

EFFECTO DE LA FUENTE Y NIVEL DE COBRE EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y ESTATUS MINERAL EN LECHONES DESTETADOS

Villagómez-Estrada¹, S., Solà-Oriol¹, D., van Kuijk², S., Melo-Durán¹, D. y Pérez¹, J.F.

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.

²Trouw Nutrition R&D, 3800 AG Amersfoort, Utrecht, Holanda

Email: sandra.villagomez@outlook.es

INTRODUCCIÓN

Los minerales traza, como el cobre (Cu) y el zinc (Zn), son esenciales en todas las formas de vida debido a su participación en varios procesos fisiológicos como la activación enzimática, la respuesta endocrina e inmune, y el metabolismo de carbohidratos y grasas (Olivares & Uauy, 1996; Suttle, 2010). El NRC (2012) sitúa los requerimientos mínimos, de Cu y Zn en lechones destetados, en 6 mg/kg y 100 mg/kg, respectivamente. Sin embargo, tradicionalmente, las dietas de lechones han incluido dosis más elevadas de Cu (200-250 mg/kg) y Zn (2.000-3.000 mg/kg) por sus efectos positivos en el crecimiento (Jongbloed *et al.*, 2011), control de microbiota intestinal (Pieper *et al.*, 2012) e integridad intestinal (Fry *et al.*, 2012). No obstante, esta inclusión excesiva puede reducir la disponibilidad de otros nutrientes en la dieta (Pang & Applegate, 2007), incrementar su excreción al medio ambiente y generar co-resistencia hacia otros antimicrobianos (EFSA FEEDAP Panel, 2016). Actualmente, el nivel máximo permitido de Cu para lechones hasta las 4 semanas posterior al destete es de 150 mg/kg, con una subsecuente reducción a 100 mg/kg (5-8 semanas) (EUR-Lex, 2018). En este contexto, resulta interesante evaluar fuentes minerales alternativas que permitan mantener niveles productivos aceptables pero sin afectar al medio ambiente y al estado nutricional animal. El sulfato de Cu y Zn es la fuente más utilizada en dietas para cerdos. Se caracteriza por una alta solubilidad en agua y soluciones ácidas (Park & Kim, 2016) que posiblemente incrementen su interacción con fitatos y otros minerales. Por otra parte, los hidroximinerales tienen una estructura cristalina formada por enlaces covalentes y una lenta solubilidad en el tracto gastrointestinal (Cohen & Steward, 2014). El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de dos niveles de cobre, a través de la inclusión de sulfato de cobre pentahidratado y de hidroxiclورو de cobre, en el rendimiento de los lechones post destete y la concentración mineral en órganos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Al destete, un total de 528 lechones ([Large White x Landrace] x Pietrain) de 21 días de edad y peso promedio de 5,8 kg (DS = 1,15 kg) fueron distribuidos, en base a su peso inicial, en 48 corrales (11 lechones/corral). Los corrales fueron asignados a 4 tratamientos en un diseño factorial de 2 x 2, con bloques al azar. Los factores principales comprendieron dos fuentes minerales: sulfato de Cu pentahidratado e hidroxiclورو de Cu, con dos niveles de inclusión: 15 ppm y 160 ppm. La inclusión de Zn en cada tratamiento se mantuvo en concordancia con la respectiva fuente. Como desafío, los animales fueron alojados en corrales sucios, provenientes de una crianza anterior. Durante el estudio se registraron los parámetros productivos y a su finalización un animal de cada corral fue sacrificado para evaluar la concentración mineral en hígado y tibia. La unidad experimental fue el corral y cada tratamiento estuvo representado en 12 réplicas. El periodo experimental comprendió dos fases de alimentación: pre-inicial (0-14 días) e inicial (14-42 días). El análisis de la varianza de los datos fue efectuado mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® (versión 9.4, SAS Institute; Cary, EEUU). La normalidad y homogeneidad de los datos fueron examinados a través de los test estadísticos Shapiro-Wilk y Hovtest de SAS®. La concentración de Cu en hígado exhibió heterogeneidad, por lo que fue transformada logarítmicamente. La significación estadística fue declarada a una probabilidad $P \leq 0,05$ y la tendencia a $P \leq 0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interacción entre la fuente y el nivel mineral utilizado no afectó los parámetros de peso corporal (Tabla 1), consumo y ganancia diaria de peso en las dos etapas estudiadas (datos

