

EFFECTO DE LA GENÉTICA Y CONTENIDO DE MAGRO SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS Y COMPUESTOS VOLÁTILES DEL LOMO DE CERDO ECOLÓGICO

Argemí¹, I., Villalba¹, D., Tor, M.¹, Pérez-Santaescolástica, C.², Purriños, L.², Lorenzo, J.M.², y Álvarez-Rodríguez¹, J.

¹Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Lleida.

²Centro Tecnológico de la Carne de Galicia, Rúa Galicia N.º 4, Parque Tecnológico de Galicia, San Cibrán das Viñas, 32900 Ourense, Spain
immaargemi@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En ganadería ecológica, la formulación de dietas con grasa animal (ricas en ácidos grasos saturados; AGS) procedente del mismo sistema productivo se encuentra limitada y es necesario utilizar tortas de oleaginosos procedentes de extracción mecánica (presión) en vez de química (disolventes), incrementándose determinados ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Un alto contenido de grasa intramuscular (IMF) mejora las características organolépticas de los productos de la carne de cerdo (Fonseca et al., 2015). La raza Duroc presenta un alto grado de infiltración de grasa, en comparación a otras razas más magras, como Pietrain. La calidad de la carne cocinada y su atractivo para los consumidores son, en gran parte, atribuibles a la palatabilidad, que se definiría como una suma de sensaciones gustativas y olfativas, las cuales se ven notablemente afectadas por la materia prima (raza, dieta, sexo, edad y otros). Durante el cocinado se generan una gran diversidad de compuestos volátiles (CV) que pertenecen a diversas clases químicas: hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres y otros compuestos nitrogenados o azufrados (Kosowska et al., 2017). El objetivo del presente trabajo fue identificar los principales ácidos grasos (AG), CV y factores que afectan a sus cambios en lomo de cerdo ecológico de dos cruzamientos genéticos diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 48 cerdos de dos tipos genéticos procedentes de 12 madres: 26 animales eran Pietrain x (Landrace x Large White) (Pi x (LD x LW)) y 22 animales eran Duroc x (Gascon x Duroc) (Du x (Gc x Du)). La mitad de los animales eran hembras y la otra mitad eran castrados. Los cerdos se sacrificaron con 105 kg (Pi x (LD x LW)) o 90 kg de peso (Du x (Gc x Du)) para alcanzar un contenido de magro similar (alrededor de 60% en ambos tipos genéticos). En total, 32 canales (3 cerdos/camada) y carne de lomo de 24 cerdos (2 cerdos/camada) fueron muestreados. Todos los cerdos tenían el mismo pienso *ad libitum* (14% proteína bruta, 3,7% extracto etéreo, 0,7% lisina y 12,7 MJ energía metabolizable/kg), con una composición en AG de: 19,9% AGS, 18,9% monoinsaturados (AGMI), 50,6% AGPI n-6 y 5,6% AGPI n-3. Los cerdos de los dos tipos genéticos se criaron conjuntamente en tres salas de suelo firme con paja y patio de ejercicio (espacio $\geq 2,3\text{m}^2/\text{animal}$). Se sacrificaron por lotes, en 5 días, en un matadero comercial (Escorxador Frigorífic d'Avinyó, S.A., Barcelona), situado a 68 km de distancia, y permanecieron en espera de 3-4 h. El aturdimiento se hizo con CO₂ (87% concentración). Las canales se clasificaron mediante un instrumento autorizado (Reglamento CE 1249/2008) de visión artificial (VCS 2000), en dos categorías (<60% y >60% magro), homogéneas para ambos tipos genéticos. Se retiró el lomo, por procedimiento estándar de matadero. Después, se recogió una muestra de 10cm de la zona caudal de *Longissimus lumborum* (500g aproximadamente), conservado durante la noche en bolsa de polietileno y refrigeración a 4°C en oscuridad. Un día *post-mortem* (24h) una parte de *L. lumborum* se cortó en dos trozos (1 cm de grosor, ~100 g). La primera muestra sirvió para determinar el contenido de grasa intramuscular (IMF) y la composición de AG en carne cruda, liofilizada y congelada a -20°C. Con la segunda se determinó los CV de carne madurada 8 días al vacío y cocinada (baño María con agua a 95°C; interior de la carne monitorizado a 70°C). El contenido de IMF se determinó con Ankom (AOCS Am 5-04; XT10), por duplicado. El perfil de AG se determinó por transesterificación directa de ésteres metílicos de AG y cuantificados por cromatografía de gases (columna capilar 30 m x 0,25 mm; Agilent DB-23, Agilent Technologies, Santa Clara, EEUU) y detector iónico de llama con helio como gas portador (2 mL/min), expresando el porcentaje relativo de cada AG y sus sumas respecto al total (AGPI, AGMI y AGS). La extracción de CV se realizó mediante micro-extracción de fase sólida (HS-SPME) (Supelco, Bellefonte, PA, EEUU) (1 g/muestra). La cuantificación de CV se realizó con un cromatógrafo

