



Estudio del potencial de crecimiento de cerdos Ibéricos inmunocastrados en el proyecto TREASURE. Resultados preliminares

P. Palma-Granados¹, L. Lara¹, M. Lachica¹, I. Seiquer¹, I. Fernández-Figares¹, A. Haro¹, M. Candek-Potokar², R. Nieto¹

¹Departamento de Fisiología y Bioquímica de Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC)

²KIS-Agricultural Institute of Slovenia

INTRODUCCIÓN

El Proyecto TREASURE está financiado por la Unión Europea como una acción de Investigación e Innovación dentro del programa Horizonte 2020 (referencia 634476). Como indicamos ya en un número anterior de Sólo Cerdo Ibérico, este proyecto se está llevando a cabo por un consorcio formado por 25 socios de 9 países, financiado en el marco de la acción “*Traditional resource for agricultural diversity and the food chain*” (SFS-07a-2014). El objetivo general que se persigue es profundizar en el conocimiento, las técnicas y las competencias necesarias para desarrollar la producción de los sistemas existentes y crear nuevas cadenas de producción basadas en el empleo de razas porcinas

autóctonas europeas. Dada la diversidad de las razas porcinas que son objeto de estudio del proyecto los problemas que se abordan son también diversos, aunque por las características productivas similares de estas razas, las respuestas que se obtengan en los distintos planteamientos experimentales pueden ser de utilidad para el resto. En este sentido, la raza porcina Ibérica se encuentra en una situación privilegiada en comparación a la de otras razas porcinas europeas autóctonas, con poblaciones escasas e incluso en riesgo de desaparición si no se crean los elementos necesarios para establecer sistemas de producción sostenibles, con los que se den a conocer sus productos y se contribuya a su mantenimiento y expansión. Una de las actividades que se está llevando a cabo es la



descripción y evaluación de las razas porcinas que forman parte del estudio. Esta evaluación incluye el análisis de la productividad de estas razas, encuadradas en condiciones climáticas diversas, bajo distintos sistemas de producción (ecológico, extensivo, intensivo, etc.), poniendo especial énfasis en la evaluación de recursos y subproductos agroindustriales locales para su alimentación, así como de prácticas de manejo innovadoras.

En el caso del cerdo Ibérico, uno de los objetivos que se persiguen es ensayar nuevas estrategias nutricionales y de manejo, así como estudiar sus efectos sobre la calidad de los productos. Podemos considerar que esta raza porcina autóctona puede servir de modelo para otras, con sistemas de producción menos desarrollados, a las que pueden ser de utilidad las conclusiones que se deriven de los estudios realizados en Ibérico.

Al contrario de lo que ocurre con las razas porcinas convencionales, el conocimiento del potencial de crecimiento y la productividad en las razas porcinas autóctonas es limitado, con algunas excepciones. En el Ibérico conocemos mediante estudios comparados algunas de las características metabólicas peculiares de esta raza (Rivera-Ferre et al., 2005; Fernández-Fígares et al., 2007), entre las que se cuentan su limitada capacidad para formar proteína muscular (Barea et al., 2007; Conde-Aguilera et al., 2011). Estas características metabólicas implican también que sus necesidades nutricionales difieren de las de genotipos convencionales, como se ha comprobado en las etapas de crecimiento y de cebo, en las que hemos definido las relaciones óptimas proteína/energía en la dieta

(Nieto et al. 2012). No obstante, aún es necesario estudiar en profundidad otras fases productivas menos conocidas (gestación, lactación, etc.) y extender los estudios a otras razas autóctonas de las que se tiene escasa información.

Uno de los objetivos estratégicos del proyecto es mejorar la calidad y las características saludables de los productos derivados del cerdo mediante el empleo de estrategias de manejo y alimentación innovadoras. Entre ellas es de destacar el empleo del crecimiento compensatorio como mecanismo para incrementar el nivel de grasa intramuscular que, como es sabido, incide positivamente en las características organolépticas de la carne (Lebret, 2008). La aplicación de esta estrategia, que en parte es responsable del aumento en la infiltración grasa que tiene lugar durante la fase de montanera en el cerdo Ibérico, constituye una novedad en el manejo de otras razas porcinas.

