

Nacameh

Publicación electrónica arbitrada en Ciencia y Tecnología de la Carne
cbs.izt.uam.mx/nacameh
ISSN 2007-0373

NACAMEH Vol. 8, No. 1, pp. 39-49, 2014

Caracterización del perfil de ácidos grasos en carne de borrego de engorda utilizando cromatografía de gases

Feedlot lamb meat fatty acids profile characterization employing gas chromatography

M.I. Cruz-González¹, D.I. Sánchez-Machado², J. López-Cervantes², J.A. Munguia-Xochihua¹, R.M. Molina-Barrios¹, F. Rivera-Acuña¹, J.F. Hernández-Chávez¹ ✉

¹ Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000 Cd. Obregón, Sonora, México. ² Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, CP 85000 Cd. Obregón, Sonora, México. ✉ *Autor de correspondencia:*
juan.hernandez@itson.edu.mx

Resumen

Las grasas son constituyentes importantes de la dieta, no solo como fuente de energía, sino también por el contenido de ácidos grasos esenciales se encuentran asociados a las grasas de los alimentos, considerando que algunos ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico, linolénico y araquidónico no pueden ser sintetizados por los animales superiores como el humano. La evidencia científica actual marca que la ingesta de ácidos grasos puede afectar la tendencia trombótica, el ritmo cardiaco, la función endotelial, la inflamación sistémica, la sensibilidad a la insulina y el estrés oxidativo. Se muestrearon 21 ovinos de cruza de raza Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Katahadin alimentados con dietas balanceadas a base de maíz con un peso promedio de 40 kg a sacrificio. Las muestras fueron tomadas del área del lomo, después de 18 horas de refrigeración. Se analizaron niveles de ácidos grasos saturados y poliinsaturados por cromatografía de gases. Los resultados observados en el presente trabajo dan clara evidencia de que los niveles de ácidos grasos benéficos son superiores con respecto a los ácidos grasos saturados que pueden interferir con la salud del consumidor e influir en su decisión de compra del producto.

Palabras Clave: Borrego de engorda, perfil ácidos grasos, cromatografía de gases.

Abstract

Fat is an important constituent in diet, not only as an energy source, but for its essential fatty acids associated to fats in foods, considering that some polyunsaturated fatty acids like linoleic, linolenic and arachidonic cannot be synthesized by superior animals like humans. Scientific evidence show that the fatty acids ingest can affect the thrombotic tendency, cardiac rhythm, endothelial

function systematic inflammation, insulin sensibility and oxidative stress. Samples from 21 ovine crossbreeds from Pelibuey, Blackbelly, Dorper and Katahadin (40 kg average weight) feed with corn based balanced diets were taken from loin area 18 h after refrigeration. Saturated and polyunsaturated fatty acids levels were analyzed by gas chromatography. Results in this work showed that the healthy fatty acids levels are higher as compared to saturated fatty acids levels, indicating that this meat can influence consumer's buying choice decision regarded to their health.

Keywords: Feedlot lamb; fatty acids profile; gas chromatography.

INTRODUCCIÓN

A través de la historia la carne ha mantenido una posición privilegiada como alimento, ya que a medida que las personas prosperan social y económicamente, aumenta su consumo y también la demanda de una mejor calidad y cantidad de los productos cárnicos (Hedrick y col., 1994; Arsenos y col., 2002). La carne es considerada uno de los alimentos más nutritivos para el consumo humano, debido a que proveen una excelente fuente de calorías a través de contenido de ácidos grasos esenciales y grasas de alto valor biológico. La proporción de éstos en la dieta es muy importante en relación con la salud de los consumidores, debido a que un desequilibrio podría aumentar el riesgo de enfermedad cardiaca coronaria y enfermedad cardiovascular (Cañeque y col., 2005). Por lo anterior, se ha buscado realizar evaluaciones puntuales para conocer la relación entre ciertos ácidos grasos y el impacto que tienen sobre la salud del consumidor (Wood y col., 2004).

