INFLUENCIA DEL APORTE DE FÓSFORO EN LA DIETA DE CERDOS HEMBRA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS METACARPOS EVALUADAS MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Sousa[1], R., Brun[1], A., Lizardo[2], R., Gispert[1], M., Esteve[2], E., Soler[3], J. y Font-i-Furnols[1], M.
[1] IRTA-Monells, Finca Camps i Armet, 17121 Monells, Girona. raquel.marques@irta.cat
[2] Mas de Bover, Ctra de Reus-El Morell km 4,5, 43120 Constantí, Tarragona.
[3] IRTA-Monells, Veïnat de Sies, 17121 Monells, Girona.

INTRODUCCIÓN

El fósforo (P) es un elemento esencial que debe formar parte de la alimentación y que, a pesar de estar presente en las materias primas de origen vegetal contenidas en las dietas, es poco disponible. Dietas bajas en P, así como una inadecuada relación Ca:P y/o bajas en vitamina D pueden ser la base de los problemas de aplomos y cojeras por una disminución de la resistencia ósea (Crenshaw *et al.*, 1981). La utilización de dietas bajas en P, muchas veces rozando el límite de la deficiencia, o el riesgo de posibles interacciones con otros nutrientes de la dieta (iones bivalentes, tales como Ca^{2+} o Zn^{2+}) puede acarrear una disminución del rendimiento y de la calidad de la carne (Kongsro, 2013) y/o afectar negativamente la mineralización ósea (Varley *et al.*, 2011). Las necesidades de P que optimizan el crecimiento del cerdo no son equivalentes a las que optimizan la resistencia ósea y esto puede tener consecuencias cuando no se suministran alimentos diferenciados a cerdos de engorde y hembras futuras reproductoras. Estas últimas deberían tener una mayor resistencia ósea, y disponer de más reservas minerales para responder al mecanismo de depleción-repleción que sufrirán a lo largo de su vida reproductiva (Quinn, 2014).

La tomografía computarizada (TC) es una herramienta no invasiva basada en rayos X. Desde la década de 90, esta técnica se ha mostrado de gran utilidad para estudiar animales vivos o canales y determinar la composición corporal (Font-i-Furnols *et al.*, 2009, 2015 esta ref. no aparece en la lista). Los rayos X se atenúan más o menos según la densidad del tejido que atraviesan y a partir de estos valores de atenuación y mediante algoritmos de reconstrucción se obtiene una imagen del interior del cuerpo del animal en la que los diferentes tonos de gris se asocian a diferentes densidades expresados en valores Hounsfield. Cuanto mayor el valor de Hounsfield, mayor es la densidad.

El objetivo del presente trabajo es utilizar la TC para determinar las características de los metacarpos de cerdos hembra cuando alimentadas con dietas con diferentes niveles de P.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron un total de 48 cerdos hembras de la genética Large White x Landrace que se distribuyeron en 4 tratamientos alimenticios diferentes (12 cerdos cada uno). Se suministró un pienso durante el período de engorde (50 - 80 kg de peso vivo (PV)) y otro durante el periodo de finalización (de los 80 kg PV hasta el sacrificio a 120 kg). Las dietas eran isoproteicas (14,1% y 13,5% para el engorde y la finalización de todos los tratamientos, respectivamente) e isoenergéticas (2.363 kcal/kg y 2.370 kcal/kg para ambos periodos, respectivamente). La diferencia en la dieta entre los 4 tratamientos se basó fundamentalmente en la variación de los porcentajes de fosfato bicálcico y carbonato cálcico, que resultó en diferentes niveles de Ca y P, y en la adición de fitasas (Tabla 1).

Los cerdos fueron sacrificados al peso objetivo de 120 kg en el matadero del IRTA-Monells, donde se extrajeron los metacarpos de la mano izquierda. Los huesos fueron escaneados con el TC de GE HiSpeed Zx/i en el IRTA-CENTA de Monells. Las condiciones de adquisición fueron 140 kW, 145 mA, 10 mm de grosor, helicoidal a 1s, reconstrucción STD+. A partir de la zona central de los metacarpos, y mediante el programa VisualPork, se determinó el área total del hueso y el área de hueso compacto (Figura 1 izquierda) y se obtuvieron los valores de atenuación de los rayos X (Hounsfield) relacionados con la densidad (mayor valor, mayor densidad). A continuación, se realizó el test de rotura con el

texturómetro (TA HD-Plus, Stable Micro Systems Ltd, Surrey, Reino Unido) para evaluar la resistencia de los metacarpos (Figura 1 derecha). El análisis de los datos se realizó mediante el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU). Se rutilizó el procedimiento PROC GLM considerando el modelo estadístico que incluía la dieta como efecto fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la evaluación de los metacarpos con el texturómetro y el TC. Se puede observar que no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros estudiados. En el caso del metacarpo 3, los valores de carga máxima fueron superiores a los del metacarpo 4, indicando que probablemente el metacarpo 3 es más duro. Por lo que respecta a la densidad, evaluada por los valores de Hounsfield y a las áreas del hueso, estas fueron parecidas entre ambos metacarpos. Los resultados obtenidos no son similares a los encontrados en otros trabajos realizados en condiciones parecidas a las del presente experimento (Létourneur-Montminy, *et al*., 2014; Ryan *et al*., 2011), ya que en ellos se encontró que una disminución del P en la dieta disminuía la densidad mineral ósea, el área y el volumen de los metacarpos y que la adición de fitasas a dietas bajas en P mejoraba estas características.

Estas diferencias pueden ser debidas a la genética usada, ya que algunos estudios muestran que la respuesta a la deficiencia del P en la dieta está afectada por la genética (Alexander, *et al*., 2008, 2010). Otras razones podrían ser las condiciones de alimentación seguidas en el presente trabajo.