Por otra parte, las razas porcinas autóctonas presentan un gran potencial para responder a la creciente demanda social de productos de calidad obtenidos en condiciones óptimas de bienestar animal. En este sentido, las condiciones de producción extensiva en las que tiene lugar la explotación de la mayoría de estas razas constituyen un aspecto valorado positivamente por los consumidores, al que cada vez se presta más atención particularmente en el entorno europeo.

Uno de los problemas actuales en producción porcina, en lo que a bienestar animal se refiere, es la búsqueda de alternativas viables a la práctica de la castración quirúrgica, realizada de forma habitual en los machos para evitar el olor



sexual en la carne y los productos elaborados. En este momento se están realizando esfuerzos en este campo promoviendo estrategias alternativas como el empleo de machos enteros (no viable en el caso de razas autóctonas por el elevado peso de los cerdos al sacrificio) o la inmunocastración, es decir, la inmunización activa contra el factor liberador de la gonadotropina (GnRH). La inmunocastración se ha descrito como un mecanismo efectivo para evitar el desarrollo sexual y el olor característico de la carne y productos derivados en cerdos de genotipo convencional (Batorek et al., 2012). Esta estrategia presenta un gran potencial para su utilización en cerdos que se sacrifican a pesos elevados (Candek-Potokar et al., 2017), como los de razas autóctonas, y en general a los dedicados a la elaboración de productos curados. En producción extensiva tiene especial relevancia también su empleo como una alternativa efectiva y sencilla frente a la gonadectomía, practicada en hembras para evitar la aparición del celo o gestaciones no deseadas (Gómez-Fernández et al., 2013; Martínez-Macipe et al., 2016).

Sin embargo, los ciclos productivos más largos, como los que presentan el Ibérico y otras razas autóctonas del entorno mediterráneo, hacen necesario desarrollar protocolos de vacunación adaptados a estas características, por lo que es esencial realizar estudios que permitan avanzar en este campo. Dentro del proyecto TREASURE se investiga en la adaptación de protocolos de inmunocastración al Ibérico y otras razas, así como en los posibles efectos sobre los parámetros productivos y la calidad de los productos.

Además de los beneficios sobre el

bienestar animal que la inmunocastración ofrece, hay algunos aspectos que también merecen atención como sus efectos sobre el crecimiento y los parámetros productivos. En trabajos realizados con cerdos de razas convencionales se ha descrito que los cerdos machos inmunocastrados presentan índices productivos más favorables que los castrados quirúrgicamente antes de administrarles la segunda (y definitiva) dosis de la vacuna, con la que el animal adquiere la inmunidad efectiva frente a GnRH (Millet et al., 2011; Batorek et al., 2012; Dunshea et al., 2013).

Dado el escaso potencial de crecimiento y de formación de proteína corporal que presentan los cerdos de raza Ibérica, acentuados a medida que el animal avanza en su ciclo productivo (Nieto et al., 2012), este aspecto merece un estudio más detallado ya que podría tener consecuencias positivas para la productividad de los animales, y en paralelo, sobre las necesidades nutricionales de los mismos en relación a las de los animales castrados quirúrgicamente.

En este contexto se desarrolla el estudio que se describe a continuación, cuyo objetivo es explorar el potencial de crecimiento de cerdos machos y hembras de raza Ibérica inmunocastrados, en comparación con los parámetros registrados en machos castrados quirúrgicamente, que se utilizan como grupo control o de referencia. En todos los grupos experimentales se emplearon tres tratamientos con concentraciones de proteína crecientes para comprobar el efecto del nivel proteico de la dieta sobre los parámetros productivos en los animales inmunocastrados y en el grupo de referencia.



