

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE OLEÍNA DE GIRASOL EN LA DIETA DE CORDEROS EN FASE DE CRECIMIENTO-CEBO SOBRE LA OXIDACIÓN DE LA CARNE

BLANCO, C¹., LARA, M.I¹., ANDRÉS, S¹., MATEO, J¹., GIRÁLDEZ., F.J¹. Y BODAS, R².

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-ULE). Finca Marzanas. 24346 Grulleros, León.

²Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Ctra. Burgos, km. 119. 47071, Valladolid.

RESUMEN

Treinta y dos corderos de raza merina (15.6 kg PV inicial), divididos en 4 grupos experimentales, fueron alimentados con una ración completa sin oleína de girasol (Control) o con un 1,5 (OG15), 3,0 (OG30) ó 6 % (OG60) para evaluar su efecto sobre la oxidación lipídica de la carne. Los animales se sacrificaron a los 27 kg de PV. Los músculos *longissimus dorsi* (LD) y *gluteus medius* (GM) se almacenaron en atmósfera modificada (35% CO₂, 35% O₂ y 30% N₂) y en refrigeración (4 °C) durante 14 días. En los días 0, 7 y 14 se realizó el análisis de sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico (TBARS). El contenido en oxisteroles se determinó en el GM tras 7 días de almacenamiento y tras su cocinado. La inclusión de oleínas en la dieta de corderos disminuyó los valores de TBARS (P>0,05) tanto en el GM como en el LL. Sin embargo, no se observaron diferencias en la concentración de los distintos oxisteroles atribuibles a la dieta, los que sugiere la existencia de diferentes procesos en la oxidación de los ácidos grasos y del colesterol.

Palabras clave: calidad de carne, oxidación lipídica, suplementos lipídicos.

INTRODUCCIÓN

El uso de aceites vegetales en las dietas de rumiantes es una práctica común en nutrición animal para mejorar el rendimiento productivo, reducir las emisiones de metano y producir una carne más saludable (Castro et al., 2005). Las oleínas son subproductos derivados de la industria del aceite que poseen propiedades similares a las del aceite del cual proceden pero que no están destinadas a la alimentación humana, por lo que pueden ser una alternativa sostenible para su utilización en alimentación animal. Se ha observado que la utilización de oleínas de girasol en corderos de cebo disminuye la proporción de ácidos grasos saturados e incrementan la de insaturados (Blanco et al., 2015), lo que puede aumentar la susceptibilidad a la oxidación lipídica (Pearson et al., 2012), perjudicando de este modo la calidad de la carne. Sin embargo, de manera habitual, en el proceso de obtención de las oleínas se añade BHT (0,01%) para evitar así su enranciamiento. Además, la vitamina E está presente de manera natural en

el girasol y en los subproductos derivados (Sayago et al., 2007). Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se ha planteado el presente trabajo de investigación con el objetivo de estudiar el efecto de la inclusión de diferentes proporciones de oleína de girasol (0, 1,5, 3, y 6%) en la dieta de corderos de cebo sobre la oxidación de los componentes lipídicos de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 32 corderos de raza merina, con un peso vivo inicial de $15,6 \pm 0,21$ kg, que fueron alojados en jaulas individuales. Los animales se distribuyeron en 4 grupos experimentales en función de la proporción de oleína de girasol (OG) incluida en la dieta: ración completa sin oleína (grupo control) o con diferentes proporciones de ésta (15; 30 y 60 g/kg para los grupos OG15, OG30 y OG60, respectivamente). Los ingredientes y la composición química de las raciones aparecen recogidos en la Tabla 1. Los animales fueron alimentados *ad libitum* y dispusieron de agua fresca a voluntad durante todo el periodo de cebo. Los animales fueron sacrificados al alcanzar los 27 kg de peso y, tras 24 horas de oreo de la canal a 4°C, se extrajeron los músculos *longissimus dorsi* (LD) y *gluteus medius* (GM). Ambos se almacenaron en atmósfera modificada (35% CO₂, 35% O₂ y 30% N₂) y en refrigeración (4 °C) durante 0, 7 y 14 días para realizar el análisis de sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico (TBARS) según el método descrito por Morán et al. (2012). Además el GM almacenado durante 7 días se utilizó para determinar su contenido en óxidos de colesterol (oxisteroles) según el método descrito por Grau et al. (2001). Los datos de TBARS fueron sometidos a un análisis de varianza de doble vía con la dieta recibida y el día como fuentes de variación, mientras que los datos relativos a la cantidad de oxisteroles fueron sometidos a un análisis de una vía, con la dieta recibida como fuente de variación. Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., USA). Cuando los efectos principales fueron significativos, la comparación de medias se realizó mediante el test de las diferencias mínimas significativas (LSD).

