



# Aplicaciones del 25-0H-D<sub>3</sub> para mejorar el uso de calcio y fósforo en dietas para cerdas (I)

**María Alejandra Pérez<sup>1</sup>, Diego Braña<sup>2</sup>, José Antonio Cuarón<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y Salud Animal, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. México.

<sup>2</sup> Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal, INIFAP. México.

## Introducción

Una de las causas más importantes del desecho involuntario de las cerdas son los problemas estructurales (Knauer *et al.* 2006, 2007; Routten-Ramos y Deen, 2009) y se ha observado (Cervantes, 2009), que normalmente alrededor de un 8% de los cerdos en crecimiento muestran problemas en el esqueleto, lo que da lugar a pérdidas importantes de productividad. En consecuencia, por incertidumbre en el aporte y disponibilidad de nutrientes, es muy frecuente en la práctica que las recomendaciones excedan los requerimientos; en el caso del calcio (Ca), la situación se agrava, porque las fuentes de este elemento son ingredientes de bajo coste en la ración y porque es inevitable deducir que la fortaleza estructural está estrechamente relacionada con la mineralización de los huesos. El Cuadro 1 muestra algunas recomendaciones prácticas de niveles de Ca y fósforo (P) para cerdas en lactación en Estados Unidos y Latinoamérica, comparándolas con los requerimientos (GfE, 2010; NRC, 1998); al pie del cuadro se muestra el precio relativo de las dietas calculadas con una formulación lineal a mínimo costo, cuando sólo se modificaron las concentraciones de Ca y P (por ejemplo, con un mismo aporte del resto de los nutrientes).

Debido a la estructura de coste de las dietas, es indudable que el valor de P explica en gran

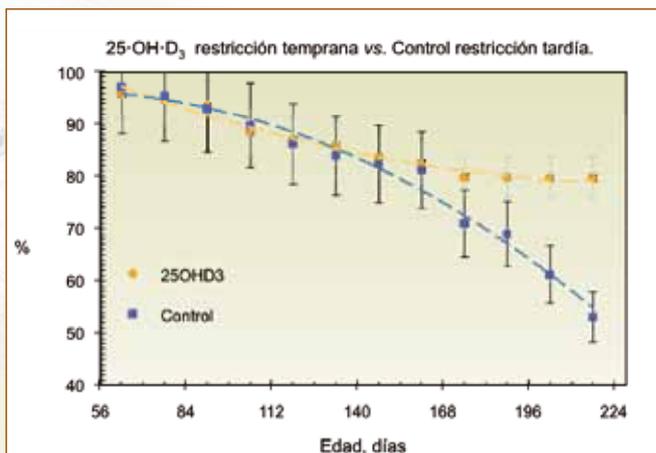


medida el cambio de los precios, pero también es cierto que mayores concentraciones de Ca diluyen la energía, demandando más grasa para mantener la concentración energética, lo que repercute negativamente en el coste de la dieta. Niveles elevados de Ca, además de diluir la energía, interfieren en su propia digestión y en la del P, con la absorción de zinc y con la actividad de las fitasas (Qian *et al.*, 1996; Johnston *et al.*, 2004; Stein *et al.*, 2011). Mientras que la inclusión de minerales por encima de los requerimientos no fortalece

**Cuadro 1.** Comparación de algunas recomendaciones de Ca y P para cerdas en lactación

	Niveles encontrados en formulación comercial						
	NRC	GfE*	A	B	C	D	E
Ca, %	0.75	0.65	0.80	0.90	0.95	1.05	1.10
P, %	0.60	0.45	0.64	0.70	0.75	0.78	0.70
P digestible, %	0.35	0.23	0.43	0.45	0.47	0.50	0.45
Relación Ca:P	1.25	1.45	1.25	1.29	1.27	1.35	1.57
Coste relativo, %	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04

\*Concentraciones analizables; sin considerar la "contribución" de fitasa.