MATERIAL Y MÉTODOS

En total se utilizaron 54 cerdos Ibéricos puros, 36 machos y 18 hembras, de la estirpe Silvela, distribuidos al azar de acuerdo a un diseño factorial 3×3 , en tres grupos experimentales de 18 cerdos cada uno: machos inmunocastrados (MIC), hembras inmunocastradas (HIC) y machos castrados quirúrgicamente (MQC). La castración quirúrgica se realizó en la primera semana de vida. Los cerdos, proporcionados por la empresa Sánchez Romero Carvajal Jabugo, S.A., con aproximadamente 25 kg de peso vivo, consumieron *ad libitum* una dieta comercial (170 g proteína, 1,1 g Lys y 13 MJ EM/kg dieta) hasta los 40 kg de peso y 4,3 meses de edad (Figura 1). En este momento los grupos MIC y HIC recibieron la primera dosis de la vacuna contra GnRH, (IMPROVAC®, Zoetis, Madrid) siguiendo las recomendaciones del fabricante. Desde entonces, los animales fueron alojados en parques individuales (2 m²) en salas con ambiente controlado (21±1°C) y se alimentaron con tres dietas isoenergéticas de diferente contenido proteico (150, 130 y 110 g proteína y 14 MJ EM/kg materia seca) organizados en un diseño factorial 3×3 , con 6 animales por combinación de tratamientos. Las dietas experimentales fueron formuladas con cebada, maíz y soja, suplementadas con aminoácidos esenciales para mantener un adecuado perfil aminoacídico (NRC, 2012). El nivel de alimentación se restringió al 90% de la ingesta *ad libitum*, determinado previamente en cerdos Ibéricos castrados quirúrgicamente. La ingesta se ajustó semanalmente en función del peso de los animales (Nieto et al., 2012). Los restos de dieta no consumida se recogieron, pesaron y conservaron diariamente hasta su análisis, de modo que fuese posible obtener la cantidad de pienso consumida

por cada animal diariamente. Pasadas 7 semanas, cuando los animales tenían 6 meses de edad y aproximadamente 70-80 kg de peso, se les administró la segunda dosis de la vacuna. Se realizaron dos ensayos de digestibilidad de nutrientes y balance de nitrógeno a 50 y 90 kg de peso vivo, aproximadamente. Para asegurar la recogida total de orina en el caso de las hembras se implantó una sonda vesical (Foley type no.16, Rüsck médica España S.A., Madrid) previa sedación de los animales. La recogida total de las excretas se llevó a cabo diariamente durante un periodo de 4 días. Alcanzados aproximadamente los 105 kg de peso se procedió al sacrificio de todos los animales mediante desangrado previa electronarcosis. En la mitad izquierda de la canal se llevaron a cabo medidas de espesor de grasa dorsal en la primera y última costilla, así como el espesor mínimo de grasa a la altura del músculo *gluteus medius*. También se determinó el espesor del músculo en el extremo craneal del *gluteus medius*. El despique, la pesada y rendimiento de los componentes de la canal se llevó a cabo 24 h *post mortem* (Nieto et al., 2013).

Finalizadas las determinaciones se realizó el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos utilizando el programa GLM del paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc. Carry, NC). En el modelo estadístico empleado se tuvieron en cuenta los factores sexo, nivel proteico de la dieta y su interacción. La unidad experimental fue el cerdo y el nivel de significación se fijó en el 5%.

El procedimiento experimental fue supervisado y aprobado por el Comité de Bioética del CSIC y la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

