

EFFECTO DE LA SELECCIÓN POR GRASA INTRAMUSCULAR EN LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE CONEJO

Martínez-Álvaro¹, M., Blasco, A. y Hernández, P.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València. 46022 Valencia, España. phernan@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

El contenido en grasa intramuscular (GIM) y su composición de ácidos grasos son caracteres importantes por su efecto en la salud del consumidor y en las propiedades organolépticas y tecnológicas de la carne. El carácter GIM presenta una heredabilidad en torno a 0,50 (Martínez-Álvaro et al., 2016) y una variabilidad moderada, condiciones favorables para la selección genética. En la Universidad Politécnica de Valencia estamos desarrollando un experimento de selección divergente en conejos. El objetivo de este trabajo es estudiar las respuestas correlacionadas a la selección por GIM en la composición de ácidos grasos de la carne de conejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se ha realizado con datos de 173 conejos de la octava generación de un experimento de selección divergente por GIM, 82 de la línea seleccionada por alta GIM (GA) y 82 de la línea seleccionada por baja GIM (GB). El criterio de selección fue el promedio del contenido en GIM de dos hermanos completos del candidato, medido en el músculo *Longissimus dorsi* a las 9 semanas de edad. Los detalles de este experimento están descritos en Martínez-Álvaro et al. (2016). Los conejos se criaron en jaulas colectivas desde el destete hasta el sacrificio, y fueron alimentados *ad libitum* con un pienso comercial con un 15,1% de proteína bruta, 14,5% de fibra bruta y 2,48% de grasa. La composición de ácidos grasos del pienso (en % sobre el total de ácidos grasos) fue 0,49% de C14:0, 19,4% de C16:0, 0,68% de C16:1, 2,77% de C18:0, 20,5% de C18:1n-9, 48,1% de C18:2n-6, 6,80% de C18:3n-3 y 1,26% de C>20. Tras el sacrificio a las 9 semanas de edad, las canales fueron refrigeradas a 4°C durante 24h. El músculo *Longissimus dorsi* fue diseccionado, picado, liofilizado y analizado por NIRS para la determinación de GIM y ácidos grasos en g/100g, usando las ecuaciones descritas en Zomeño et al. (2012) con algunas modificaciones. La composición de ácidos grasos se expresó en % sobre el total de ácidos grasos. La respuesta a la selección y las respuestas correlacionadas en la composición de ácidos grasos se calcularon como las diferencias entre las líneas GA y GB usando un modelo con los efectos de línea, mes, sexo, orden de parto y camada. Se realizó un análisis bayesiano de los datos. Las distribuciones marginales posteriores de las diferencias entre líneas se estimaron mediante Gibbs sampling. Se utilizaron priors planos acotados para todos los efectos y varianzas. Los detalles del procedimiento están descritos en Sorensen y Gianola (2002) y Blasco (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los parámetros descriptivos y las diferencias entre líneas en GIM y composición de ácidos grasos de la carne. En la octava generación, la respuesta a la selección por GIM fue de 0,34 g de GIM/100g de músculo, o bien 2,4 SD. La diferencia entre líneas fue relevante con una $P_R = 1,00$. Otros autores también obtuvieron grandes respuestas a la selección por GIM (Schwab et al., 2009 en cerdo; Zhao et al. 2007 en pollo; Sapp et al., 2002 en vacuno).

La línea GA mostró un mayor contenido de todos los ácidos grasos estudiados que la GB (expresado en g /100g), debido a su mayor GIM. La selección por GIM modificó de manera relevante los porcentajes de ácidos grasos de la carne. La línea GA mostró un mayor porcentaje de MUFA y un menor porcentaje de PUFA que la línea GB. Las diferencias entre líneas para ambos grupos fueron relevantes ($P_R = 1,00$) y de una magnitud similar. Dentro de los PUFA, tanto los ácidos grasos n-6 como n-3 mostraron un mayor porcentaje en la línea GB ($P_R = 1,00$), aunque las diferencias entre líneas fueron mayores para los n-6 (3,77SD) que para los n-3 (1,44SD). No observamos diferencias entre líneas para el porcentaje de SFA.

Las diferencias entre las líneas GA y GB en los porcentajes de ácidos grasos se deben a una mayor proporción de triglicéridos respecto a fosfolípidos en la línea GA. En general, los fosfolípidos son más ricos en PUFA mientras que los triglicéridos son más ricos en MUFA y

SFA. Está bien establecido en la literatura el rápido aumento de los MUFA y SFA respecto a los PUFA cuando aumenta el contenido lipídico (revisado por De Smet et al., 2004).

