is the one that best represents meat goat production linked to grazing. The main objective of these farms is the meat where kids must weigh 8-9 kg at slaughter. The reduced live weight at slaughter is owed to the lower economic value at higher weights.

Recently, much attention has been given to the manipulation of dietary fatty acids (FA), because of the impact of FA intake on human health. Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated FA (PUFA), especially those of the *n*-3 series, are recognized for their positive effects on the cardiovascular system and their ability to prevent cancer (MacRae *et al.*, 2005). Although gender effects on the FA content of goat meat and fat depots have been studied (Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008; De la Vega *et al.*, 2013), there is little information about the FA composition of muscle and internal fat depots of goat kids under organic grazing-based management systems. In this respect and according to De la Vega *et al.* (2013), significant differences were found only in some FA percentages of muscle and adipose tissues of Payoya suckling kids raised in organic and conventional livestock production systems.

Therefore, the aim of this study was to evaluate the comparative fatty acid composition of muscle and internal fat depots of Blanca Andaluza goat kids, of both sexes, under organic and conventional grazing-based livestock production system.

Material and methods

Study area, experimental farm goats and kids

The study was carried out in Sierra of Huelva (Hinojales, Andalusia, Spain) and all goats included in

this study were of the Blanca Andaluza breed. Currently, with this breed there are 16 organic and 33 conventional farms (Blanca Andaluza Breeders' Association, unpublished data). Within those farms, one farm from each management system (certified organic under EC 834/2007 (EC, 2007) and conventional) was selected. Care and management of goats and kids was in accordance with the Spanish Animal Welfare Act 32/2007 (BOE, 2007). Twenty-four twin goat kids (12 males and 12 females) were selected from each farm during the same season. Kids had free access to dams but not to feedstuff.

The dams, in both experimental farms, were raised with similar semi-extensive system based on the grazing of natural pastures. The systems are characterized by a large land surface per animal, abrupt and difficult topography, hard climatology, grazing during all year and supplemented with concentrates only during the suckling phase. The average size of the farms is small (less than 100 breeding female) and, frequently, are mixed flocks/herd (sheep-goats) (Blanca Andaluza Breeders' Association, unpublished data).

In this study, a supplementary feed concentrate was added at a flat rate of 0.6 kg head⁻¹ day⁻¹ (composed of beans and peas) for the conventional farm and at 0.35 kg head⁻¹ day⁻¹ (commercial concentrate, organic constituents) for the organic farm (Table 1). On the rangeland, the diet was composed of herbaceous plant species and leaves and stems from Mediterranean shrubs and trees (mainly *Mirtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Cistus salvifolius* and *Arbutus unedo*).

Slaughter, muscle and adipose tissues sampling

All goat kids were slaughtered at a body weight of 7.75 ± 0.11 kg at the Huelva municipality slaughterhouse after 21.02 ± 0.32 h of fasting with free water access. After slaughter, carcasses were chilled at 4°C for 24 h and then the left half of each carcass was removed according to the procedure of Colomer-Rocher *et al.* (1987) and transported under refrigeration to Huelva University.

Prior to dissection on the left half of carcass, the pelvic and kidney fats were removed; vacuum packed and frozen at -20°C until analysis. After the rib joints was obtained, the *longissimus thoracis* were dissected, vacuum packed and frozen at -20°C until analysis.

Table 1. Proximate chemical composition and fatty acid profile of the concentrate supplements for conventional and organic livestock production systems

	Conventional ^a	Organic ^b
Dry matter (g/100 g)	88	93
Organic matter (g/100 g, DM basis)	97	94
Crude protein (g/100 g, DM basis)	22	19
Ether extract (g/100 g, DM basis)	1	2
<i>Fatty acid profile (% of total FA)</i>		
C8:0	0.07	0.11
C10:0	0.09	1.51
C12:0	0.07	1.25
C13:0	0.04	0.05
C14:0	0.35	4.75
C15:0	0.12	0.49
C16:0	22.52	26.59
C16:1	0.12	3.17
C17:0	0.2	0.67
C17:1	0.08	0.21
C18:0	9.83	9.20
C18:1 <i>n</i> -9 <i>cis</i>	24.97	23.04
C18:2 <i>n</i> -6 <i>trans</i>	0.1	0.18
C18:2 <i>n</i> -6 <i>cis</i>	35.77	21.58
C18:3 <i>n</i> -6 γ	0.1	0.09
C20:0	0.17	0.53
C18:3 <i>n</i> -3 α	3.56	2.88
C20:1 <i>n</i> -9	0.13	0.69
C21:0	0.35	0.15
C20:2	0.23	0.52
C20:3 <i>n</i> -6	0.17	0.43
C20:4 <i>n</i> -6	0.35	0.08
C20:3 <i>n</i> -3	0.13	1.50
C20:5 <i>n</i> -3	0.32	0.17
C22:5 <i>n</i> -3	0.11	0.11
C22:6 <i>n</i> -3	0.07	0.03
SFA ^c	33.80	45.30
MUFA ^c	25.29	27.11
PUFA ^c	40.91	27.58

^a Supplement ingredients (%): beans (60), peas (40) and mineral blocks containing trace elements and vitamins. ^b Supplement ingredients (%): barley grain (74), wheat husk (5), green pea (5), wheat bran (4), carob (4), sunflower seed (5), calcium carbonate (2.5), salt (0.5). ^c SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids.

Fatty acid composition

After thawing the *longissimus thoracis* and pelvic and kidney fats, total FA were extracted, methylated and analyzed as described by Aldai *et al.* (2006). FA methyl esters were quantified with an Agilent 6890N gas chromatograph (Agilent Technologies Spain, S.L., Madrid, Spain) equipped with a flame ionization detector, an HP 7683 automatic sample injector, and an HP-88 J&W fused silica capillary column (100 m, 0.25 mm i.d., 0.2 μ m film thickness; Agilent Technolo-

gies Spain, S.L.). Nonadecanoic acid methyl ester (C19:0 methyl ester; 10 mg mL⁻¹) was used as an internal standard. The FA in the supplementary concentrate were extracted and methylated using the one-step procedure described by Sukhija & Palmquist (1988) and then analyzed under the same gas chromatography conditions as those described herein for meat FA.