La calidad de la carne de cordero es de gran interés para los productores, consumidores y científicos, debido al impacto que tiene en la dieta humana. El contar con el perfil de AG en la carne de cordero producida en la región es parte de la caracterización que se busca del producto, dado que muchos consumidores están preocupados por saber qué tipo de carne consumen, razón por la cual diversas investigaciones han estudiado los factores que provocan una variación en la presencia y concentración de diferentes AG, factores entre los que se encuentra la edad, raza, sexo y tipo de dieta (Banskalieva, Sahlu y Goetsch, 2000; Arsenos y col., 2002; Ballin, 2010).

La demanda de carne de ovino, en particular exige que sea de calidad en apariencia y que además no afecte la salud del consumidor, lo que repercute en forma directa sobre la producción de carne magra y saludable (Bordenave y Solanet, 2004). A la fecha no se ha desarrollado una estandarización del ovino que es producido y consumido en México, esto con respecto al impacto que tiene en la salud del humano. Aunque se cuenta con una norma sobre la calidad de la canal ovina, no es considerada de carácter obligatorio, lo que limita mucho su aplicación (NMX-FF-106-SCFI, 2006; Arteaga, 2007).

Los criterios de calidad que aprecian los productores, introductores o comerciantes son subjetivos respecto a los diferentes estados de engrasamiento, conformación, terneza, olor, succulencia, jugosidad y color (Bordenave y Solanet, 2004; Ramírez-Bribiesca y col., 2007). Durante la comercialización es importante identificar los parámetros indicadores

de calidad, tanto de la canal, como de la carne, dentro de los cuales interesa reconocer el perfil de ácidos grasos, como fuente principal de energía (Ramírez-Bribiesca y col., 2007; Martínez, 2008).

La grasa es el componente más variable y su contenido depende en gran parte del corte que se consuma y el grado de gordura del animal. Aunque en términos generales, la carne de ovino presenta muy poca grasa intramuscular (*marbling* o marmoleo), pues la mayor parte de la grasa del cordero se encuentra en el exterior, lo que facilita su eliminación previa al consumo (Costa y col., 2006; Scerra y col., 2007; Scerra y col., 2011). Se ha observado que cerca del 36% de la grasa total en los ovinos es saturada, y el resto es mono o poliinsaturada; menos de la mitad de los ácidos grasos son saturados principalmente esteárico (C18), palmítico (C16) y mirístico (C14), relacionados los últimos dos con los niveles de colesterol (Tshabalala y col., 2003).

La grasa que va junto a la carne de ovino, ya sea superficial o intramuscular, presenta un contenido considerable de ácidos grasos insaturados (benéficos). Con gran impacto positivo en la salud humana encontramos al oleico (C18:1) como el monoinsaturado en mayor cantidad (MUFA) (Vasta y col., 2007; Vasta y col., 2008) además existen importantes contribuciones de grasas esenciales poliinsaturadas (PUFA) como las que proporciona el linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) y araquidónico (C20:4) (Velasco y col., 2001; Bordenave y Solanet, 2004). También existen otros poliinsaturados en pequeñas concentraciones pero de efectos muy benéficos para la salud como lo son los ácidos grasos omega 3 (ácido eicosapentanoico (EPA), el docosahexanoico (DHA) y el ácido linolénico conjugado (CLA), su síntesis solo se realiza en los rumiantes, siendo los ovinos lo que presentan las más altas concentraciones. El contenido de CLA en productos cárnicos a partir de carne de rumiantes, los trans 11 CLA totales que contiene, es de alrededor de 0.46% respecto al contenido de grasa dentro de un rango que va de 0.12 a 1.20% y con un 73% de cis 9 CLA, (Ulberth & Buchgraber, 2000; Tshabalala y col., 2003; Wood y col., 2008; Serra y col., 2009; Scerra y col., 2011).

La importancia de estos ácidos grasos radica en sus efectos como protectores de enfermedades cardiovasculares y propiedades anticancerígenas, necesarios para desarrollar funciones vitales en el hombre ya que estos no pueden ser sintetizados por el propio organismo. Por lo tanto deben ser aportados con la dieta (Santos-Silva, Bessa y Santos-Silva, 2002).