En cuanto al efecto de la selección en los ratios MUFA:SFA, PUFA:SFA y n-6:n-3, la línea GA presentó un mayor ratio MUFA:SFA (0,57) que la línea GB (0,33), lo cual es favorable desde un punto de vista nutricional, ya que se recomienda sustituir el consumo de SFA por ácidos grasos insaturados (WHO, 2008). Sin embargo, la selección por alta GIM condujo a un empeoramiento del ratio PUFA:SFA (0,98 en GA y 1,23 en GB), aunque en ambas líneas se encuentra por encima de 0.60, que es el valor mínimo recomendado (WHO, 2008). El ratio n-6:n-3 fue más favorable en la línea GA (11,6) que en la GB (13,1), aunque en ambos casos se aleja de los valores recomendados (<4, según WHO, 2008) debido al alto contenido en C18:2n-6, característico de la carne de conejo.

En general, los MUFA y PUFA individuales mostraron el mismo patrón de respuesta a la selección que los grupos (Tabla 2). Aunque no observamos diferencias entre líneas en el porcentaje de SFA total, sí que encontramos diferencias en los SFA individuales. La línea GA mostró un porcentaje mayor de C14:0 ($P_R = 1,00$) y C16:0 ($P_R = 0,89$) que la línea GB, pero un porcentaje menor de C18:0 ($P_R = 1,00$).

Los mamíferos son capaces de sintetizar SFA y MUFA a partir de la glucosa a través de la lipogénesis *de novo*, siendo el C16:0 el principal producto de la lipogénesis. Sin embargo, no pueden sintetizar PUFA, los cuales proceden íntegramente de la dieta. En un estudio previo se ha observado que la línea GA mostró mayores actividades lipogénicas que la línea GB en varios músculos, en el depósito de grasa perirrenal y en el hígado (Martínez-Álvaro et al., 2015 y 2017). Esto explica el mayor porcentaje de C14:0, C16:0 y MUFA en la línea GA. En cuanto al porcentaje de C18:0, fue mayor en la línea GB. Esto se debe a que, en conejos, la fracción fosfolipídica muestra un mayor porcentaje de C18:0 que la fracción de triglicéridos (Alasnier et al., 1996; Otake et al., 1971).

Respecto a los MUFA individuales, la línea GA mostró un mayor porcentaje de C18:1n-9 y C16:1 ($P_R = 1,00$). El ratio entre C18:1n-9 y C18:0 es un indicador de la actividad de la enzima estearoil-CoA desaturasa (SCD), responsable de la síntesis de los principales MUFA a partir de sus SFA correspondientes. Este ratio fue de 1,98 para la línea GA y 1,09 para la GB, indicando mayor actividad de la enzima SCD en la línea GA. Dentro de los PUFA, la línea GA mostró menor porcentaje de C18:2n-6 y C20:4n-6 que la GB ($P_R = 1,00$), pero mayor porcentaje de C18:3n-3 ($P_R = 1,00$). En conejos, el porcentaje de C18:3n-3 es mayor en los triglicéridos que en los fosfolípidos (Alasnier et al., 1996; Otake et al., 1971).

En un estudio ampliado de este resumen, se han estimado los parámetros genéticos de GIM y de los porcentajes de ácidos grasos de la carne (heredabilidades y correlaciones genéticas), y todas las estimas son acordes a las respuestas correlacionadas observadas.

Modificaciones en el contenido de GIM y en el perfil de ácidos grasos de la carne podrían afectar su calidad organoléptica. Sin embargo, nuestras líneas no mostraron diferencias en los atributos sensoriales cuando fueron evaluadas por un panel de jueces entrenados (Martínez-Álvaro et al., 2016b).