no mostrados). Únicamente, el índice de conversión (IC) durante la fase inicial (14-42 d; $P=0,01$) y en la totalidad del estudio (0-42 d; $P=0,004$) fue significativamente diferente (Tabla 1). Considerando la totalidad del ensayo, el IC de los animales alimentados con sulfato a alto nivel no fue diferente del mostrado por los animales alimentados con hidroxiclورو a ambos niveles. En cuanto al análisis de factores principales, no hubo diferencias significativas entre fuentes utilizadas. No obstante, el ensayo mostró que alimentar con una dosis alta de cobre aumenta el peso corporal de los animales (16,57 vs 17,72 kg). Otras fuentes minerales han demostrado ser igual de eficientes que el sulfato (Quelatos: Coffey *et al.*, 1994; Bunch *et al.*, 1965).

Tabla 1. Efecto de la fuente y nivel de cobre en el peso corporal e índice de conversión en lechones destetados¹.

Fuente	Nivel Cu (mg/kg)	Peso corporal (kg)		Índice de conversión		
		d 14	d 42	d 0-14	d 14-42	d 0-42
Sulfato	15	7,0	16,6	1,70	1,41 ^{ab}	1,45 ^b
	160	7,4	18,0	1,38	1,30 ^a	1,31 ^a
Hidroxiclورو	15	7,1	16,5	1,51	1,36 ^{ab}	1,38 ^{ab}
	160	7,4	17,5	1,30	1,45 ^b	1,41 ^{ab}
<i>SEM</i> ²		0,074	0,282	0,095	0,037	0,029
Sulfato		7,2	17,3	1,54	1,35	1,38
Hidroxiclورو		7,2	17,0	1,40	1,40	1,39
<i>SEM</i>		0,052	0,199	0,067	0,026	0,020
	15	7,0 ^b	16,6 ^b	1,60 ^b	1,38	1,41 ^b
	160	7,4 ^a	17,7 ^a	1,34 ^a	1,37	1,35 ^a
<i>SEM</i>		0,052	0,199	0,067	0,026	0,020
<i>P-valor</i> ³						
Fuente		0,398	0,256	0,165	0,192	0,643
Nivel		<,0001	0,0002	0,008	0,676	0,045
Fuente*nivel		0,311	0,441	0,542	0,011	0,004

¹ Valor medio de 12 corrales. ² Error estándar de la media. ³ a-b: Valores dentro de la misma columna con distinta letra difieren significativamente ($P < 0,05$).

Con respecto a la concentración de Cu y Zn en el hígado (Tabla 2) no se evidenció el efecto de la interacción de los factores principales. Sin embargo, la concentración de Zn en la tibia fue significativamente mayor en los animales alimentados con hidroxiclورو a dosis alta que en aquellos alimentados con sulfato a la misma dosis (277,4 vs 256,1 mg/kg; $P=0,044$). Las concentraciones de Cu en hígado fueron más elevadas para los tratamientos con hidroxiclورو que con sulfato, con independencia del nivel añadido. Las mayores concentraciones del hidroxiclورو podrían respaldar los efectos positivos de sus características moleculares, como se ha evidenciado en otras especies animales (Spears *et al.*, 2004; Olukosi *et al.*, 2018).

En conclusión, la alimentación de lechones destetados con niveles de 160 ppm de Cu, con independencia de la fuente utilizada, resultó en un aumento significativo de peso y concentraciones minerales en los tejidos. Estos resultados van en concordancia con los niveles recientemente aprobados por la Comisión Europea, permitiendo disminuir los residuos minerales en el purín con niveles productivos aceptables.