Fatty acids were identified by comparing gas chromatograph peak retention times with those of FA methyl ester standards (Component FAME Mix; Supelco

37, Bellefonte, PA, USA). In addition, PUFA were identified by comparison with the PUFA-2 standard (Matreya Inc., Pleasant Gap, PA, USA), a non-conjugated 18:2 isomer mixture comprised of all *cis*-5, 8, 11, 14, 17 C20:5 (eicosapentaenoic acid, EPA), all *cis*-4, 7, 10, 13, 16, 19 C22:6 (docosahexaenoic acid, DHA), all *cis*-5, 8, 11, 14 C20:4 (arachidonic acid, ARA), all *cis*-6, 9, 12 C18:3, and all *cis*-9, 12, 15 C18:3. High-purity CLA *cis*-9, *trans*-11 and *trans*-10, and *cis*-12 (Matreya Inc.) were used as standards to identify these CLA isomers of interest. Additional standard CLA isomers *cis*-9, *cis*-11 C18:2, *trans*-9, *trans*-11 C18:2, *trans*-11, *trans*-13 C18:2 (77% *cis*, *trans*; 2% *cis*, *cis*; 6% *trans*, *trans*) (Matreya Inc.), the CLA mix standard (Nu-Check-Prep, Inc., Elysian, MN, USA), and published isomeric profiles (Kramer *et al.*, 2004) were used to identify the other CLA isomers. The relative amount of each FA (% of total FA methyl esters) was reported as a percentage of total peak area for all FA.

After analyses, the FA composition data were grouped as follows: saturated FA (SFA), monounsaturated FA (MUFA), PUFA, unsaturated FA (UFA), *n*-3 PUFA, *n*-6 PUFA, and total CLA (CLA *cis*-9, *trans*-11 + CLA *trans*-10, *cis*-12 + CLA *cis*-9, *cis*-11). Ratios between the different fractions, namely PUFA:SFA, UFA:SFA and *n*-6:*n*-3 were calculated. The desaturase activities were estimated indirectly as (product)/(precursor + product). Thus, activity indices of Δ^9 C16 desaturase [(C16:1 *n*-9 + C16:1 *n*-7)/(C16:0 + C16:1 *n*-9 + C16:1 *n*-7)], Δ^9 C18 desaturase [(C18:1 *n*-9 *cis* + C18:1 *n*-9 *trans*)/(C18:0 + C18:1 *n*-9 *cis* + C18:1 *n*-9 *trans*)], and CLA desaturase index [(C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (rumenic acid, RA))/(C18:1 *trans*-11 (vaccenic acid, VA) + RA)] were estimated. Finally, the atherogenicity index (C12:0 + 4 × C14:0 + C16:0)/(MUFA + PUFA) and thrombogenicity index (C14:0 + C16:0 + C18:0)/(0.5 × MUFA + 0.5 × *n*-6-PUFA + 3 × *n*-3-PUFA + (*n*-3-PUFA / *n*-6-PUFA)) were calculated according to Ulbricht & Southgate (1991).

Statistical analyses

Differences in FA were assessed by analysis of variance using the general linear model (GLM) of the SPSS for Windows 18.0 package (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), including the fixed effects of production system and gender. The linear model used for each parameter was as follows:

$$Y_{ijk} = \mu + PS_i + G_j + (PS \times G)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

where Y_{ijk} = observations for dependent variables; μ = overall mean; PS_i = fixed effect of production system (i = organic system or conventional system); G_j = fixed effect of gender; $PS \times G$ = interactions between production system and gender, and ϵ_{ijk} = random effect of residual.

Results

The percentages of the individual FA and the FA groups in the *longissimus thoracis* muscle, pelvic and kidney fats of Blanca Andaluza goat kids stratified by livestock production system and gender are shown from Table 2 to Table 4. No significant differences were found in the majority of individual or group FA analyzed between the two productions systems. The percentages of C17:0 ($p < 0.01$), C17:1, C20:1 ($p < 0.001$), ARA ($p < 0.05$), C22:2 ($p < 0.001$), and several *n*-3 FA (C22:5 *n*-3 —DPA— and DHA) ($p < 0.001$) were higher in organic kid meat than in conventionally reared kid meat. In contrast, C12:0 ($p < 0.01$), C18:1 *trans*-11 ($p < 0.05$), CLA *cis*-9, *trans*-11, CLA total ($p < 0.01$) and EPA ($p < 0.05$) were lower in organic kid meat than in conventional meat.

The fat depots from the conventional goat kids showed lower percentages of C12:0, C14:0, C15:0, C17:0, C17:1, C18:3 *n*-3 ($p < 0.05$) and AI index ($p < 0.01$), and higher percentage of C18:0 ($p < 0.001$) than those from organic kids. In the pelvic fat, the conventional kids displayed lower percentages of C16:0 ($p < 0.001$), C18:2 *n*-6 *cis*, PUFA, *n*-3 FA and *n*-6 FA ($p < 0.05$), and greater percentages of C18:1 *n*-9 *cis* and MUFA ($p < 0.01$) than organic kids. Also, the conventional kids displayed a major *n*6:*n*3 PUFA ratio ($p < 0.05$) in the kidney fat depot than organic kids. CLA *cis*-9, *cis*-11 was not detected in fat depots.