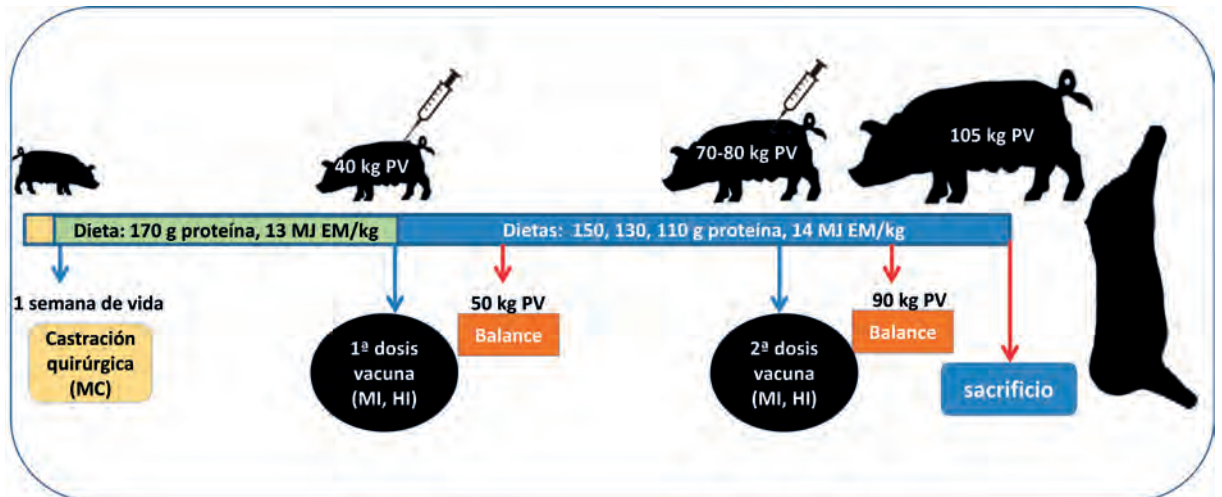


Figura 1. Esquema del diseño experimental de los ensayos realizados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los animales mostraron un comportamiento dentro de la normalidad a lo largo del estudio, excepto dos de ellos que dejaron de comer la dieta ofrecida y fueron retirados del ensayo. Al inicio del estudio los grupos experimentales presentaron un peso medio similar: 43,1, 41,9 y 41,2 kg para los grupos MIC, MQC y HIC, respectivamente ($P > 0,05$). También fue similar el peso medio de los grupos según la dieta experimental recibida: 42,1, 42,2 y 41,9 kg para las dietas que contenían 150, 130 y 110 g proteína/kg materia seca, respectivamente ($P > 0,05$).

El análisis de los resultados obtenidos indica que no se produjeron diferencias relevantes en cuanto a los parámetros de crecimiento o en el rendimiento de los componentes de la canal relacionadas con la concentración proteica de la dieta (Figuras 2, 3 y 4; $P > 0,05$). El peso medio de sacrificio fue $106 \pm 1,4$ kg, sin diferencias entre los grupos experimentales: 109, 103 y 107 kg para los grupos MIC, MQC y HIC, respectivamente; y 107, 108 y 105 kg de peso vivo medio para los grupos alimentados con el nivel alto, intermedio y bajo de proteína dietética, respectivamente ($P > 0,05$).

Se encontraron diferencias en los parámetros productivos de los distintos grupos en relación al sexo. La ingesta diaria global fue ligeramente superior en el grupo de machos inmunocastrados respecto a las hembras inmunocastradas, y machos castrados quirúrgicamente ($P < 0,05$; Figura 2), a pesar de que todos los grupos tuvieron una ligera reducción de la ingesta voluntaria de alimento (un 10% del nivel ad libitum teórico). En este sentido, según las referencias disponibles en la bibliografía, se aprecian ingestas superiores en los cerdos machos inmunocastrados respecto a los castrados quirúrgicamente (Candek-Potokar et al., 2015), en línea con los resultados descritos. El grupo de machos inmunocastrados mostró también tasas de crecimiento superiores a las hembras inmunocastradas y machos castrados quirúrgicamente, que resultaron similares entre sí (Figura 3; $P < 0,001$). La eficiencia de conversión del alimento -expresada en g de ganancia de peso por g de ingesta- fue significativamente superior en el grupo de machos inmunocastrados (Figura 4; $P < 0,001$). Las respuestas en cuanto a índices productivos observadas en el grupo de machos inmunocastrados están en la línea de las descritas para cerdos de genotipo