Aunque la carne producida en México cumpla con los estándares de calidad que demanda el mercado mundial como la terneza, sabor, inocuidad de sus grasas, digestibilidad (Ramírez-Bribiesca y col., 2007; Martínez, 2008; Carrera, 2008), fácil cocción y conservación (Hedrick, 1994; Costa y col., 2006; Santrich-Vacca, 2006; Zimmerman y col., 2009), también es necesario tomar en cuenta características que la diferencien y resalten del resto de las carnes rojas. Por lo tanto, el objetivo determinar los niveles de ácidos

grasos asociados a la fracción grasa de la carne como parte de la caracterización de la carne de ovino producida en el sur de Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El metanol grado cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) fue obtenido de química EMD. El sulfato de sodio anhidro y carbonato de fosfato se obtuvieron de Fluka (EEUU). El ácido clorhídrico grado reactivo fue adquirido de Productos Químicos Monterrey (Monterrey, Nuevo León, México). El tolueno fue adquirido de Sigma (San Luis Missouri, EEUU). El estándar de ácidos grasos FAME Mix C8-C22 usado como estándar de cromatografía de gases (GC) fue adquirido de Supelco (Bellfonte, Pensilvania, EEUU). Todos los reactivos fueron grado analítico. Las soluciones acuosas fueron preparadas con agua ultrapura, purificada con un sistema NANOpure Diamond UV (Barnstead International, Dubuque, Iowa, EEUU).

El equipo utilizado fue un cromatógrafo de gases (Varian 3800, Melbourne, Victoria, Australia) acoplado a un detector de ionización de llama (FID) equipado con una columna capilar CP-Sil 88 (60 m 0,25 mm, Varian) y un autoinyector CP-8410, todos de la marca Varian Inc. (Palo Alto, California, EE.UU.). Las condiciones de operación fueron las siguientes: el volumen de inyección fue de 2 µl (a 220 °C), el gas portador fue helio (1 ml/min), y la temperatura del detector se mantuvo constante a 235 °C. La temperatura de la columna se realizó a 120 °C durante 1 minuto y luego se aumentó a 170 °C a una velocidad de 3 °C/min, se mantuvo durante 1 min y finalmente ascendió a 235 °C en incrementos de 6 °C/min, quedando finalmente 5 minutos a 235 °C. La identificación de los ácidos grasos (AG) se basó en la comparación de tiempos de retención del patrón, y el área bajo la curva de los picos. Se cuantificó usando el software de estación de trabajo Galaxie (Varian Inc., Palo Alto, California, EE.UU.).

Muestras

Se tomaron muestras de 21 animales híbridos producidos en la región sur de Sonora: Los fenotipos de las razas fueron Pelibuey, Blackbelly, Dorper, Katahadin, provenientes de sistemas semi-intensivos alimentados con dietas balanceadas. Estos animales fueron sacrificados en obradores particulares, en el rastro que tienen la Asociación Ganadera Local Especializada de Ovinocultores del Valle del Yaqui (AGLEOVY) y el Rancho el Jupare perteneciente a la asociación de ovinocultores de Navojoa; Sonora. Los animales fueron sacrificados después de 12 horas de ayuno, a un peso vivo al sacrificio (PVS) entre 35 a 40 kg. Las muestras se tomaron del músculo longissimus dorsi. Las muestras fueron tomadas entre las 18 a 24 hrs después del sacrificio. se almacenaron a temperaturas de congelación (Peláez, 2005; NMX-FF-106-SCFI, 2006). Luego las muestras fueron liofilizadas de la siguiente manera: se colocaron 20 g. de carne congelada finamente picada en vasos de cristal Supelco® recubiertos con papel aluminio para evitar su exposición a la luz, los cuales fueron adaptados al liofilizador (Free Zone, Labconco™) por un periodo de 4 hrs.

Una vez liofilizadas las muestras se empaquetaron en bolsas selladas y recubiertas con papel aluminio para mantener la obscuridad hasta el momento de ser utilizadas en los análisis.

Determinación del contenido de agua de las muestras

Para determinar el contenido de humedad se pesando las muestras liofilizadas antes y después de ponerlas a secar en cajas de Petri a peso constante en una estufa de vacío a 40°C.