Discussion

In the present study, the kids were fed exclusively with milk by suckling their dams. Although the suckled milk is the main factor that influence the FA composition, since milk composition was not monitored, this will have to be tested in future studies. However, we have considered opportune to discuss the feeding of the dams and how it influences the milk composition. Actually, during the suckling phase, when goat kids are functionally non-ruminants, no ruminal biohydrogenation of the milk FA occurs prior to absorption by

Table 2. Profile of fatty acids (% total fatty acids, mean \pm SE), in the *longissimus thoracis* muscle of Blanca Andaluza goat kids, stratified by livestock production system and gender

Fatty acid ^a	Production system (PS)		Gender (G)		Significance ^b		
	Conventional (n=24)	Organic (n=24)	Male (n=24)	Female (n=24)	PS	G	PS \times G
Fat (g/100 g)	2.04 \pm 0.07	2.02 \pm 0.07	2.04 \pm 0.07	2.03 \pm 0.07	ns	ns	ns
C12:0	0.87 \pm 0.06	0.65 \pm 0.04	0.77 \pm 0.05	0.75 \pm 0.06	**	ns	ns
C14:0	4.23 \pm 0.19	4.31 \pm 0.17	4.44 \pm 0.17	4.10 \pm 0.18	ns	ns	ns
C15:0	0.43 \pm 0.06	0.39 \pm 0.04	0.38 \pm 0.04	0.44 \pm 0.06	ns	ns	ns
C15:1	0.10 \pm 0.01	0.13 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01	0.12 \pm 0.01	ns	ns	ns
C16:0	25.36 \pm 0.29	24.86 \pm 0.30	25.01 \pm 0.26	25.21 \pm 0.33	ns	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -7	1.96 \pm 0.07	1.83 \pm 0.11	1.94 \pm 0.09	1.85 \pm 0.09	ns	ns	ns
C16:1 <i>n</i> -9	0.32 \pm 0.03	0.37 \pm 0.06	0.31 \pm 0.03	0.37 \pm 0.06	ns	ns	ns
C17:0	0.96 \pm 0.07	1.23 \pm 0.06	1.16 \pm 0.08	1.04 \pm 0.07	**	ns	ns
C17:1	0.31 \pm 0.02	0.46 \pm 0.03	0.39 \pm 0.04	0.38 \pm 0.03	***	ns	ns
C18:0	18.16 \pm 0.41	18.28 \pm 0.34	17.98 \pm 0.34	18.47 \pm 0.40	ns	ns	ns
C18:1 <i>n</i> -9 cis	36.64 \pm 0.61	35.40 \pm 0.61	36.19 \pm 0.61	35.86 \pm 0.64	ns	ns	ns
C18:1 trans 11 (VA)	0.32 \pm 0.03	0.21 \pm 0.02	0.28 \pm 0.03	0.27 \pm 0.03	*	ns	ns
C18:2 <i>n</i> -6 cis	4.60 \pm 0.26	5.01 \pm 0.33	4.90 \pm 0.31	4.72 \pm 0.29	ns	ns	ns
C20:0	0.21 \pm 0.09	0.30 \pm 0.13	0.12 \pm 0.01	0.40 \pm 0.16	ns	ns	ns
C20:1	0.32 \pm 0.03	0.48 \pm 0.02	0.41 \pm 0.03	0.39 \pm 0.03	***	ns	ns
C18:3 <i>n</i> -3	0.31 \pm 0.03	0.37 \pm 0.01	0.34 \pm 0.02	0.34 \pm 0.03	ns	ns	ns
CLA cis 9,trans 11 (RA)	0.32 \pm 0.03	0.20 \pm 0.01	0.23 \pm 0.02	0.29 \pm 0.04	**	ns	ns
CLA trans 10,cis 12	0.05 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	0.06 \pm 0.01	ns	ns	ns
CLA cis 9,cis 11	0.05 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	ns	ns	ns
C21:0	0.11 \pm 0.02	0.07 \pm 0.02	0.11 \pm 0.02	0.07 \pm 0.02	ns	ns	ns
C20:2	0.05 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.05 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	ns	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -6	0.17 \pm 0.02	0.19 \pm 0.02	0.19 \pm 0.02	0.17 \pm 0.02	ns	ns	ns
C20:4 <i>n</i> -6 (ARA)	1.06 \pm 0.13	1.54 \pm 0.16	1.37 \pm 0.17	1.22 \pm 0.13	*	ns	ns
C20:3 <i>n</i> -3	1.35 \pm 0.16	1.34 \pm 0.18	1.26 \pm 0.15	1.44 \pm 0.19	ns	ns	ns
C22:2	0.27 \pm 0.03	0.60 \pm 0.04	0.45 \pm 0.06	0.43 \pm 0.04	***	ns	ns
C20:5 <i>n</i> -3 (EPA)	0.39 \pm 0.05	0.28 \pm 0.02	0.33 \pm 0.04	0.34 \pm 0.04	*	ns	ns
C22:4 <i>n</i> -6	0.20 \pm 0.03	0.15 \pm 0.02	0.16 \pm 0.02	0.19 \pm 0.03	ns	ns	ns
C22:5 <i>n</i> -3 (DPA)	0.73 \pm 0.06	1.03 \pm 0.08	0.91 \pm 0.08	0.85 \pm 0.07	**	ns	ns
C22:6 <i>n</i> -3 (DHA)	0.09 \pm 0.01	0.13 \pm 0.01	0.11 \pm 0.01	0.12 \pm 0.01	**	ns	ns
SEA	50.34 \pm 0.34	50.11 \pm 0.43	49.96 \pm 0.30	50.49 \pm 0.45	ns	ns	ns
MUFA	41.04 \pm 0.52	40.44 \pm 0.63	41.01 \pm 0.55	40.47 \pm 0.60	ns	ns	ns
PUFA	8.61 \pm 0.55	9.45 \pm 9.03	9.02 \pm 0.60	9.04 \pm 0.56	ns	ns	ns
UFA	49.65 \pm 0.33	49.89 \pm 0.42	50.03 \pm 0.29	49.51 \pm 0.45	ns	ns	ns
CLA	0.43 \pm 0.05	0.28 \pm 0.03	0.31 \pm 0.03	0.40 \pm 0.05	**	ns	ns
<i>n</i> -3	2.88 \pm 0.23	3.16 \pm 0.25	2.96 \pm 0.23	3.09 \pm 0.25	ns	ns	ns
<i>n</i> -6	4.97 \pm 0.29	5.36 \pm 0.035	5.25 \pm 0.33	5.08 \pm 0.32	ns	ns	ns
<i>n</i> -6: <i>n</i> -3	1.81 \pm 0.07	1.78 \pm 0.08	1.83 \pm 0.04	1.77 \pm 0.09	ns	ns	ns
PUFA/SFA	0.17 \pm 0.01	0.18 \pm 0.01	0.18 \pm 0.01	0.18 \pm 0.01	ns	ns	ns
UFA/SFA	0.98 \pm 0.01	0.99 \pm 0.01	1.00 \pm 0.01	0.98 \pm 0.01	ns	ns	ns
Δ 9C16	0.08 \pm 0.01	0.08 \pm 0.01	0.08 \pm 0.00	0.08 \pm 0.00	ns	ns	ns
Δ 9C18	0.67 \pm 0.01	0.66 \pm 0.01	0.67 \pm 0.01	0.66 \pm 0.01	ns	ns	ns
CLA index	0.53 \pm 0.05	0.53 \pm 0.04	0.51 \pm 0.04	0.55 \pm 0.04	ns	ns	ns
AI	0.87 \pm 0.01	0.86 \pm 0.02	0.87 \pm 0.02	0.85 \pm 0.02	ns	ns	ns
TI	1.49 \pm 0.03	1.45 \pm 0.03	1.47 \pm 0.03	1.48 \pm 0.03	ns	ns	ns