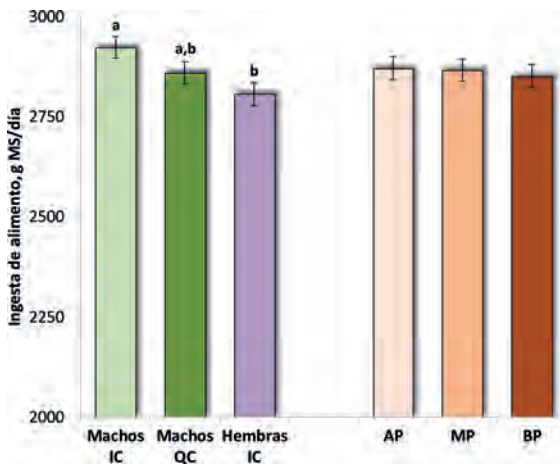


Figura 2. Ingesta media (g/día) de los grupos experimentales ensayados. Las columnas que presentan letras distintas (a,b,c) difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$). Las siglas IC y QC indican animales inmunocastrados o castrados quirúrgicamente, respectivamente; mientras que AP, MP, y BP hacen referencia al contenido en proteína de la dieta (150, 130 y 110 g proteína bruta/kg de dieta, respectivamente).

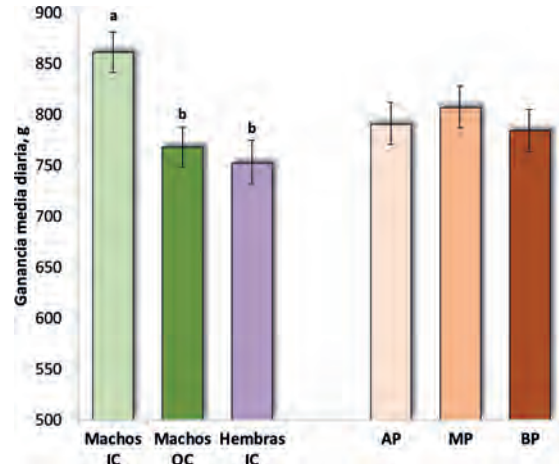


Figura 3. Ganancia media (g/día) de los grupos experimentales ensayados. Las columnas que presentan letras distintas (a,b,c) difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$). Las siglas IC y QC indican animales inmunocastrados o castrados quirúrgicamente, respectivamente; mientras que AP, MP, y BP hacen referencia al contenido en proteína de la dieta (150, 130 y 110 g proteína bruta/kg de dieta, respectivamente).

convencional, en los que este tipo de animales presenta mayor tasa de crecimiento y de eficiencia de utilización del alimento respecto a los cerdos castrados quirúrgicamente (Millet et al., 2011; Batorek et al., 2012; Dunshea et al., 2013). En este sentido, el mayor potencial de crecimiento de los cerdos inmunocastrados cuando se comparan con los castrados quirúrgicamente parece ser una respuesta común tanto en genotipos convencionales como en cerdos grasos. Hay que resaltar que es de esperar que estos índices productivos más favorables en los animales inmunocastrados se deban sobre todo a la fase que transcurre entre la primera y segunda dosis de la vacuna, en la que los animales se comportan como si fuesen enteros. Tras la segunda vacunación es previsible que disminuya su potencial de crecimiento, según se describe en la bibliografía. En nuestro caso la respuesta descrita, como se ha indicado anteriormente, es la del periodo global, hasta el sacrificio. Por otra parte, aunque hay poca información en la bibliografía sobre los parámetros productivos en hembras inmunocastradas, parece que

estas presentan un potencial de crecimiento inferior al que registran los machos inmunocastrados (Elsbernd et al., 2015).