Determinación de la composición de los ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases de acuerdo al procedimiento de Sanchez-Machado y col.(2010), con mínimas modificaciones. Se pesaron 0.25 g de muestra liofilizada en tubos con tapones de rosca y se adicionó 2 ml de tolueno y 3 ml de HCl metanólico al 5% (v / v). Esta mezcla se agitó y se colocó en un baño de agua durante 2 h. Después las muestras fueron enfriadas a temperatura ambiente, 3 ml K₂CO₃ 6% y 2 ml de tolueno y seguido de agitación en el vórtex. Las muestras fueron centrifugadas durante 15 min a 2.400 rpm (centrífuga compacta II, Clay Adams, EE.UU.), y la fase orgánica se separó y se secó con Na₂SO₄ anhidrido. La fase orgánica (2 ml) se filtró con una membrana de 0.45 micras, de la cual 30 µl de esta solución se inyectó en el sistema de cromatografía de gases. Todas las muestras se analizaron por duplicado. La cantidad relativa de cada ácido graso (por ciento del total de ácidos grasos) se cuantificó mediante la integración del área bajo el curva y dividiendo el resultado por el área total de todos los ácidos grasos.

Análisis estadístico

El contenido de ácidos grasos se reportó en base a las medias \pm su desviación estándar. Los datos obtenidos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS17.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.) que analizó el promedio y la desviación estándar de las repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de los ácidos grasos

En la Tabla 1, se muestran los resultados obtenidos de los ácidos grasos determinados por cromatografía de gases correspondiente a los 21 animales sin especificar la raza de procedencia. Donde se observan una mayor proporción de ácidos grasos insaturados (AGI) con 52.6 %, con relación a los ácidos grasos saturados (AGS) que presentaron un 49.3 %. En este estudio no se tomo en consideración de composición de la dieta y sexo, ya que alguno autores mencionan que son principales factores que afectan la composición de AGI y AGS (Banskalieva, Sahlu y Goetsch, 2000; Arsenos y col., 2002; Ballin, 2010), que son de suma importancia en la formación de enzimas y membranas celulares que actúan en la

actividad cerebral (Velasco y col., 2001; Salvatori y col., 2004; Webb, Casey y Simela, 2005; Vasta y col., 2007), por lo que la determinación de estos porcentaje, indica la calidad d los ácidos grasos de la carne de ovino.

Tabla 1. Relación del Porcentaje de Ácidos Grasos en Carne de Ovino

Ácidos grasos	Porcentaje Promedio
Ácidos grasos poliinsaturados	52.636
Ácidos grasos saturados	49.309

En la Figura.1, se muestra un cromatograma del análisis de ácidos grasos totales identificados en la carne de ovino, siendo identificados 13 picos correspondientes a los ácidos grasos presentes, mismos que fueron del C:10 al C20:4n6 en una corrida de 30 minutos. En los rumiantes, se ha reportado que los ácidos grasos, que se encuentra en niveles altos en los alimentos concentrados (granos y semillas oleaginosas), se degradan y forman ácidos grasos monoinsaturados y saturados en el rumen por biohidrogenación microbiana y sólo una pequeña proporción, está disponible para su incorporación en los lípidos de los tejidos (Banskalieva, Sahlu y Goetsch, 2000; Wood y col., 2004; Wood y col., 2008). En los ovinos, los ácidos grasos se encuentran en niveles más altos en el músculo que en el tejido adiposo (Velasco y col., 2001; Salvatori, 2004; Wood y col., 2008). El segundo más importante de AGPI es un ácido alfa-linolénico (18:3 n3), que está presente en muchos ingredientes alimento concentrado, pero en niveles inferiores a 18:2nω6. Este es uno de los principales ácidos grasos dietéticos para los rumiantes, ya que constituye más del 50% del total de ácidos grasos en productos de césped y hierba correspondientes a parte de la dieta de finalización de los animales antes del sacrificio (Banskalieva, Sahlu y Goetsch, 2000; Ericksson y Pickova, 2007; Wood y col., 2008).

