

## DIFERENCIAS EN EL CONTENIDO MUSCULAR DE HIERRO, COBRE Y CINCO ENTRE DOS GENOTIPOS PORCINOS: IBÉRICO Y LANDRACE × LARGE WHITE

Palma-Granados, P., Haro, A., Nieto, R., Lara, L., Aguilera, J. F. y Seiquer, I.  
Departamento de Fisiología y Bioquímica de la Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Camino del Jueves, 18100, Armilla, Granada, España.  
iseiquer@eez.csic.es

### INTRODUCCIÓN

Los minerales traza, como el hierro, cobre y cinc, son esenciales para el organismo, al estar implicados en aspectos importantes de producción, función inmune, resistencia a enfermedades y promoción del crecimiento. Los ingredientes tradicionales de las dietas para porcino, como la cebada y la soja, no contienen normalmente niveles adecuados para cubrir las necesidades minerales de los animales, por lo que la suplementación mineral es una práctica habitual en su producción. Ahora bien, los minerales traza, especialmente el Cu y el Zn, se excretan en gran medida (hasta en un 90% de la ingesta) al medio ambiente con los consecuentes problemas de contaminación que esto puede suponer, por lo que su adición a las dietas del ganado está estrictamente controlada por la legislación (EC, 1334/2003).

Por estos motivos, y por sus especiales implicaciones en la producción y bienestar animal, el estudio de los requerimientos de minerales traza en el ganado porcino debería ser un tema importante entre los especialistas. Hoy día, dichos requerimientos están establecidos para el ganado porcino de forma general, sin hacer distinciones entre razas (FEDNA, 2013). Ahora bien, nuestro grupo de investigación ha puesto de manifiesto que, al menos en el caso de minerales mayoritarios como el calcio y el fósforo, las necesidades del cerdo Ibérico son sensiblemente inferiores a las de los cerdos convencionales, más magros (Nieto et al., 2008). Poco se sabe respecto a las necesidades en elementos traza para los distintos genotipos porcinos, pero es posible que también existan diferencias. Algunos autores han sugerido que las necesidades en microminerales de las razas porcinas más magras podrían ser superiores a las de las razas menos magras, ya que han observado un contenido mineral superior en su carne (Wiseman y Mahan, 2010). De hecho, se ha sugerido que el desarrollo muscular, debido a su mayor retención mineral, podría ser utilizado para predecir las necesidades minerales. Como primera aproximación para el estudio de estas necesidades, se propone determinar en el presente trabajo si existen diferencias en el contenido muscular de Fe, Cu y Zn en dos genotipos porcinos de diferente contenido magro (Ibérico y Landrace × Large White) alimentados con dietas de idéntico contenido mineral.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó de acuerdo con la legislación española de bienestar animal y tras obtener la correspondiente autorización del Comité de Bioética del CSIC.

Un total de 16 animales (8 Ibéricos puros, IB, y 8 Landrace × Large White, LDW) estuvieron implicados en el ensayo. Se alojaron en parques individuales (2 m<sup>2</sup>) situados en naves con temperatura controlada (20 ± 1°C) y fueron alimentados con dietas isoenergéticas (14 MJ EM/kg de materia seca) que diferían en el contenido en proteína bruta (PB): 13% (dieta A) o 17% (dieta B) (n=4/raza), formuladas para cubrir los requerimientos proteicos de cada uno de los genotipos, IB y LDW, respectivamente (Nieto et al., 2002). La composición de las dietas experimentales se ofrece en la Tabla 1. El nivel de alimentación se restringió al 80% de la ingesta *ad libitum* de cerdos IB, ajustando dicha ingesta semanalmente, en función del peso de los animales (Nieto et al., 2002). Alcanzados aproximadamente los 115 kg de peso, los cerdos fueron sacrificados por desangrado previa electronarcosis. Dentro de los 15 min siguientes al sacrificio, se tomaron muestras de los músculos *longissimus dorsi* (LD) y *biceps femoris* (BF) de la semicanal derecha, se les recortó la grasa intermuscular visible, se envasaron al vacío y se conservaron a -20°C hasta el momento de ser analizados.