No se observaron diferencias en el peso final de la canal entre los grupos experimentales ($85,5 \pm 0,5$ kg), aunque los machos inmunocastrados presentaron menor rendimiento de la canal al compararlos con los machos castrados quirúrgicamente y las hembras inmunocastradas (77,0, 79,2 and 78,8 %, respectivamente, $P < 0,001$). En los machos inmunocastrados se obtuvieron mayores proporciones de lomo, solomillo y cabezada de lomo. Estas tres piezas magras representaron conjuntamente un 8,5, 7,4 and 7,5% del peso total de la canal para los grupos MIC, MQC y HIC, respectivamente ($P < 0,001$). Sin embargo, no se detectaron diferencias en las proporciones de jamón, paleta y grasa dorsal entre grupos ($P > 0,05$).

En líneas generales, las respuestas descritas para el grupo de machos Ibéricos inmunocastrados están

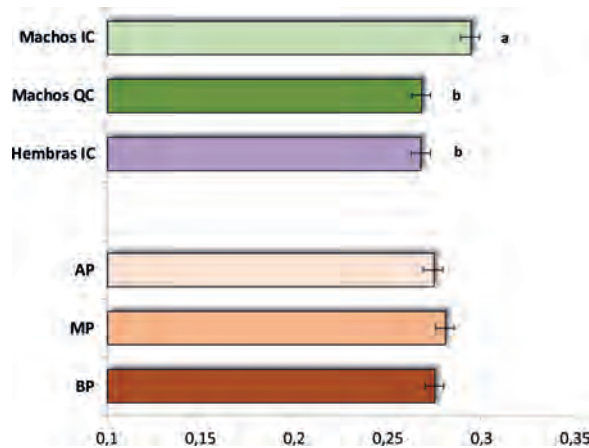


Figura 4. Valores medios de eficiencia de utilización del alimento (g ganancia peso/g ingesta) obtenidos en los grupos experimentales ensayados. Las columnas que presentan letras distintas (a,b,c) difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$). Las siglas IC y QC indican animales inmunocastrados o castrados quirúrgicamente, respectivamente; mientras que AP, MP, y BP hacen referencia al contenido en proteína de la dieta (150, 130 y 110 g proteína bruta/kg de dieta, respectivamente).

en consonancia con los estudios de la bibliografía que describen menor rendimiento en la canal y mayores piezas magras en los animales convencionales inmunocastrados respecto a los castrados quirúrgicamente (Batorek et al., 2012; Dunshea et al., 2013). Nuestros resultados están en la línea de los del estudio reciente de Martínez-Macipe et al., (2016) realizado en cerdos Ibéricos de la línea Valdesequera, sacrificados a 150 kg de peso aproximadamente, en el que se incluyen hembras y machos inmunocastrados y machos castrados quirúrgicamente. A pesar de las diferencias en el peso vivo de los animales y en los protocolos de vacunación empleados entre nuestro estudio y el de Martínez-Macipe et al., estos autores encuentran semejanza entre las características de la canal de hembras inmunocastradas y machos castrados quirúrgicamente, distintas a su vez de las que presenta el grupo de machos inmunocastrados, en consonancia con los resultados de este trabajo.

El nivel proteico de la dieta apenas afectó a las características de la canal. En los animales alimentados con el nivel proteico más bajo, se obtuvo un mayor rendimiento de la canal ($P < 0,05$) y una tendencia a un menor tamaño relativo del jamón al compararlos con los que recibieron un aporte medio o alto de proteína en la dieta ($P=0,07$).

Los resultados obtenidos hasta la fecha en los experimentos realizados nos indican que no hay diferencias relevantes en parámetros de crecimiento, ni en las características de la canal al incrementar el nivel proteico de la dieta en los cerdos machos y hembras inmunocastrados, aunque el grupo de machos inmunocastrados presenta mejores índices productivos globales que el resto de grupos experimentales. A medida que avancen los resultados que se están obteniendo en el proyecto, con datos sobre parámetros metabólicos y de expresión génica, podremos dilucidar el papel que la inmunocastración puede jugar en el crecimiento y desarrollo de tejido magro en el cerdo Ibérico y en otras razas autóctonas.

AGRADECIMIENTOS

El proyecto TREASURE está financiado por la Unión Europea en el marco del programa Horizonte 2020 (proyecto número 63447). El contenido de este artículo refleja únicamente la visión de los autores y la agencia ejecutiva de investigación no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí contenida.