Tabla 1. Ingredientes y composición química de los piensos experimentales.

| | Control | OG15 | OG30 | OG60 | |
|-------------------------------|-------------------------|------|------|------|-----|
| Ingredientes (g/kg) | Cebada | 433 | 417 | 404 | 375 |
| | Maíz | 150 | 145 | 140 | 130 |
| | Soja 44 | 237 | 243 | 246 | 255 |
| | Paja de cebada | 150 | 150 | 150 | 150 |
| | Oleína de girasol | -- | 15 | 30 | 60 |
| | Vitamínico/mineral | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Materia seca (g/kg) | 900 | 896 | 897 | 897 |
| Composición química (g/kg MS) | Fibra neutro detergente | 227 | 219 | 218 | 212 |
| | Fibra ácido detergente | 121 | 117 | 117 | 110 |
| | Proteína bruta | 174 | 178 | 178 | 182 |
| | Extracto etéreo | 30 | 41 | 56 | 70 |
| | Cenizas | 68 | 69 | 67 | 72 |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la oxidación lipídica en carne cruda, cuantificados mediante el método de TBARS, se muestran en la tabla 2. No se observó interacción entre el tiempo de almacenamiento y la dieta, pero sí se observaron diferencias atribuibles a ambas fuentes de variación y en los dos músculos estudiados. Como era de esperar, los valores de TBARS aumentaron con el tiempo de almacenamiento ($P < 0.05$). Así mismo,

también se observaron menores valores de TBARS en los animales suplementados con oleína de girasol ($P < 0,05$), siendo este efecto independiente del nivel de inclusión en la dieta. Como se puede ver en la tabla 3, no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la mayoría de los óxidos de colesterol estudiados (7α -HC, 7β -HC, 7-KC, β -CE, α -CE, 25-HC) ni en la cantidad total.

Tabla 2. Valores de las sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico (TBARS: $\mu\text{g/g}$ carne cruda) en los músculos longissimus dorsi y gluteus medius almacenada en refrigeración (4°C) y atmósfera modificada durante 0, 7 y 14 días.

| Grupo | Control | <i>Longissimus lumborum</i> | <i>Gluteus medius</i> |
|------------------|---------|-----------------------------|-----------------------|
| | | OG15 | 2.93 ^a |
| | OG30 | 1.84 ^b | 1.80 ^b |
| | OG60 | 1.63 ^b | 1.53 ^b |
| | OG60 | 1.87 ^b | 1.40 ^b |
| Día | 0 | 0.94 ^c | 1.39 ^c |
| | 7 | 1.78 ^b | 1.81 ^b |
| | 14 | 3.16 ^a | 2.03 ^a |
| RSD ¹ | | 0.901 | 1.024 |
| P-grupo | | 0.019 | 0.048 |
| P-día | | <0.001 | 0.049 |
| P-grupo*día | | 0.415 | 0.905 |

¹Desviación estándar residual ^{a,b,c}Medias con diferente superíndice en la misma columna indican diferencias significativas entre las distintas fuentes de variación ($P > 0,05$).

Tabla 3. Contenido en oxisteroles ($\mu\text{g/g}$ carne cocinada) en muestras de *gluteus medius* almacenadas 7 días en atmósfera modificada (35% CO_2 , 35% O_2 y 30% N_2) y refrigeración (4°C).

| | Grupos | | | | RSD ¹ | p-value |
|----------------------------|---------|-------|-------|-------|------------------|---------|
| | Control | OG15 | OG30 | OG60 | | |
| 7α -HC ² | 0.690 | 0.667 | 0.825 | 0.900 | 0.476 | 0.766 |
| 7β -HC ³ | 0.776 | 0.719 | 0.953 | 1.018 | 0.527 | 0.681 |
| 7-KC ⁴ | 0.455 | 0.393 | 0.479 | 0.659 | 0.449 | 0.716 |
| β -CE ⁵ | 0.369 | 0.358 | 0.410 | 0.524 | 0.292 | 0.694 |
| α -CE ⁶ | 0.130 | 0.109 | 0.125 | 0.169 | 0.105 | 0.742 |
| 25-HC ⁷ | 0.012 | 0.010 | 0.011 | 0.019 | 0.010 | 0.311 |
| CT ⁸ | 0.009 | 0.007 | 0.009 | 0.018 | 0.008 | 0.086 |
| ? COPs ⁹ | 2.44 | 2.26 | 2.81 | 3.31 | 1.819 | 0.714 |

¹ Desviación estándar residual ² 7α - Hydroxycholesterol ³ 7β -hydroxycholesterol ⁴ 7-ketocholesterol ⁵ 5,6 α -epoxycholesterol ⁶ 5,6 β -epoxycholesterol ⁷ 25-hydroxycholesterol ⁸ cholestanetriol ⁹Cholesterol oxidation products.