En la determinación de la composición mineral se siguió el método oficial 985.35 de la AOAC (1999). Todos los análisis se realizaron por triplicado. Las determinaciones de Fe, Cu y Zn se llevaron a cabo por espectrofotometría de absorción atómica en un espectrofotómetro Perkin Elmer Analyst 700 (Norwalk, CT, EEUU), previa incineración de las muestras en horno a 450°C hasta la obtención de cenizas blancas. Se prepararon diferentes patrones a partir de ampollas de Tritisol (Merck, Darmstadt, Germany) de Fe (FeCl<sub>3</sub> in 15 % HCl, 1000 mg Fe), Cu (CuCl<sub>2</sub> in H<sub>2</sub>O, 1000 mg Cu) y Zn (ZnCl<sub>2</sub> in 0.06 % HCl, 1000 mg Zn)

y, para comprobar la exactitud de los análisis, se utilizaron patrones externos certificados (Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium): hígado bovino en el caso de Cu y Zn (BCR 185R) y pan integral para el Fe (BCR 191). Todas las determinaciones estuvieron dentro de los márgenes establecidos en dichos patrones.

Se calculó el contenido total en cenizas (expresado en %) y el contenido de Fe, Cu y Zn (en mg de mineral por kg de músculo en materia fresca). El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante un ANOVA de dos vías, que incluyó el genotipo (IB y LDW) y la dieta (A y B) como factores, y su interacción, seguido del test de Duncan para establecer diferencias significativas (al nivel del 5%). Los cálculos se realizaron con el StatGraphics Centurion XV, versión 15.2.06, StatPoint Inc.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del contenido en cenizas y en elementos traza en los músculos analizados en el presente ensayo se ofrecen en la Tabla 2.

No se observaron diferencias en la cantidad total de cenizas entre los genotipos para ninguno de los dos músculos, y tampoco hubo variaciones en función de la dieta consumida por los animales. Así, la cantidad total de materia mineral fue en todos los casos ligeramente superior al 1%, datos muy parecidos a los encontrados por otros autores en músculos de cerdos blancos y ligeramente superiores al 0,8% encontrado en el IB (Galián-Jimenez, 2007). Ahora bien, el genotipo sí afectó de manera significativa al contenido de Fe ( $p < 0.05$ ) y de Zn ( $p < 0.001$ ) en ambos músculos, siendo superiores los valores encontrados en el IB respecto al LDW. En el caso del Fe, además, se observó un efecto significativo de la dieta ( $p < 0.05$ ), siendo inferior el contenido férrico en los cerdos IB que consumieron la dieta de mayor contenido proteico, hecho que se repitió en ambos músculos. En la raza LDW no se observaron estas diferencias. La concentración de Cu no se vio afectada ni por el genotipo ni el nivel de proteína de la dieta.

Se ha descrito que los requerimientos minerales no sólo vienen determinados por la edad y el peso del cerdo, sino también por el mayor o menor desarrollo del tejido magro a lo largo del crecimiento, ya que se han observado contenidos minerales mayores en la carne de cerdos más magros respecto a los menos magros (Wiseman y Mahan, 2010). Sin embargo, las concentraciones musculares de elementos traza en el IB, un cerdo eminentemente graso, fueron mayores que en una raza más magra, al menos para el caso de Fe y Zn, lo que indica que la deposición de estos microminerales está ligada al genotipo. El alto contenido en hierro de la carne de cerdos IB confirma datos bibliográficos previos (Ventanas et al., 2006) y se debe a los mayores niveles de mioglobina derivados de una alta concentración de fibras oxidativas en esta raza. El exceso de proteína, por otra parte, tiene un efecto reductor en la deposición muscular de Fe en el genotipo IB, lo que reafirma la importancia de ajustar la composición de la dieta a las necesidades de cada raza (Nieto et al., 2008).

Por tanto, las características particulares de cada raza porcina, entre ellas su potencial de crecimiento y de desarrollo magro, deberían ser tenidas en cuenta para establecer sus necesidades minerales, especialmente de elementos traza, como indican las diferencias manifiestas en el contenido de estos micronutrientes observadas en los músculos de los animales del presente ensayo

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1999. Official methods of analysis, 16 ed, Arlington, VA, EEUU.
- FEDNA. 2013. Fundación española para el desarrollo de la nutrición Animal, Madrid, España.
- Galián Jimenez, M. 2007. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia
- Nieto, R., Miranda, A., García, M.A. & Aguilera, J.F. 2002. Br. J. Nutr. 88: 39-49.
- Nieto, R., Seiquer, I. & Aguilera, F.J. 2008. Lives. Sci. 116: 275-288.
- Ventanas, S., Ventanas, J., Jurado, A. & Estévez, M. 2006. Meat Sci. 73: 651-659.
- Wiseman, T.G. & Mahan, D.C. 2010. J. Anim. Sci. 88: 3337-3350.