Contenido de ácidos grasos

La determinación del perfil de ácidos grasos en la carne de ovino es muy variable y depende de la raza, tipo de alimentación y manejo. En el presente estudio, fueron identificados 13 de los ácidos grasos en el total de las muestras. La composición de ácidos grasos de la carne de ovino se muestra en la Tabla 2. El ácido oléico (Cis-9-C18:1) se encontró en grandes cantidades, con valores similares a lo reportado por Angood y col. (2008), seguido del ácido palmítico (C16:0) similar a lo reportado por Velasco y col. (2001), y Salvatori y col. (2004), ambos representan el 65% del total de ácidos grasos. La concentración de ácido cáprico (C10:0) tuvo una porcentaje de 0.427 ± 0.11 en este estudio, que a pesar de ser un ácido específico de los rumiantes no lo reportan algunos de los autores citados en este trabajo (Banskalieva et al., 2000; Salvatori et al., 2004; Wood et al., 2004 ; Vasta et al., 2007; Wood et al., 2008; Angood et al., 2008 ; Scerra et al., 2011b) y

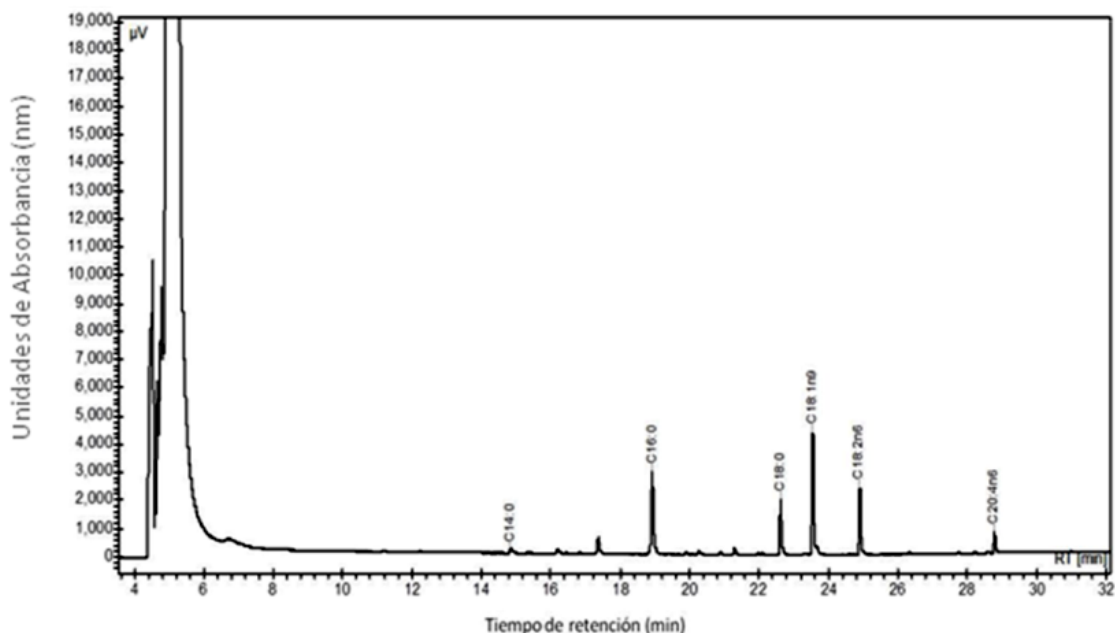


Fig. 1 Cromatograma que indica la determinación de Ácidos Grasos de Carne de Ovino

miristoléico (C15:0) fueron los ácidos grasos presentes en un porcentaje menor, destacando que no todas las muestras analizadas los presentaron, y al igual que el ácido cáprico, diversos autores, no los reportan en sus estudios (Banskalieva y col., 2000; Bas col., 2007; Casey & Webb, 2010). Esto es de resaltar que en este estudio se encontraran mínimas concentraciones de ácido cáprico con relación a lo reportado por la literatura, lo que pudo haberse debido a que esos niveles procedían de animales más viejos (más de 12 meses de edad) y que fueron alimentados con dietas diferentes a las propuestas en este estudio.