Referencias bibliográficas

- Barea R, Nieto R, Aguilera J F (2007). Effects of the dietary protein content and the feeding level on protein and energy metabolism of pigs growing from 50 to 100 kg body weight. *Animal* 1: 357-365.
- Batorek N, Candek-Potokar M, Bonneanu M, van Milgen J (2012). Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal* 6: 1330-1338.
- Candek -Potokar M, Škrlep M, Zamaratskaia G, (2017). Immunocastration as alternative to surgical castration in pigs, *Theriogenology*, Payan Carreira R. (Ed.), *InTech*, DOI: 10.5772/intechopen.68650.
- Candek-Potokar M, Batorek N, Labussiere E (2015). Immunocastration in pigs. *Proceedings of the 4th International Congress on New Perspectives and Challenges of Sustainable Livestock Production* (ed. Milan M. Petrovic, Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, Serbia), pp. 324-335.
- Conde-Aguilera JA, Aguinaga MA, Aguilera JF, Nieto R (2011). Nutrient and energy retention in weaned Iberian piglets fed diets with different protein concentrations. *Journal of Animal Science* 89: 754-763.
- Dunshea FR, Allison JRD, Bertram, M, Boler DD, Brossard L, Campbell R, Crane JP, Hennessy DP, Huber L, de Lange C, Ferguson N, Matzat P, McKeith F, Moraes PJ, Mullan BP, Noblet J, Quiniou N, Tokach M (2013). The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: a review. *Animal* 7: 1769-1778.
- Elsbernd AJ, Stalder KJ, Karriker LA, Patience JF (2015). Comparison among gilts, physical castrated, entire males, and immunologically castrated in terms of growth performance, nitrogen and phosphorous retention, and carcass fat iodine values. *Journal of Animal Science* 99: 5702-5710.
- Fernández-Fígares I, Lachica M, Nieto R, Rivera-Ferre MG, Aguilera JF (2007). Serum profile of metabolites and hormones in obese (Iberian) and lean (Landrace) growing gilts fed balanced or lysine deficient diets. *Livest. Sci.* 110: 73-81.
- Gómez-Fernández J, Hocajada S, Tomás C, Gómez-Izquierdo E, de Mercado E (2013). Efecto de la inmunocastración y de la castración quirúrgica sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal en cerdas Ibéricas y de cebo. *Información Técnica Económica Agraria*, 109: 33-48.
- Lebret B (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal* 2: 1548-1558.
- Martínez-Macipe M, Rodríguez P, Izquierdo M, Gispert M, Manteca X, Mainau E, Hernández FJ, Claret A, Guerrero L, Dalmau A (2016). Comparison of meat quality parameters in surgical castrated versus vaccinated against gonadotrophin-releasing factor male and female Iberian pigs reared in free-ranging conditions. *Meat Science*, 111: 116-121.
- Millet S, Kwinten G, De Brabander D, Janssens GPJ (2011). Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. *Animal* 5: 1119-1123.
- National Research Council, NRC (2012). *Nutrient Requirements of Swine*. 11th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA.
- Nieto R, Lara L, Barea R, García-Valverde R, Aguinaga MA, Conde-Aguilera JA, Aguilera JF (2012). Response analysis of the pig growing from birth to 150 kg body weight to changes in protein and energy supply. *Journal of Animal Science* 90: 3809-3820.
- Nieto R, Lara L, Barea R, García-Valverde R, Conde-Aguilera JA, Aguilera JF (2013). Growth of body components and carcass composition of Iberian pigs of 10 to 150 kg body weight as affected by the level of feeding and dietary protein concentration. *Journal of Animal Science* 91: 4197-4207.
- Rivera-Ferre MG, Aguilera JF, Nieto R (2005). Muscle fractional protein synthesis is higher in Iberian than in Landrace growing pigs fed adequate or lysine-deficient diets. *Journal of Nutrition* 135: 469-478.