**Agradecimientos:** Nuestro agradecimiento a las empresas Sánchez Romero Carvajal Jabugo (Sevilla) y Jodral Gutiérrez SA (Córdoba). Este trabajo ha sido financiado por el MICINN (proyecto referencia AGL2011-25360).

**Tabla 1.** Ingredientes de las dietas experimentales<sup>1</sup> utilizadas (en %).

	Dieta A	Dieta B
Cebada	96,1	85,0
Harina de soja	0,00	11,1
CIH. L-Lisina	0,53	0,52
L-Treonina	0,13	0,13
DL-Metionina	0,04	0,06
Sal común	0,50	0,50
Carbonato de calcio	0,30	0,25
Fosfato dicálcico	2,20	2,20
Corrector mineral/vitamínico <sup>2</sup>	0,30	0,30

<sup>1</sup> Dieta A: 13% PB, dieta B: 17% PB; <sup>2</sup> Proporciona (por kg de dieta) 80mg Fe, 6 mg Cu y 60 mg Zn, entre otros nutrientes.

**Tabla 2.** Efecto del genotipo y del nivel de proteína de la dieta<sup>1</sup> en el contenido muscular de Fe, Cu y Zn (mg/kg) en cerdos<sup>2</sup> sacrificados a los 115 kg de peso.

Genotipo	LDW		IB		EEM	Valor de P			
	Dieta	A	B	A		B	G	Dieta	G × D
<i>L. dorsi</i>									
Cenizas (%)		1,17	1,12	1,09	1,12	0,022	0,262	0,886	0,219
Fe		8,00	7,26	15,53	8,71	0,858	0,022	0,047	0,101
Cu		1,71	1,45	1,12	1,35	0,141	0,228	0,918	0,432
Zn		13,07	13,45	19,26	18,75	0,296	0,000	0,921	0,411
<i>B. femoris</i>									
Cenizas (%)		1,15	1,14	1,14	1,15	0,014	0,981	0,982	0,560
Fe		9,64	10,15	17,51	9,90	0,796	0,033	0,045	0,024
Cu		1,42	1,57	1,33	1,56	0,116	0,830	0,419	0,877
Zn		17,71	18,07	28,57	28,93	0,847	0,000	0,836	0,997

<sup>1</sup> Dieta A: 13% PB, dieta B: 17% P.

<sup>2</sup> LDW: Landrace × Large White, IB: Ibéricos puros.

## VARIABILITY IN THE CONTENTS OF IRON, COPPER AND ZINC IN MUSCLES FROM TWO PROCINE BREEDS: IBERIAN AND LANDRACE × LARGE WHITE

**ABSTRACT:** Trace elements (i.e. Fe, Cu and Zn) are essential for maintaining important physiological processes, and dietary requirements in pigs should be carefully established. As a valid approximation to study trace mineral needs, an experiment was conducted to analyse the content of Fe, Cu and Zn in muscles from two porcine genotypes. Sixteen pigs (8 Iberian, IB, and 8 Landrace × Large White, LDW) were used. They were fed isoenergetic diets (14 MJ/Kg DM) containing either 130 or 170 g CP/kg DM, to match protein requirements of each breed (4 pigs/genotype and CP level). The pigs were sacrificed at 115 kg LW, and samples of *longissimus dorsi* and *biceps femoris* muscles were obtained. Fe and Zn concentration in muscles was significantly influenced by genotype, being higher among IB pigs. A significant effect of dietary protein was observed in the IB group, as pigs fed with higher protein levels had lower values of Fe in both muscles. Cu content was not affected by genotype or diet. These results indicate that deposition of trace minerals, such as Fe and Zn, is under genetic control, and support the importance of meat from IB pigs as a good source of Fe and Zn.

**Keywords:** Iberian pigs, trace minerals, iron, zinc.