Si bien dentro de los ácidos grasos saturados asociados con problemas cardiovasculares, se encuentran el 12:0, 14:0 y 16:0, resalta la alta concentración de C16:0, presente en las muestras en comparación con los dos anteriormente mencionados, resultado que confrontándolo con lo reportado por diversos autores podría ser favorecedor para el consumidor, debido a que el C12:0 es el que ejerce el mayor efecto en el incremento de los niveles de colesterol y en las muestras analizadas, es el que se encuentra en menor proporción (Cañequé y col., 2005; Angood y col., 2008; Karami y col., 2011) Los ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0), metil-palmitico (C17:0) y Esteárico (C18:0) fueron los otros ácidos grasos saturados presentes pero en concentraciones menores a los reportados en la literatura a excepción del mirístico que se encuentra ligeramente por encima de lo reportado (Webb y Casey, 1995; Wood y col., 2004; Salvatori y col., 2004; Cañequé y col., 2005; Vasta y col., 2007; Wood y col., 2008; Angood y col., 2008).

Tabla 2. Contenido de Ácidos Grasos (porcentaje de ácidos grasos totales) en el Músculo *Longissimu dorsi*

Acido grasos	Nombre	Concentración porcentual
C10:0	Cáprico	0.427±0.118
C12:0	Laurico	1.487±0.794
C14:0	Mirístico	2.451±1.07
C15:0	Misristoleico	0.449±0.14
C16:0	Palmítico	30.31±2.92
C16:1n7	Palmitoleico	2.116±0.34
C17:0	Metil-palmítico	0.980±0.19
C18:0	Estearico	13.207±1.53
C18:1n9 trans	Elaidico	1.529±1.05
C18:1n9 cis	Oleico	34.295±4.15
C18:2n6	Linoléico	10.549±3.16
C18:3n3	Linolenico	0.614±0.50
C20:4n6	Araquidónico	3.533±1.46

Cabe señalar, la composición o distribución de los ácidos grasos presentes en la carne de ovino pueden variar dependiendo de diversos factores y los resultados aportados aquí ofrecen una nueva visión de lo que está ocurriendo con las razas empleadas en la zona de estudio. El ácido palmitoléico (C16:1 n-7) no se encuentra reportado en la literatura revisada. Otros autores han observado más ácidos trans (Cañeque y col., 2005; Bas y col., 2007). Por otra parte el ácido elaidico (C18:1 n-9 trans) fue el único ácido graso trans que fue observado y solo en una de las muestras analizadas y en concentración menor a las reportadas por Angood y col. (2008). La cuarta concentración fue observada en el ácido linoléico (C18:2 n-6) que junto con el ácido linolénico representan más del 45% de los ácidos grasos esenciales necesarios para la ingesta humana. El ácido linoléico (C18:2 n-6) se presentó en concentraciones mayores a las reportadas por diversos autores (Salvatori y col., 2004; Vasta y col., 2007; Angood y col., 2008). Por su parte, el ácido linolénico (C18:3 n-3) es uno de los AG esenciales de mayor importancia y se encontró en concentraciones por debajo (0.614±0.50) a las reportadas por diversos autores (Webb y Casey, 1995; Wood y col., 2004; Salvatori y col., 2004; Vasta y col., 2007; Wood y col., 2008; Angood y col., 2008). En todas las muestras se observó la presencia de ácido linoleico y ácido linolénico, los cuales son considerados esenciales, asimismo, se observó la presencia de ácido araquidónico (C20:4 n-6) precursor de los eicosanoides biológicamente activos (Costa y col., 2006; Wood y col., 2004; Salvatori y col., 2004; Ericksson y Pickova, 2007; Wood y col., 2008; Angood y col., 2008; Sánchez-Machado y col., 2010; Díaz y col., 2011).

CONCLUSIONES

Los informes observados en diversos trabajos muestran un patrón distinto de comportamiento e identificación de los ácidos grasos. La importancia del presente trabajo,