**Figura 1.** Proporción de cerdas aptas para la reproducción según la calificación de la solidez estructural (>6 puntos, NSIF)

el esqueleto, un exceso de Ca y P en la dieta puede contribuir a la manifestación de cojeras por osteocondrosis, al calcificarse prematuramente la porción subcondral del hueso (se reduce la posibilidad de regeneración de los condrocitos) y puede conducir también a una osteoporosis compensatoria (Li *et al.* 2002; Jiliang *et al.* 2003).

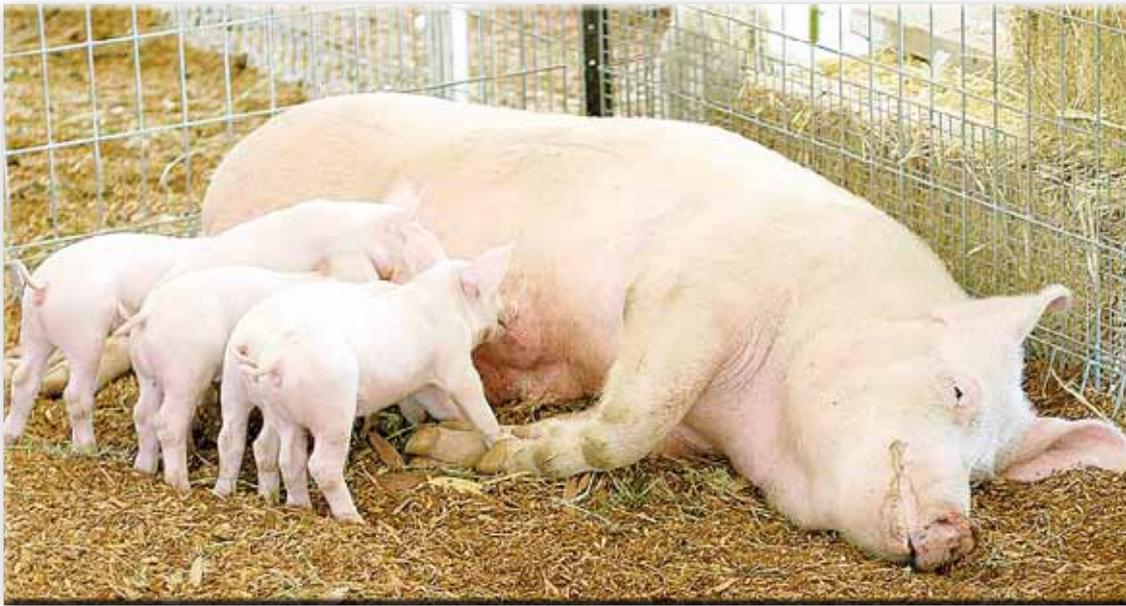
### Importancia de la Vitamina D y su forma

El hueso es un tejido vivo que crece y se modifica, que en el 90% es proteína (colágeno) y que tiene una obligatoria relación Ca:P, pero también Ca:N ya que las cenizas en el hueso



se mantienen en isometría con la proteína corporal (Hendriks y Moughan, 1992), mientras que la homeostasis del Ca se mantiene por fenómenos de absorción, reabsorción y resorción en los que la Vitamina D juega un papel central (Kolek *et al.*, 2005; DeLuca, 2009; Crenshaw *et al.*, 2010), de tal forma que las consecuencias de una deficiencia de Vitamina D no pueden corregirse por la adición de Ca o P a la dieta (Rortvedt *et al.*, 2011). En clínica, es común que la fragilidad ósea se prevenga for-





taleciendo las concentraciones de Ca y P, pero es atípico que se diagnostiquen deficiencias de vitamina D. Aun cuando los requerimientos de Vitamina D<sub>3</sub> se han mantenido por debajo de las 250 UI/kg durante más de 50 años (Kim y Lindemann, 2007), en la producción comercial de cerdos, los niveles adicionados de esta vitamina se aproximan a los límites más altos (2,000 UI/kg de alimento), establecidos quizá por temor a toxicidad. Sin embargo, cada vez son más frecuentes hallazgos a la necropsia que pueden asociarse a una deficiencia de colecalciferol (Vitamina D; Rortvedt et al., 2011; observaciones de campo).