Como se ha comentado anteriormente, la suplementación en la dieta con fuentes lipídicas ricas en ácidos grasos insaturados puede modificar el perfil lipídico de la carne e incrementar su susceptibilidad a la oxidación (Campo et al., 2006). En el presente estudio se observaron algunos cambios en el perfil de ácidos grasos de la carne, disminuyendo la proporción de ácidos grasos saturados y aumentando la proporción de ácidos monoinsaturados en la grasa intramuscular de LL con la inclusión de oleína en la dieta (Blanco et al., 2015). Estos cambios observados podrían acelerar la oxidación de los lípidos de la carne. Sin embargo, la carne procedente de animales que recibieron la dieta con oleína mostró valores de TBARS menores en ambos músculos estudiados, lo que podría estar relacionado con el contenido de

BHT y vitamina E en las oleínas. De hecho, en la carne de los corderos que consumieron oleína se observaron compuestos volátiles compatibles con la oxidación de BHT (datos no publicados). Los óxidos del colesterol, también llamados oxisteroles, pueden absorberse a través de la pared intestinal al flujo sanguíneo, favoreciendo el desarrollo de enfermedades cardiovasculares en los consumidores (Valenzuela et al., 2003). Los oxisteroles se producen fundamentalmente durante el cocinado de la carne, por esa razón el análisis se realizó sobre muestras de carne cocinada (GM cocinado después de 7 días). Las cantidades encontradas fueron similares a las descritas por otros autores que utilizaron corderos de cebo de características similares a los de este estudio (Morán et al., 2012). Las concentraciones más altas de oxisteroles correspondieron a 7 α -HC y 7 β -HC y 7-KC, que son los productos primarios de la oxidación del colesterol (Maerker, 1987), mientras que el CT, que es el último producto de dicha oxidación, presentó la concentración más baja. A diferencia de los resultados observados en TBARS, en el caso de los oxisteroles se observó un incremento numérico de estos compuestos al aumentar la dosis de oleína incluida en la ración, aunque hay que decir que estas diferencias no llegaron a ser estadísticamente significativas. Otros autores tampoco observaron una relación entre los valores de TBARS y los oxisteroles (Serra et al., 2014). Esta aparente contradicción de resultados, tal vez, podría explicarse por la acción de los hidrocarburos aromáticos (benzeno, tolueno y quinononas) que se han detectado en las oleínas y aunque en cantidades muy pequeñas también se han detectado en la carne de corderos alimentados con oleínas (datos no publicados). Estos compuestos podrían inducir la oxidación de las proteínas de la membrana celular desencadenando la oxidación del colesterol de la misma (Singh et al., 2008). Sin embargo, el BHT y la vitamina E podrían haber ejercido un efecto antioxidante sobre los ácidos grasos insaturados. Esto podría explicar las diferencias observadas entre los valores de TBARS y los oxisteroles.

CONCLUSIONES

La utilización de oleínas como suplemento lipídico en la dieta de corderos disminuyó los valores de TBARS en la carne pero no redujo la oxidación del colesterol. Estos resultados sugieren la existencia de diferentes procesos en la oxidación de los ácidos grasos y del colesterol.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Intramural Especial del CSIC (201540E084). Carolina Blanco es beneficiaria de un contrato predoctoral de la Junta de Castilla y León y el Fondo Social Europeo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCO, C., GIRÁLDEZ, F. J., ANDRÉS, S., MORÁN, L., TEJIDO, M. L., LÓPEZ, S., & BODAS, R. 2015. Efecto de la inclusión de oleína de girasol en la dieta de corderos en fase de crecimiento-cebo sobre el perfil de ácidos

grasos de la carne. In *XVI Jornadas sobre Producción Animal, 19 y 20 de mayo de 2015, Zaragoza, España. Tomo I & II.* (pp. 675-677). Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

CAMPO, M. M., NUTE, G. R., HUGHES, S. I., ENSER, M., WOOD, J. D., & RICHARDSON, R. I. 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303-311.

CASTRO, T., MANSO, T., MANTECÓN, A. R., GUIRAO, J., & JIMENO, V. 2005. Fatty acid composition and carcass characteristics of growing lambs fed diets containing palm oil supplements. *Meat Science*, 69(4), 757-764.

GRAU, A., CODONY, R., GRIMPA, S., BAUCCELLS, M. D., & GUARDIOLA, F. 2001. Cholesterol oxidation in frozen dark chicken meat: influence of dietary fat source, and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Meat Science*, 57(2), 197-208.

MAERKER, G. 1987. Cholesterol autoxidation-current status. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(3), 388-392.

MORÁN, L., ANDRÉS, S., BODAS, R., PRIETO, N., & GIRÁLDEZ, F. J. 2012. Meat texture and antioxidant status are improved when carnosic acid is included in the diet of fattening lambs. *Meat Science*, 91(4), 430-434.

SERRA, A., CONTE, G., CAPPUCCI, A., CASAROSA, L., & MELE, M. 2014. Cholesterol and fatty acids oxidation in meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3).

SINGH, V. K., PATEL, D. K., RAM, S., MATHUR, N., & SIDDIQUI, M. K. J. 2008. Blood levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in children and their association with oxidative stress indices: an Indian perspective. *Clinical Biochemistry*, 41(3), 152-161.

PEARSON, A. M., GRAY, J. I., WOLZAK, A. M., & HORENSTEIN, N. A. 1983. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technology (USA)*.

SAYAGO GÓMEZ, A., MORALES MILLÁN, M. T. A., MARÍN BELTRÁN, M., & APARICIO LÓPEZ, R. 2007. Vitamina e y aceites vegetales.

VALENZUELA, A., SANHUEZA, J., & NIETO, S. 2003. Cholesterol oxidation: Health hazard and the role of antioxidants in prevention. *Biological Research*, 36(3-4), 291-302.