permitirá servir como una guía para comprender las características de los animales producidos en la región sur del Estado de Sonora. Existe concentraciones de ácidos grasos saturados, sin embargo, la proporción con respecto a los ácidos grasos benéficos es menor y por tanto, se pueden considerar de un impacto positivo en la salud de aquellos que consuman carne de ovino producido en el sur de Sonora. Es factible que el ácido trans que se encontró en una sola de las muestras fuera como consecuencia de que el animal había llegado al sacrificio de una edad superior a la que demanda el mercado (animales menores de 8 a 12 meses). La presencia del ácido graso cáprico en este estudio, es de gran valor por no haber sido antes reportado en ovinos y al mostrar bajos valores del C12:0, el impacto en la salud del consumidor se ve beneficiada con la ingesta de este tipo de producto.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGOOD K.M., J.D. WOOD, G.R. NUTE, F.M. WHITTINGTON, S.I. HUGHES, P.R. SHEARD (2008). A comparison of organic and conventionally-produced lamb purchased from three major UK supermarkets: Price, eating quality and fatty acid composition. *Meat Science* 78: 176-184.
- ARSENOS G., G. BANOS, P. FORTOMARIS, N. KATSAOUNIS, C. STAMATARIS, L. TSARAS, D. ZYGOIANNIS (2002). Eating quality of lamb meat: effects of breed, sex, degree of maturity and nutritional management. *Meat Science* 60: 379-387.
- ARTEAGA C. (2007). Diagnóstico actual de la situación de los ovinos en México. Memorias del 8° congreso mundial del cordero y lana, Querétaro, Querétaro, México.
- BALLIN N.Z. (2010). Review: Authentication of meat and meat products. *Meat Science* 86: 577-587.
- BANSKALIEVA V., T. SAHLU, A.L. GOETSCH (2000). Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. *Small Ruminant Research* 37: 255-268.
- BAS P., V. BERTHELOT, E. POTTIER, J. NORMAND (2007). Effect of level of linseed on fatty acid composition of muscles and adipose tissues of lambs with emphasis on trans fatty acids. *Meat Science* 77: 678-688.
- BORDENAVE L.F., C.F. SOLANET (2004). Carne Ovina de Calidad, el por qué de una marca. *Idia XXI* 4(7): 173-175.
- CAÑEQUE V., M.T. DÍAZ, I. ÁLVAREZ, S. LAUZURICA, C. PÉREZ, J.D.L FUENTE (2005). The influences of carcass weight and depot on the fatty acid composition of fats of suckling Manchego lambs. *Meat Science* 70: 373-379.
- CARRERA B. (2008). La ovino cultura en México: alternativa para los productores rurales? *Avances* 207: 19.
- COSTA P., L.C. ROSEIRO, A. PARTIDÁRIO, V. ALVES, R.J.B. BESSA, C.R. CALKINS, C. SANTOS (2006). Influence of slaughter season and sex on fatty acid composition, cholesterol and α -tocopherol contents on different muscles of Barrosa-PDO veal. *Meat Science* 72: 130-139.

- DÍAZ M.T., V. CAÑEQUE, C.I. SÁNCHEZ, S. LAUZURICA, C. PÉREZ, C. FERNÁNDEZ, J.D.L. FUENTE (2011). Nutritional and sensory aspects of light lamb meat enriched in n3 fatty acids during refrigerated storage. *Food Chemistry* 124: 147-155.
- ERIKSSON S.F., J. PICKOVA (2007). Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden –A comparison between seasonal diets. *Meat Science* 76: 746-754.
- HEDRICK H.B., E.D. ABERLE, J.C. FORREST, M.D. JUDGE, R.A.A. MERKEL. (1994). Principles of meat science (Third ed.). Dubeque, Iowa: Kendal/Hunt Publishing Company.
- KARAMI M., A.R. ALIMON, A.Q. SAZILI, Y.M. GOH, M. IVAN (2011). Effects of dietary antioxidants on the quality, fatty acid profile, and lipid oxidation of *Longissimus* muscle in Kacang goat with aging time. *Meat Science* 88: 102-108.
- MARTÍNEZ A. (2008). Nutrición y calidad de la carne de los rumiantes. *Revista Electrónica Veterinaria IX(10)*: 21.
- NMX-FF-106-SCFI-2006. (2006). Norma Oficial Mexicana Productos pecuarios - Carne de ovino en canal -Clasificación. Diario Oficial de la Federación. <http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/2010/03/productospecuarioscarnedeovinoencanal.pdf>. Fecha de acceso: Marzo de 2014.
- PELÁEZ V.H. (2005). Clasificación de Canales y Calidad de Carne, Curso de Clasificación de Calidad de Canales en Ovinos. Puebla, Puebla.
- RAMÍREZ-BRIBIESCA E., L. HERNÁNDEZ-CRUZ, I. GUERRERO-LEGARRETA, L.M. HERNÁNDEZ-CALVA (2007). Calidad de la carne y análisis sensorial en ovinos de pelo y lana provenientes de engorda intensiva en México. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/113-ramiez.pdf.
- SALVATORI G., L. PANTALEO, C.D. CESARE, G. MAIORANO, F. FILETTI, G. ORIANI. (2004). Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbred lambs. *Meat Science* 67: 45-55.
- SÁNCHEZ-MACHADO D.I., J.A. NÚÑEZ-GASTÉLUM, C. REYES-MORENO, B. RAMÍREZ-WONG, J. LÓPEZ-CERVANTES. (2010). Nutritional quality of edible parts of moringa oleifera. *Food Analytical Methods* 3: 175-180.
- SANTOS-SILVA J., R.J.B. BESSA, F. SANTOS-SILVA (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science* 77: 187-194.
- SANTRICH-VACCA D (2006). Evaluación de la calidad y composición química de la carne de res proveniente de animales de dos grupos de edad en Puerto Rico. (Tesis de Maestría en Ciencias), Universidad de Puerto Rico., Mayagüez, Puerto Rico.
- SCERRA M., P. CAPARRA, F. FOTI, C. CILIONE, G. ZAPPIA, C. MOTTA, V. SCERRA (2011). Intramuscular fatty acid composition of lambs fed diets containing alternative protein sources. *Meat Science* 87: 229-233.