^a VA, vaccenic acid; RA, rumenic acid; ARA, arachidonic acid; EPA, eicosapentaenoic acid; DPA, docosapentaenoic acid; DHA, docosahexaenoic acid. SFA, saturated fatty acids; MUFA, monounsaturated fatty acids; PUFA, polyunsaturated fatty acids; UFA, unsaturated fatty acids; CLA, conjugated linoleic acid; Δ 9C16, Δ 9C16 desaturase index; Δ 9C18, Δ 9C18 desaturase index; AI, atherogenicity index; TI, thrombogenicity index. ^b * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; ns: not significant, $p > 0.05$.

Table 3. Profile of fatty acids (% total fatty acids, mean \pm SE), in the kidney adipose tissue of Blanca Andaluza goat kids, stratified by production system and gender

Fatty acid ^a	Production system (PS)		Gender (G)		Significance ^b		
	Conventional (n=24)	Organic (n=24)	Male (n=24)	Female (n=24)	PS	G	PS \times G
Perirenal fat (g, left side)	27.89 \pm 5.25	42.65 \pm 6.78	32.02 \pm 4.54	38.52 \pm 7.53	ns	ns	ns
C12:0	0.66 \pm 0.05	1.11 \pm 0.05	0.94 \pm 0.08	0.84 \pm 0.06	***	ns	ns
C14:0	6.86 \pm 0.22	7.66 \pm 0.19	7.24 \pm 0.24	7.29 \pm 0.20	*	ns	ns
C15:0	0.35 \pm 0.02	0.56 \pm 0.01	0.46 \pm 0.03	0.45 \pm 0.03	***	ns	ns
C16:0	26.87 \pm 0.21	26.87 \pm 0.25	26.84 \pm 0.23	26.90 \pm 0.23	ns	ns	ns
C16:1 n-9	0.72 \pm 0.03	0.82 \pm 0.02	0.79 \pm 0.03	0.76 \pm 0.02	ns	ns	ns
C17:0	0.87 \pm 0.04	1.05 \pm 0.04	0.95 \pm 0.05	0.98 \pm 0.05	**	ns	ns
C17:1	0.28 \pm 0.01	0.45 \pm 0.03	0.37 \pm 0.03	0.36 \pm 0.02	***	ns	ns
C18:0	25.27 \pm 0.27	23.21 \pm 0.30	23.92 \pm 0.35	24.50 \pm 0.36	***	ns	ns
C18:1 n-9 cis	31.14 \pm 0.34	30.75 \pm 0.32	31.09 \pm 0.33	30.80 \pm 0.33	ns	ns	ns
C18:1 n-9 trans	0.67 \pm 0.03	0.74 \pm 0.04	0.72 \pm 0.03	0.69 \pm 0.05	ns	ns	ns
C18:1 trans-11 (VA)	2.04 \pm 0.10	1.86 \pm 0.09	2.00 \pm 0.10	1.90 \pm 0.10	ns	ns	ns
C18:2 n-6 trans	0.20 \pm 0.02	0.19 \pm 0.01	0.22 \pm 0.02	0.17 \pm 0.01	ns	ns	ns
C18:2 n-6 cis	1.40 \pm 0.11	1.56 \pm 0.07	1.50 \pm 0.10	1.46 \pm 0.08	ns	ns	ns
C20:0	0.32 \pm 0.03	0.31 \pm 0.01	0.30 \pm 0.02	0.32 \pm 0.02	ns	ns	ns
C18:3 n-3	0.19 \pm 0.02	0.28 \pm 0.02	0.25 \pm 0.02	0.22 \pm 0.02	**	ns	ns
CLA cis-9, trans-11 (RA)	0.57 \pm 0.03	0.60 \pm 0.02	0.62 \pm 0.02	0.55 \pm 0.02	ns	ns	ns
CLA trans-10, cis-12	0.02 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	ns	ns	ns
C21:0	0.03 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	ns	ns	ns
C20:3 n-6	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	ns	ns	ns
C20:4 n-6 (ARA)	0.08 \pm 0.01	0.06 \pm 0.00	0.07 \pm 0.01	0.07 \pm 0.01	ns	ns	ns
C20:3 n-3	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	ns	ns	ns
C20:5 n-3 (EPA)	0.06 \pm 0.01	0.03 \pm 0.00	0.04 \pm 0.01	0.04 \pm 0.00	ns	ns	ns
C22:5 n-3 (DPA)	0.13 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	0.14 \pm 0.01	ns	ns	ns
C22:6 n-3 (DHA)	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	ns	ns	ns
SFA	61.84 \pm 0.30	61.72 \pm 0.32	61.46 \pm 0.30	62.08 \pm 0.31	ns	ns	ns
MUFA	35.36 \pm 0.32	35.24 \pm 0.31	35.52 \pm 0.30	35.08 \pm 0.32	ns	ns	ns
PUFA	2.80 \pm 0.16	3.04 \pm 0.08	3.01 \pm 0.14	2.84 \pm 0.12	ns	ns	ns
UFA	38.16 \pm 0.30	38.28 \pm 0.32	38.54 \pm 0.30	37.92 \pm 0.31	ns	ns	ns
CLA	0.59 \pm 0.03	0.62 \pm 0.02	0.65 \pm 0.02	0.57 \pm 0.02	ns	ns	ns
n-3	0.43 \pm 0.04	0.51 \pm 0.02	0.48 \pm 0.04	0.46 \pm 0.03	ns	ns	ns
n-6	1.74 \pm 0.12	1.87 \pm 0.07	1.84 \pm 0.12	1.77 \pm 0.08	ns	ns	ns
n-6:n-3	4.20 \pm 0.16	3.71 \pm 0.15	3.97 \pm 0.17	3.94 \pm 0.15	*	ns	ns
PUFA/SFA	0.04 \pm 0.00	0.05 \pm 0.00	0.05 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	ns	ns	ns
UFA/SFA	0.62 \pm 0.01	0.62 \pm 0.01	0.63 \pm 0.01	0.61 \pm 0.01	ns	ns	ns
Δ^9 C16	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	ns	ns	ns
Δ^9 C18	0.57 \pm 0.00	0.59 \pm 0.00	0.58 \pm 0.00	0.58 \pm 0.01	ns	ns	ns
CLA index	0.22 \pm 0.01	0.25 \pm 0.01	0.24 \pm 0.01	0.23 \pm 0.01	ns	ns	ns
AI	4.14 \pm 0.11	4.63 \pm 0.10	4.39 \pm 0.13	4.38 \pm 0.10	**	ns	ns
TI	2.95 \pm 0.04	2.84 \pm 0.04	2.85 \pm 0.04	2.93 \pm 0.04	ns	ns	ns