de gases 7890B (columna capilar 30 m x 0,25 mm; Agilent DB-23, Agilent Technologies, Santa Clara, EEUU) acoplado a un detector selectivo de masas simple cuádruplo 5977B (Agilent Technologies, Palo Alto, USA). La identificación de CV se realizó por comparación de su espectro de masa con una librería NIST14 (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg) y/o comparando su espectro de masa y tiempo de retención con estándares (Supelco, Bellefonte, PA, USA) y/o por cálculo de su índice de retención en relación a una serie de patrones de alcanos (C5-C14) (Supelco 44585-U, Bellefonte, PA, USA), comprobando su identidad de resultados con la bibliografía. Los resultados de CV se expresan como unidades de área cuantificadas $\times 10^4$ por cada gramo de muestra cocinada. Los datos se analizaron con el paquete estadístico JMP Pro13 (SAS Institute Inc, Cary, NC, EEUU), con un modelo por mínimos cuadrados incluyendo el tipo genético y porcentaje de magro, como efectos fijos y sus interacciones dobles. Se describen las medias mínimo-cuadráticas y su error estándar. La separación de medias se realizó con el test de Tukey. Por otro lado, se utilizó un método estadístico multivariado (árbol de clasificación) para evaluar el potencial predictor de los dos tipos genéticos y el porcentaje de magro a partir del perfil de AG y CV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de IMF, en carne cruda de cerdo, no mostraron diferencias significativas por el efecto del tipo genético (2,05 vs. 2,26% en Pi y Du, respectivamente; $P>0,10$) y contenido de magro en canal (2,23 vs. 2,08% en $<60\%$ y $>60\%$ magro, respectivamente; $P>0,10$). Se detectó y cuantificó el perfil de 19 AG. El AG con mayor porcentaje fue el oleico (C18:1 cis9; 36,5%-38,8%), seguido del palmítico (C16:0; 21,9%-23%) y linoleico (C18:2 n-6; 15,1%-16%). No se observaron diferencias significativas en la composición de AG en función del tipo genético. No obstante, el tipo genético Du mostraba una tendencia a un mayor contenido de AGS respecto al Pi ($P=0,10$). Las canales magras ($>60\%$) tenían un menor contenido de los AG láurico (C12:0) y eicosatrienoico (C20:3 n-3) ($P=0,05$), una tendencia a un menor contenido del total de AGS ($P=0,10$) y, en consecuencia, una mayor relación AGMI/AGS, con respecto las canales grasas ($<60\%$) ($P=0,05$). En efecto, el contenido de AGS en la carne de cerdo se correlaciona negativamente con las canales menos grasas (Latorre et al., 2009), contribuyendo a aumentar la relación AGMI/AGS y con ello la calidad nutricional de la carne (Scollan et al., 2017). Mientras muchos de los AGS y AGMI pueden ser sintetizados *in vivo*, las diferencias en AGPI pueden ser mayoritariamente atribuidas a factores de la dieta del animal (Juárez et al., 2016).