Tabla 2. Efecto de la fuente y nivel de cobre en la concentración de cobre y zinc en tejidos de lechones destetados.

Fuente	Nivel Cu (mg/kg)	Hígado (mg/kg)		Tibia (mg/kg)
		Cu ¹	Zn	Zn
Sulfato	15	1,52 (29,6)	193,6	258,4 ^{ab}
	160	1,81 (66,5)	230,8	256,1 ^b
Hidroxiclورو	15	1,63 (46,2)	203,4	258,7 ^{ab}
	160	1,97 (98,5)	238,3	277,4 ^a
SEM ²		0,058	14,425	5,507
Sulfato		1,67 ^b (48,0)	212,2	257,2 ^b
Hidroxiclورو		1,80 ^a (72,3)	220,8	268,0 ^a
SEM		0,039	9,892	3,561
<i>P</i> valor ³				
Fuente		0,024	0,532	0,040
Nivel		<,0001	0,012	0,115
Fuente*nivel		0,676	0,935	0,044

¹ Transformación logarítmica 10 de la concentración de Cu en hígado. Valores en paréntesis muestran datos no transformados. ² Error estándar de la media. ³a-b: Valores dentro de la misma columna con distinta letra difieren significativamente ($P < 0,05$).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bunch, R. *et al.* 1965. *J. Anim. Sci.* 24: 995-999. • Coffey, R. *et al.* 1994. *J Anim Sci.* 72: 2880-2886. • Cohen, J. & Steward, F.A. 2014. *AFMA Matrix.* 23: 45-49. • EFSA FEEDAP Panel. 2016. *EFSA J.* 14(8): 4563. • Fry, R. *et al.* 2012. *J Anim Sci.* 90: 3112-3119. • Jongbloed, A.W. *et al.* 2011. *Wageningen UR Lives Res Report* 483: 4-12. • NRC 2012. *Nutrient Requirements of Swine: 11th Revised Ed.* 6: 226-227. • Olivares, M., & Uauy, R. 1996. *Am J Clin Nutr.* 63: 791-796. • Olukosi, O. *et al.* 2018. *Poult Sci.* 97: 3891-3898. • Pang, Y. & Applegate, T.J. 2007. *Poult Sci.* 86: 531-537. • Park, C., & Kim, B. 2016. *J Anim Sci.* 29: 1608-1615. • Pieper, R.W. *et al.* 2012. *J Anim Physiol Anim. Nutr.* 96: 825-833. • Spears, J.W. *et al.* 2004. *Anim Feed Sci Tech.* 116: 1-13. • Suttle, N.F. 2010. *Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition.* 255: 293.

EFFECT OF SOURCE AND COPPER LEVEL ON PRODUCTIVE PERFORMANCE AND MINERAL STATUS ON WEANED PIGLETS

ABSTRACT: Trace minerals such as copper (Cu) and zinc (Zn) are essential in all forms of life. Traditionally, pig diets include excessive levels of Cu (200-250 ppm) and Zn (2000-3000 ppm). However, due to its negative effects, the maximum level of 150 ppm was approved in Europe. The present study evaluated the inclusion of Cu, as sulfate and hydroxychloride, at levels of 15 and 160 ppm in the performance and mineral concentration in tissues of weaned piglets. The data showed that feeding piglets with high dose of Cu produced a significant increase in body weight (16.6 vs 17.7 kg; $P=0.0002$), regardless of the source used. Similarly, the mineral concentrations in the tissues increased when the added dose was increased. In the performance parameters, no significant effect of the source was observed. However, animals fed with hydroxychloride source had highest concentrations of Cu in liver and Zn in tibia. In conclusion, feeding weaned piglets at 160 ppm of Cu, regardless of the source, resulted in a significant increase in weight and tissue mineral concentrations. These results are in accordance with the levels recently approved by the European Commission, allowing reducing the mineral residues in the slurry with acceptable production levels.

Keywords: copper, sulfate, hydroxychloride, piglets.