^{a,b}: see Table 2.

the intestine; thus, differences in the meat FA profile reflects the FA profile of the suckled milk (Sanz Sampelayo *et al.*, 2006; Nudda *et al.*, 2008).

The largest percentages of FA (C16:0, C18:0 and C18:1 n-9 cis) in goat kid muscle tissue and fat depots were in the range of those reported for unweaned ruminants (Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004;

Santos *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008; Horcada *et al.*, 2012; De la Vega *et al.*, 2013) and weaned ruminants (Bas *et al.*, 2005) and were also similar to those reported for other red-meat animal species (Banskalieva *et al.*, 2000). Differences in FA composition between various sites and fat depots in the body of farm animals have been shown. Generally, there is a progressive

Table 4. Profile of fatty acids (% total fatty acids, mean \pm SE), in the pelvic adipose tissue of Blanca Andaluza goat kids, stratified by production system and gender

Fatty acid ^a	Production system (PS)		Gender (G)		Significance ^b		
	Conventional (n=24)	Organic (n=24)	Male (n=24)	Female (n=24)	PS	G	PS \times G
Pelvic fat (g, left side)	4.81 \pm 0.84	7.40 \pm 1.27	6.21 \pm 1.19	6.00 \pm 1.03	ns	ns	ns
C12:0	0.60 \pm 0.03	1.11 \pm 0.06	0.88 \pm 0.08	0.84 \pm 0.06	***	ns	*
C14:0	6.60 \pm 0.18	7.55 \pm 0.17	7.06 \pm 0.21	7.11 \pm 0.20	***	ns	ns
C15:0	0.33 \pm 0.02	0.56 \pm 0.02	0.45 \pm 0.03	0.45 \pm 0.03	***	ns	ns
C16:0	25.57 \pm 0.32	27.1 \pm 60.29	26.47 \pm 0.36	26.30 \pm 0.34	***	ns	ns
C16:1 n-9	0.77 \pm 0.04	0.87 \pm 0.02	0.81 \pm 0.03	0.83 \pm 0.03	ns	ns	ns
C17:0	0.81 \pm 0.03	1.07 \pm 0.04	0.93 \pm 0.04	0.96 \pm 0.04	***	ns	ns
C17:1	0.31 \pm 0.02	0.48 \pm 0.03	0.38 \pm 0.03	0.41 \pm 0.03	***	ns	ns
C18:0	25.42 \pm 0.49	22.17 \pm 0.28	23.56 \pm 0.52	23.96 \pm 0.53	***	ns	ns
C18:1 n-9 cis	32.47 \pm 0.28	31.19 \pm 0.32	31.86 \pm 0.34	31.78 \pm 0.32	**	ns	ns
C18:1 n-9 trans	0.67 \pm 0.10	0.74 \pm 0.07	0.75 \pm 0.10	0.66 \pm 0.07	ns	ns	ns
C18:1 trans-11 (VA)	2.28 \pm 0.17	2.05 \pm 0.21	2.17 \pm 0.18	2.15 \pm 0.21	ns	ns	ns
C18:2 n-6 trans	0.14 \pm 0.01	0.15 \pm 0.01	0.15 \pm 0.01	0.15 \pm 0.01	ns	ns	ns
C18:2 n-6 cis	1.34 \pm 0.09	1.59 \pm 0.05	1.48 \pm 0.08	1.46 \pm 0.07	*	ns	ns
C20:0	0.27 \pm 0.02	0.27 \pm 0.01	0.27 \pm 0.01	0.27 \pm 0.01	ns	ns	ns
C18:3 n-3	0.20 \pm 0.02	0.32 \pm 0.01	0.26 \pm 0.02	0.26 \pm 0.02	***	ns	ns
CLA cis-9, trans-11 (RA)	0.58 \pm 0.02	0.60 \pm 0.03	0.61 \pm 0.02	0.57 \pm 0.03	ns	ns	ns
CLA trans-10, cis-12	0.03 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	ns	ns	ns
C21:0	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	ns	ns	ns
C20:3 n-6	0.02 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	ns	ns	ns
C20:4 n-6 (ARA)	0.08 \pm 0.01	0.06 \pm 0.00	0.07 \pm 0.01	0.07 \pm 0.00	ns	ns	ns
C20:3 n-3	0.01 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	ns	ns	ns
C20:5 n-3 (EPA)	0.12 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.08 \pm 0.01	0.07 \pm 0.01	ns	ns	ns
C22:5 n-3 (DPA)	0.11 \pm 0.01	0.15 \pm 0.01	0.13 \pm 0.01	0.13 \pm 0.01	ns	ns	ns
C22:6 n-3 (DHA)	0.03 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	ns	ns	ns
SFA	60.24 \pm 0.18	60.93 \pm 0.25	60.50 \pm 0.27	60.69 \pm 0.18	ns	ns	ns
MUFA	37.01 \pm 0.22	35.94 \pm 0.24	36.53 \pm 0.30	36.40 \pm 0.21	**	ns	ns
PUFA	2.74 \pm 0.13	3.13 \pm 0.07	2.98 \pm 0.12	2.90 \pm 0.10	*	ns	ns
UFA	39.76 \pm 0.18	39.07 \pm 0.25	39.50 \pm 0.27	39.31 \pm 0.18	ns	ns	ns
CLA	0.61 \pm 0.02	0.64 \pm 0.03	0.64 \pm 0.02	0.60 \pm 0.03	ns	ns	ns
n-3	0.47 \pm 0.03	0.56 \pm 0.02	0.52 \pm 0.03	0.51 \pm 0.03	*	ns	ns