- SCERRA M., G. LUCIANO, P. CAPARRA, F. FOTI, C. CILIONE, A. GIORGI, V. SCERRA (2011). Influence of stall finishing duration of Italian Merino lambs raised on pasture on intramuscular fatty acid composition. *Meat Science* 89: 238-242.
- SCERRA M., P. CAPARRA, F. FOTI, V. GALOFARO, M.C. SINATRA, V. SCERRA (2007). Influence of ewe feeding systems on fatty acid composition of suckling lambs. *Meat Science* 76: 390-394.
- SERRA A., M. MELE, F.L. COMBA, G. CONTE, A. BUCCIONI, P. SECCHIARI (2009). Conjugated linoleic Acid (CLA) content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science* 81: 396-404.
- TSHABALALA P.A., P.E. STRYDOM, E.C. WEBB, H.L.D. KOCKA (2003). Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. *Meat Science* 65: 563-570.
- ULBERTH F., M. BUCHGRABER (2000). Authenticity of fats and oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 687-694.
- VASTA V., A. NUDDAB, A. CANNAS, M. LANZA, A. PRIOLO (2008). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 147: 223-246.
- VASTA V., P. PENNISI, M. LANZA, D. BARBAGALLO, M. BELLA, A. PRIOLO (2007). Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Science* 76: 739-745.
- VELASCO S., V. CAÑEQUE, C. PÉREZ, S. LAUZURICA, M.T. DÍAZ, F. HUIDOBRO, J. GONZÁLEZ (2001). Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. *Meat Science* 59: 325-333.
- WEBB E.C., N.H. CASEY (1995). Genetic differences in fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue in Dorper and SA Mutton Merino weathers at different live weights. *Small Ruminant Research* 18: 81-88.
- WEBB E.C., N.H. CASEY, L. SIMELA (2005). Goat meat quality. *Small Ruminant Research* 60: 153-166.
- WOOD J.D., M. ENSER, A.V. FISHER, P.R. NUTE, R.I. SHEARD, R.I. RICHARDSON, R. I., S.I. HUGHES, F.M. WHITTINGTON (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* (78): 343-358.
- WOOD J.D., R.I. RICHARDSON, G.R. NUTE, A.V. FISHER, M.M. CAMPO, E. KASAPIDOU, M. ENSER (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* 66: 21-32.
- ZIMERMAN M., G. GRIGIONI, E. DOMINGO, H. TADDEO (2009). Factores experimentales de estrés prefaena en "chivito criollo neuquino". *Revista Argentina de Producción Animal* 29 (Supl. 1): 158-159.