Se obtuvieron 69 CV en carne de cerdo cocinada, considerándose los más representativos por su presencia y abundancia en aroma de trabajos de referencia (Gorbatov, 1980; Flores et al., 1997; Machiels et al., 2003; Dominguez et al., 2014; Franco et al., 2014; Gravador et al., 2015; Benet et al., 2015; Zhao et al., 2017; Pérez-Santaescolástica et al., 2018; Flores, 2018). Se agruparon los CV por familias químicas: 18 hidrocarburos, 13 aldehídos, 8 cetonas, 7 ácidos carboxílicos, 15 alcoholes, 3 ésteres y éteres, 2 compuestos azufrados y 3 furanos. Las tres principales familias fueron los hidrocarburos, alcoholes y aldehídos. El tipo genético sólo afectó significativamente la concentración del alcohol 1-pentanol, que fue superior en Du que en Pi ($P<0,05$). En cuanto al efecto del contenido de magro, se observó una mayor concentración del hidrocarburo 2,4,4-trimetil hexano en el lomo procedente de cerdos más magros ($>60\%$) que en los grasos ($<60\%$ magro) ($P<0,05$). Sin embargo, la carne de cerdos grasos ($<60\%$ magro) mostró un mayor contenido de alcoholes como el 1-butanol ($P<0,05$) y 1-pentanol ($P<0,05$) que la carne de cerdos magros ($>60\%$). En los árboles de decisión, el tipo genético Du se asoció a mayores concentraciones de ciclopropano pentil (hidrocarburo aromático), mientras que la genética Pi tenía mayor concentración de metanotiol (compuesto azufrado de descomposición de aminoácidos). Mientras que la mayoría de los hidrocarburos aromáticos no se han implicado previamente en el aroma de la carne (Flores, 2018), el metanotiol se ha asociado con olor a gasolina como descriptor del olor en caldos de cerdo negro chino (Zhao et al., 2017). Del mismo modo, Benet et al. (2015) encontraron un alto contenido de metanotiol en jamón curado cocido graso. Los alcoholes de cadena corta (principalmente 1-pentanol) fueron más bajos en el tipo genético Pi y cerdos magros ($>60\%$), comparados con la genética Du y más grasos ($<60\%$ magro). El 1-pentanol es producido por la degradación de los aldehídos homólogos, durante la oxidación de los lípidos y aminoácidos (García et al., 1991), el cual tiene un olor suave, a fruta y balsámico (Calkins y Hodgen, 2007), que puede favorecer el aroma de cerdo Du y/o graso. Se detectó una mayor cantidad de

hexano 2,4,4-trimetil (hidrocarburo alifático) y menor de disulfuro de carbono (compuesto azufrado) en la carne de cerdo más magra, comparado con la más grasa. Según Olivares et al. (2011), el hexano es uno de los compuestos volátiles surgidos por autooxidación lipídica, el cual destacó en la carne magra madurada y cocinada. Al realizar las sumas de CV por familias, mediante el árbol de clasificación, se observó que niveles $\geq 21 \times 10^4$ de hidrocarburos aromáticos permiten discriminar completamente a los animales tipo genético Du, mientras que la mayoría de Pi (80%) se asocian a niveles $< 21 \text{ AU} \times 10^4$ de hidrocarburos aromáticos junto con niveles $< 451 \text{ AU} \times 10^4$ hidrocarburos alifáticos. En cuanto al efecto del contenido de magro, el árbol de clasificación identificó que niveles $< 7 \text{ AU} \times 10^4$ hidrocarburos aromáticos, se asocian a canales grasas (100%), mientras que las canales magras (88%), se asocian a niveles $\geq 7 \text{ AU} \times 10^4$ de hidrocarburos aromáticos junto con niveles $< 11 \text{ AU} \times 10^4$ de compuestos azufrados/g muestra.