n-6	1.62 \pm 0.10	1.87 \pm 0.02	1.75 \pm 0.09	1.74 \pm 0.07	*	ns	ns
n-6:n-3	3.59 \pm 0.18	3.39 \pm 0.14	3.47 \pm 0.17	3.50 \pm 0.16	ns	ns	ns
PUFA/SFA	0.04 \pm 0.00	0.05 \pm 0.00	0.05 \pm 0.00	0.05 \pm 0.00	ns	ns	ns
UFA/SFA	0.66 \pm 0.00	0.64 \pm 0.01	0.65 \pm 0.01	0.65 \pm 0.01	ns	ns	ns
Δ 9C16	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	ns	ns	ns
Δ 9C18	0.58 \pm 0.00	0.60 \pm 0.00	0.60 \pm 0.00	0.59 \pm 0.00	ns	ns	ns
CLA index	0.21 \pm 0.01	0.24 \pm 0.01	0.23 \pm 0.01	0.22 \pm 0.01	ns	ns	ns
AI	3.73 \pm 0.08	4.56 \pm 0.11	4.18 \pm 0.15	4.13 \pm 0.12	***	ns	ns
TI	2.74 \pm 0.02	2.72 \pm 0.03	2.72 \pm 0.03	2.75 \pm 0.02	ns	ns	ns

^{a,b}: see Table 2.

increase in saturation from peripheral to deep sites in farm animals (Potchoiba *et al.*, 1990). Also, the influence of breed on FA profiles of intramuscular, subcutaneous and kidney knob fat depots is evident (Horcada *et al.*, 2012). Intramuscular fat depot was proposed as a differentiating factor between dairy and meat breed goat kids, but not between meat breed kids.

The CLA content in muscle and fat depots, in the present study, was similar or slightly higher than that reported by Todaro *et al.* (2004) in pelvic fat from suckling kids, but was lower than that reported for the intramuscular fat of suckling kids from lactating dams on diets supplemented with concentrates rich in C18:2 and C18:3 (Nudda *et al.*, 2008) or in PUFA-rich protec-

ted fat (Sanz Sampelayo *et al.*, 2006). Also was similar than that reported by De La Vega *et al.* (2013) in muscle and adipose tissues of Payoya suckling kids raised in organic and conventional livestock production systems, but was lower than that reported in intramuscular fat depot by Horcada *et al.* (2012) in the same breed; however, the authors of this study did not specify in detail the feeding management, especially with regard to food supplemented, which would be important to explain the differences found. Although grazing animals on grass pasture have higher CLA concentrations in their milk (Pajor *et al.*, 2009) and meat (Talpur *et al.*, 2008), compared to non or low grazing animals; the feeding on Mediterranean shrublands or a diet containing tannins did not increase the milk (Tsiplakou *et al.*, 2006; Mancilla-Leytón *et al.*, 2013; Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013) and meat (Vasta *et al.*, 2007; De la Vega *et al.*, 2013) CLA contents. This result could be due to effects of tannins on ruminal biohydrogenation (Vasta *et al.*, 2010) and although goat kids were fed exclusively by suckling, could explain the lack of effect showed in the present study on meat. High CLA concentrations can also be achieved by high-concentrate diets supplemented with whole oilseeds or their oils (Sanz Sampelayo *et al.*, 2007; Nudda *et al.*, 2008). Nudda *et al.* (2008) also observed strong relationships between the concentrations of VA, RA and α -linolenic acid in the muscle of suckling kids and those in their mothers' milk. In this study, the conventional lactating does were not supplemented with oilseeds, but the higher intake of concentrate enriched by C18:2 and PUFA (see Table 1) could explain partially the higher VA, RA and CLA total percentages in meat from conventionally reared kids than from organically reared ones. In addition, differences in ingestion and nutritional composition of the herbage could explain those results. Nevertheless, since total forage ingestion and chemical composition were not monitored, this will have to be tested in future studies.