Que nosotros sepamos, solamente el experimento de selección por GIM en cerdos estudió las respuestas correlacionadas en la composición de ácidos grasos de la carne y sus resultados son muy similares a los nuestros (Burkett, 2009).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alasnier, et al. 1996. Meat Sci. 43:213-224.
- Blasco, A. 2017. Springer. Nueva York. USA.
- Burkett, J.L. 2009. Graduate Theses and Dissertation, Iowa (USA).
- De Smet, et al. 2004. Anim. Res. 53:81-98.
- Martínez-Álvaro, M. et al. 2015. XVI Jornadas Prod. Animal AIDA.
- Martínez-Álvaro, M. et al. 2016a. J. Anim. Sci. 94:4993-5003.
- Martínez-Álvaro, M. et al. 2016b. J. Anim. Sci. 94:5137-5143.
- Martínez-Álvaro, M. et al. 2017 XVII Jornadas Prod. Animal AIDA.
- Otake, Y. et al. 1971. Jap. J. Zootech. Sci. 42(2):162-167.
- Sapp, R.L. et al. 2002. J. Anim. Sci. 80:2017-2022
- Schwab, C.R. et al. 2009. J. Anim. Sci. 87:2774-2780.
- Sorensen, D. & Gianola, D. 2002. Springer, New York, USA.
- WHO. 2008. Joint FAO/WHO expert consultation, 10-14.
- Wood, et al. 2004. Meat Sci. 66:21-32.
- Zhao, G.P. et al. 2006 Acta Vet. Zootech Sinica 37(9): 870-873
- Zomeño et al. 2012. Meat.Sci. 91(2):155-159.

Agradecimientos: Este experimento ha sido subvencionado por el proyecto AGL2014-55921-C2-1-P del Plan Nacional de Investigación. Marina Martínez-Álvaro agradece su beca FPI (BES-2012-052655) al Ministerio de Economía y Competitividad. Agradecemos la colaboración de Marina Morini en la fase experimental de este trabajo.

Tabla 1. *Parámetros descriptivos y diferencias entre líneas en grasa intramuscular (GIM) y composición de ácidos grasos.*

¹ Carácter	Media	SD	² D	³ HPD _{95%}		⁴ P ₀	⁵ R	⁶ P _R
GIM	1,04	0,14	0,34	0,29	0,39	1,00	0,05	1,00
C14:0	1,41	0,32	0,75	0,60	0,90	1,00	0,11	1,00
C16:0	26,6	1,05	0,63	0,18	1,08	1,00	0,35	0,89
C18:0	9,83	0,66	-1,87	-2,22	-1,54	1,00	0,22	1,00
SFA	38,2	1,28	-0,31	-0,91	0,33	0,83	0,43	0,36
C16:1	1,60	0,53	1,15	0,89	1,41	1,00	0,18	1,00
C18:1n-9	21,5	1,85	6,66	5,69	7,67	1,00	0,62	1,00
MUFA	24,8	2,47	9,20	7,88	10,6	1,00	0,82	1,00
C18:2n-6	28,1	1,59	-4,70	-5,36	-4,03	1,00	0,53	1,00
C18:3n-3	1,92	0,19	0,20	0,10	0,30	1,00	0,06	1,00
C20:4n-6	7,10	0,95	-3,36	-3,84	-2,86	1,00	0,32	1,00
n-3	2,92	0,27	-0,39	-0,50	-0,29	1,00	0,09	1,00
n-6	39,5	2,64	-9,97	-11,2	-8,68	1,00	0,88	1,00
PUFA	41,8	2,74	-10,3	-11,6	-8,98	1,00	0,91	1,00

¹GIM está expresado en g / 100g de músculo y los ácidos grasos en porcentaje sobre el total de ácidos grasos; ²D, mediana de la distribución marginal posterior de las diferencias entre las líneas seleccionadas por alta y baja GIM; ³HPD_{95%}, región de alta densidad posterior al 95% de probabilidad; ⁴P₀, probabilidad de que la diferencia sea mayor que cero si D_{GA-GB} es positiva o menor que 0 si es negativa; ⁵R, valor relevante estimado como 1/3 de SD; ⁶P_R, probabilidad de que la diferencia sea mayor que r si D_{GA-GB} es positiva o menor que r si es negativa.

EFFECT OF SELECTON FOR INTRAMUSCULAR FAT ON THE FATTY ACID COMPOSITION OF RABBIT MEAT

ABSTRACT: The aim of this study was to estimate the correlated responses to selection for intramuscular fat (IMF) on the fatty acid composition of rabbit meat. In the eight generation, direct response to selection for IMF was 0.34 g of IMF/100g muscle. Selection for IMF led to relevant modifications in the fatty acid composition of meat. The line selected for high IMF showed increased MUFA and decreased n-3, n-6 and PUFA percentages in comparison to the line selected for low IMF. Percentages of the main individual MUFA and PUFA followed a similar pattern as groups, except for C18:3n-3 that was greater in the high-IMF line. We did not observe differences between lines for the percentage of SFA group, although we found greater C14:0 and C16:0 percentages in the high-IMF and a lower percentage of C18:0.

Keywords: intramuscular fat, selection, rabbits, fatty acid composition.