En conclusión, el tipo genético no afectó a la composición de AG del lomo cuando se sacrificaron a un estado de engrasamiento similar. Sin embargo, las canales con mayor porcentaje de magro tuvieron un menor contenido de los AG C12:0 y C20:3 n-3, un menor contenido total de AGS y una mayor ratio AGMI/AGS, respecto a las canales grasas. En carne cocinada madurada, los CV obtenidos de la familia de alcoholes de cadena corta fueron más bajos en la genética Pi y cerdos magros en comparación con los Du y grasos. De la familia de los hidrocarburos, se asociaron el aromático ciclopropano pentil a la genética Du, y el hidrocarburo alifático hexano 2,4,4-trimetil, a la genética Pi. Se observó una asociación de un nivel de hidrocarburos aromáticos altos a la genética Du, y niveles de hidrocarburos aromáticos bajos a canales grasas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benet et al. 2015. LWT-Food Sci. & Tec. 60(1): 393-399.
- Calkins et al. 2007. Meat Sci. 77(1): 63-80.
- Domínguez et al. 2014. Meat Sci. 97(2): 223-230.
- Flores et al. 1997. J. of Agri. & Food Che. 45(6): 2178-2186.
- Flores et al. 2018. Meat Sci. 144: 53-61.
- Fonseca et al. 2015. Grasas y Aceites. 66(1): 59.
- Franco et al. 2014. Meat Sci. 96(1): 195-202.
- Garcia et al. 1991. Food Che. 41(1): 23-32.
- Gorbатов. 1980. Meat Sci. 4 (3): 209-225.
- Gravador et al. 2015. Animal 9(4): 715-722.
- Juárez et al. 2017. Canadian J. Animal Sci. 97: 395-405.
- Kosowska et al. 2017. Food Sci. & Tech. 37(1): 1-7.
- Latorre et al. 2009. Spanish J. Agri. Res. 7: 407-416.
- Machiels et al. 2003. Talanta 60(4): 755-764.
- Olivares et al. 2011. Meat Sci. 87(3): 264-273.
- Pérez-Santaescolástica et al. 2018. Food Res. Inter. 107: 559-566.
- Scollan et al. 2017. Proceedings of the Nutrition Society. 76(4): 603-618.
- Zhao et al. 2017. Food Che. 226: 51-60.

Agradecimientos: A “Gestió Agroecològica Porcina” (Solsona, Lleida) y a “Escorxador Frigorífic d’Avinó, SA”, por el acceso a las instalaciones y su ayuda en la recogida de datos.

EFFECTS OF GENETICS AND LEAN GRADE ON FATTY ACID PROFILE AND VOLATILE COMPOUNDS OF LOIN PORK RAISED UNDER ORGANIC HUSBANDRY

ABSTRACT: The aim of this work was to assess the effects of genetic (Du-sired vs. Pi-sired) and lean grade (<60% lean vs. >60% lean) on fatty acid (FA) profile and volatile compounds (VC) of pigs slaughtered at approximately 105 kg (Pi-sired) or 90 kg (Du-sired). All the pigs (n=48) had the same commercial feed *ad libitum*. At 24 h *post-mortem*, two caudal slices from *Longissimus lumborum* pork samples were used to determine both intramuscular fat content and FA profile of raw pork and VC profile of cooked pork (aged 8 days). Genetic type did not affect FA profile of meat. The leaner meat had lower C12:0 and C20:3 n-3, lower SFA and higher MUFA/SFA ratio content than the fatter meat. Short-chain alcohols were lower in Pi and in leaner pork compared to the samples from Du crossbreds and fatter pork. A greater amount of hexane 2,4,4-trimethyl (an aliphatic hydrocarbon) but lower carbon disulphide (sulphur compound) was detected in pork from leaner compared to fatter pork. Higher aromatics hydrocarbons ($\geq 21 \times 10^4$ /g of meat) was exclusively associated with Du crossbreds, and lower aromatics hydrocarbons ($< 7 \text{ AU} \times 10^4$ /g of meat) with pigs classified as fatter.

Keywords: organic husbandry, lean grade, fatty acids, volatile compounds.