The *n*-3 FAs are considered the most important dietary FA for human health. Some recommendations have been made on the basis of the ratio of *n*-6 to *n*-3 fatty acids. For example, MacRae *et al.* (2005) observed that the present human health recommendations include a dietary *n*-6:*n*-3 FA optimum of 2.0-2.5, but most human foodstuffs have a ratio nearer to 5.0-10.0. Simopoulos (2002) observed that the optimal ratio varies from 1 to 4 depending on the disease under consideration. Nevertheless, World Health Organization has changed its recommendation from 5-10 (WHO, 1995)

to conclude recently that there is no rational for a specific recommendation for *n*-6 to *n*-3 ratio, if intakes of *n*-6 and *n*-3 fatty acids lie within the recommendation established (WHO, 2010). In the present study, the *n*-6 PUFA:*n*-3 PUFA ratio was lower than those reported in other studies on goats (Todaro *et al.*, 2004; Sanz Sampelayo *et al.*, 2006; Nudda *et al.*, 2008), but was comparable to those reported for the fat depots and muscles of grazing goats (Bas *et al.*, 2005; Horcada *et al.*, 2012; De la Vega *et al.*, 2013). Also, organic kid meat and specially the fat depots displayed higher percentages of several *n*-3 FA than conventionally reared meat, in agreement with a study of goats under similar grazing based system (De la Vega *et al.*, 2013), which might be a consequence of high pasture intake by organically managed dams due to reduced feedstuff supplementation. Goats fed on rangeland (herbaceous plants, leaves and shrubs) (Bas *et al.*, 2005) and sheep fed on grass pasture (Bas & Morand-Fehr, 2000) have been shown to have higher *n*-3 FA percentages in fat and muscle than animals fed diets based on concentrate. In addition, a positive correlation was obtained in goats between the percentages of net energy obtained from grazing on Mediterranean shrublands and the contents in milk of total and several *n*-3 FAs, while a negative correlation was obtained with the *n*-6:*n*-3 ratio (Delgado-Pertíñez *et al.*, 2013). Also and except for fat depots, in this study there were no significant differences between the atherogenicity index in goat kid from organic or conventional managed dams. In addition, the atherogenicity index values for both groups were similar to those observed by De la Vega *et al.* (2013), but lower than those reported in milk of sheep fed Mediterranean forages (Addis *et al.*, 2005). The low fat content and FA profile (especially the PUFA content and the *n*-6:*n*-3 PUFA ratio) of meat from kids reared in both production systems indicates the beneficial characteristics of this meat with respect to human health.

Regarding the meat and fat depots, none differences between male and female kids were observed for the studied parameters (Table 2 to Table 4). Gender effects on the FA profile in meat are controversial (Banskaliyeva *et al.*, 2000). No or minimal effects of gender on the FA profiles in meat (Nudda *et al.*, 2008; De la Vega *et al.*, 2013) or fat depots (Mahgoub *et al.*, 2002; Todaro *et al.*, 2004; De la Vega *et al.*, 2013) have been reported. The effects of sex on FA composition in such species as cattle are small and may be explained in terms of differences in overall fat contents (Wood *et al.*, 2008).

As conclusions, significant differences were found only in some FA percentages of muscle and adipose tissues of suckling kids raised in organic and conventional livestock production systems as consequence of that, the dams, in both cases, were raised with small differences in the feeding management based on the grazing of natural pastures. Due to this reason, conventional farms could easily be transformed into organic production facilities. In addition, the low fat content and FA profile (especially the PUFA content and the *n-6:n-3* PUFA ratio) of the meat from the kids reared in both production systems were within the ranges considered beneficial to human health, and this might be used in promotion of local and regional products. There was no effect of sex on FA profile in meat or fat depots.

Acknowledgments

The authors are grateful to Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía for financial support (proyecto N° 75, 92162/1) and to farmers Francisca Delgado Méndez, Domingo Ginés Domínguez and Benjamín Bombas González for contributing with their animals.