Por lo tanto, podemos concluir que las dietas y las condiciones de alimentación del estudio no han afectado la calidad de los huesos, indicando que, en estas condiciones, una dieta como el control negativo (P0) es suficiente para garantizar la correcta mineralización ósea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alexander, L.S., *et al*., 2008. J Anim Sci 86: 2585-2595. • Alexander, L.S., *et al*., 2010. J Anim Sci 88: 1009–1016. • Crenshaw, T.D., *et al*. 1981. J Anim Sci 52: 1319-1329. • Font-i-Furnols, M., *et al*. 2015. Animal 9: 166-178. • Font i Furnols, M., *et al*. 2009. Chemom Intell Lab Syst 98: 31-37. • Kongsro, J. 2013. Open J Anim Sci 3: 254-260. • Létourneau-Montminy, M. P., *et al*., 2014. J Anim Sci 92: 3914-3924. • Quinn, A. 2014. Limb health in pigs: The prevalence and risk factors for lameness, limb lesions and claw lesions in pigs, and the influence of gilt nutrition on indicators of limb health. PhD,University of Warwick, Coventry, Reino Unido. • Ryan, W. F., *et al*., 2011. Livest Sci 138: 89-95. ● Varley, P.F., *et al*. 2011. Anim Feed Sci Tech 165: 201-209.

Agradecimientos: El proyecto ha sido financiado por el INIA a través del proyecto INIA RTA2013-00040-00-00. A INIA también se le agradece la beca FPI otorgada a Raquel Marques de Sousa. Se agradece el trabajo de los técnicos Albert Fontquerna, Agustí Quintana y Albert Rossell y también del doctorando Xin Luo.

Tabla 1. *Niveles en fósforo, calcio y fitasa de las dietas.*

		C0	P0	P1	P2
Engorde	Ca (g/kg)	6,5	5,5	5,5	5,5
	P (g/kg)	5,4	4,3	4,3	4,3
	Pdigestible (g/kg)	2,5	1,62	1,62	1,62
	Fitasa (%)	-----	-----	0,01	0,02
Finalización	Ca (g/kg)	5,9	4,85	4,85	4,85
	P (g/kg)	5,25	4,033	4,033	4,033
	Pdigestible (g/kg)	2,3	1,3	1,3	1,3
	Fitasa (%)	-----	-----	0,01	0,02

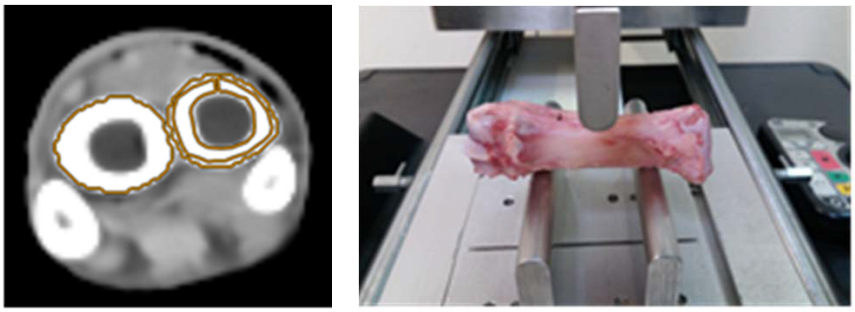


Figura 1. *Medidas de los metacarpos con el programa VisualPork (izquierda); test de rotura de los metacarpos con el texturómetro (derecha).*

Tabla 2. *Medias por mínimos cuadrados de las características de los huesos evaluadas con el texturómetro y con el tomógrafo según la dieta (ver Tabla 1).*

	C0	P0	P1	P2	RCME	Valor P
Metacarpo 3						
Carga máxima (kgf)	206	255	201	220	48	0,05
Área total (cm^2)	2,27	2,42	2,45	2,37	0,24	0,36
Área cortical (cm^2)	1,10	1,21	1,16	1,24	0,16	0,25
Promedio HU	597,15	551,24	557,05	558,95	63,38	0,36
Metacarpo 4						
Carga máxima (kgf)	178	197	193	190	3	0,64
Área total (cm^2)	2,22	2,37	2,29	2,26	0,20	0,36
Área cortical (cm^2)	1,07	1,16	8,85	1,21	14,25	0,48
Promedio HU	592,81	543,14	530,90	568,51	107,40	0,55

RCME: raíz cuadrada del cuadrado medio del error; Promedio HU: valor Hounsfield medio del área cortical

INFLUENCE OF DIETARY PHOSPHORUS INTAKE IN FEMALE PIGS ON METACARPOS CHARACTERISTICS ASSESSED BY COMPUTED TOMOGRAPHY

ABSTRACT: Phosphorus is an important mineral in the diet because it can affect bone characteristics. The aim of the present work was to determine the characteristics of the metacarpus of gilts fed diets with different P and phytase levels by means com computed tomography. For this purpose, 48 gilts were distributed into 4 treatment groups (C0, P digestible (Pdig) 2.5 g/kg; P0 with Pdig 1.62 g/kg; P1 with Pdig 1.62 g/kg and 0.01 % of phytase; and P2 with Pdig 1.62 g/kg and 0.02% of phytase). At 120 kg target body weight pigs scanned with computed tomography (CT) equipment GE HiSpeed Zx/I, then they were slaughtered and metacarpus III and IV were extracted. The shear force was determined with a texturometer. From CT images the total area and the cortical area of the centre of the bone was measured as well as the density (in Hounsfield values) of the cortical area. Results show not significant differences between treatments in any of the parameters evaluated, indicating that, in the conditions of this experiment, the P levels of the diet did not affect at the bone characteristics.

Keywords*:* Pigs, Metacarpos, Phosphorus, CT.