References

- Addis M, Cabiddu A, Pinna G, Decandia M, Piredda G, Pirisi A, Molle G, 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid *cis-9*, *trans-11*. *J Dairy Sci* 88: 3443-3454.
- Aldai N, Osoro K, Barron LJR, Nájera AI, 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (*cis-9-trans-11* and *trans-10-cis-12* isomers) and long-chain (*n-3* or *n-6*) polyunsaturated fatty acids – Application to the intramuscular fat of beef meat. *J Chromatography* 1110(A): 133-139.
- Banskalieva V, Sahlu T, Goetsch AL, 2000. Fatty acid composition of goat muscle fat depots. A review. *Small Rumin Res* 37: 255-268.
- Bas P, Morand-Fehr P, 2000. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. *Livest Prod Sci* 64: 61-79.
- Bas P, Dahbi E, El Aich A, Morand-Fehr P, Araba A, 2005. Effect of feeding on fatty acid composition of muscles and adipose tissues in young goats raised in the Argan tree forest of Morocco. *Meat Sci* 71: 317-326.
- BOE, 2006. APA/661/2006, Order of 3 March, by replacing the annex to Royal Decree 1682/1997 of 7 November, which updates the Catalog Livestock Breeds of Spain. *Boletín Oficial del Estado* 59, 10 March 2006. pp: 9656-9657. [In Spanish].
- BOE, 2007. Spanish Animal Welfare Act 32/2007: Caring of animals during the production time, transport, experimentation and slaughter time. *Boletín Oficial del Estado* 268, 8 November 2007. pp: 45914-45920. [In Spanish].
- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton H, 1987. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livest Prod Sci* 17: 149-159.
- De la Vega F, Guzmán JL, Delgado-Pertíñez M, Zarazaga LA, Argüello A, 2013. Fatty acid composition of muscle and internal fat depots of organic and conventional Payoya goat kids. *Span J Agric Res* 11(3): 759-769.
- Delgado-Pertíñez M, Gutiérrez-Peña R, Mena Y, Fernández-Cabanás VM, Laberye D, 2013. Milk production, fatty acid composition and vitamin E content of Payoya goats according to grazing level in summer on Mediterranean shrublands. *Small Rumin Res*. [In press].
- EC, 2007. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. *DO L* 189, 20-7-2007.
- Horcada A, Ripoll G, Alcalde MJ, Sañudo C, Teixeira A, Panea B, 2012. Fatty acid profile of three adipose depots in seven Spanish breeds of suckling kids. *Meat Sci* 92: 89-96.
- Kramer JKG, Cruz-Hernández C, Deng ZY, Zhou JQ, Jahreis G, Dugan MER, 2004. Analysis of conjugated linoleic acid and *trans* 18:1 isomers in synthetic and animal products. *Am J Clin Nut* 79(6): 1137-1145.
- MacRae J, O'Reilly L, Morgan P, 2005. Desirable characteristics of animal products from a human health perspective. *Livest Prod Sci* 94: 95-103.
- Mahgoub O, Khan AJ, Al-Maqbaly RS, Al-Sabahi JN, Annamalai K, Al-Sakry NM, 2002. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. *Meat Sci* 61: 381-387.
- MAGRAMA, 2011. Anuario de estadísticas agrarias on-line 2011. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Available in http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2011/AE_2011_15.pdf. Consulted in July, 2013.
- MAGRAMA, 2012. Informe ovino-caprino on-line 2012. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Available in http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/Informe_de_Ovino-Caprino_2012_tcm7-286211.pdf. Consulted in July, 2013.
- Mancilla-Leytón JM, Martín Vicente A, Delgado-Pertíñez M, 2013. Summer diet selection of dairy goats grazing in a Mediterranean shrubland and the quality of secreted fat. *Small Rumin Res* 113: 437-445.
- Mena Y, Ligeró M, Ruiz FA, Nahed J, Castel JM, Acosta JM, Guzmán JL, 2009a. Organic and conventional dairy goat production systems in Andalusian mountainous areas. *Opt Méditerr* 91: 253-256.

- Mena Y, Nahed J, Ruiz FA, Castel JM, Ligerio M, 2009b. Proximity to the organic model of dairy goat systems in the Andalusian mountains (Spain). *Trop Subtrop Agroec* 11: 69-73.
- Nudda A, Palmquist DL, Battacone G, Fancellu S, Rassu SPG, Pulina G, 2008. Relationships between the contents of vaccenic acid, CLA and *n*-3 fatty acids of goat milk and the muscle of their suckling kids. *Livest Sci* 118: 195-203.
- Pajor F, Gallo O, Steiber O, Tasi J, Poti P, 2009. The effect of grazing on the composition of conjugated linoleic acid isomers and other fatty acids of milk and cheese in goats. *J Anim Feed Sci* 18(3): 429-439.
- Potchoiba MJ, Lu CD, Pinkerton F, Sahlu T, 1990. Effects of all-milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition, including fatty acids and cholesterol contents, of growing male goats. *Small Rumin Res* 3(6): 583-592.
- Ruiz FA, Castel JM, Mena Y, Camúñez J, González-Redondo P, 2008. Application of the technico-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). *Small Rumin Res* 77: 208-220.
- Santos VAC, Silva AO, Cardoso JVF, Silvestre AJD, Silva SR, Martins C, Azevedo JMT, 2007. Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by the PGI "Cabrito de Barroso". *Meat Sci* 75: 725-736.
- Sanz Sampelayo MR, Fernández JR, Ramos E, Hermoso R, Gil Extremera F, Boza J, 2006. Effect of providing a polyunsaturated fatty acid-rich protected fat to lactating goats on growth and body composition of suckling goat kids. *Anim Sci* 82: 337-344.
- Sanz Sampelayo MR, Chilliard Y, Schmidely Ph, Boza J, 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. *Small Rumin Res* 68: 42-63.
- Simopoulos AP, 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother* 56: 365-379.
- Sukhija PS, Palmquist DL, 1988. Rapid method of determination of total fatty acid content and composition of feedstuff and faeces. *J Agr Food Chem* 36: 1202-1206.
- Talpur FN, Bhanger MI, Sherazi STH, 2008. Intramuscular fatty acid profile of *longissimus dorsi* and *semitendinosus* muscle from Pateri goats fed under traditional feeding systems of SINDO, Pakistan. *Meat Sci* 80: 819-822.
- Todaro M, Corrao A, Alicata ML, Schinelli R, Giaccone P, Priolo A, 2004. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. *Small Rumin Res* 54: 191-196.
- Tsiplakou E, Mountzouris KC, Zervas G, 2006. Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Lives Sci* 103: 74-84.
- Ulbricht TLV, Southgate DAT, 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet* 338: 49-56.
- Vasta V, Pennisi P, Lanza M, 2007. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Sci* 76: 739-745.
- Vasta V, Yáñez-Ruiz RD, Mele M, Serra A, Luciano G, Lanza M, Biondi L, Priolo A, 2010. Bacterial and protozoal communities and fatty acid profile in the rumen of sheep fed a diet containing added tannins. *Appl Environ Microbiol* 76(8): 2549-2555.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM, 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Sci* 78: 343-358.
- WHO, 1995. Fats and oils in human nutrition: report of a joint expert consultation. FAO and the World Health Organization. *FAO Food Nutr Pap* 57: 1-147.
- WHO, 2010. Fats and oils in human nutrition: report of an expert consultation. FAO and the World Health Organization. *FAO Food Nutr Pap* 91: 1-166.