Los efectos de la Vitamina D van más allá del hueso; son en esencia un factor de diferenciación celular (que induce a muerte celular de las células indiferenciadas), cuya forma activa, 25-hidroxi-colecalciferol, después de la hidroxilación hepática del colecalciferol, es el precursor inmediato de la forma hormonal de la vitamina, el calcitriol o 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. En clínica humana se ha identificado que deficiencias marginales de vitamina D, son un factor de riesgo para una gran variedad de enfermedades sistémicas, entre otras, desórdenes del sistema nervioso, algunas formas de cáncer, alteraciones de la función de la insulina y fallos del sistema inmune ([www.vitamindcouncil.org](http://www.vitamindcouncil.org)), razón por la que el estado nutricional debe medirse por la concentración plasmática del principio activo, el 25-OH-D<sub>3</sub>. Niveles de éste por debajo de 50 ng/ml de plasma sanguíneo se consideran insuficientes para man-

tener la salud y el bienestar de los individuos (Hollis, 2005). En cerdos hay poca información, pero el trabajo de Lauridsen et al. (2010) es revelador: cuando las dietas de cerdas incluyeron hasta 2,000 UI de vitamina D<sub>3</sub>/kg de alimento, los niveles plasmáticos de 25-OH-D<sub>3</sub> no llegaron a los 30 ng/ml; cuando se alimentaron las cerdas con 25-OH-D<sub>3</sub> (Rovimix Hy<sup>®</sup>D<sub>3</sub>, DSM Nutritional Products), con el equivalente de 1,400 UI de vitamina D<sub>3</sub>/kg (35 µg/kg de 25-OH-D<sub>3</sub>), se lograron niveles plasmáticos que excedieron la concentración crítica de 50 ng/mL. Esto indica que los estándares nutricionales de vitamina D deben revisarse y que la forma en la que ésta se provea sea una consideración de mayor importancia.

Atendiendo a las oportunidades identificadas para el uso de 25-OH-D<sub>3</sub> en dietas para cerdos, se llevaron a cabo una serie de experimentos que concluyeron en la necesidad de usar esta

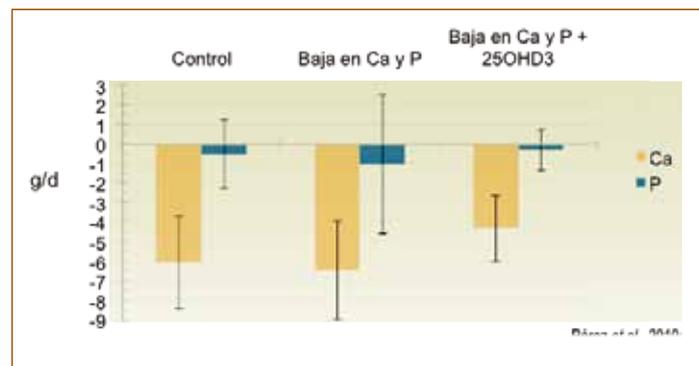


Figura 2. Balance de Ca y P de cerdas primíparas en lactación.



forma de vitamina D en la producción industrial de cerdos, casos en los que se ensayó una dosificación de Rovimix Hy<sup>®</sup>D de 4 g/tonelada de pienso, equivalente a 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de 25-OH-D<sub>3</sub> o 2,000 UI de vitamina D<sub>3</sub>, además de unos niveles de colecalciferol de aproximadamente 1,800 UI/kg, con lo que se podría alcanzar en el plasma sanguíneo cerca de 100 ng/ml de 25-OH-D<sub>3</sub> (aproximadamente al 50% del nivel mínimo de toxicidad). Con cerdas en crecimiento y orientado a la producción de cerdas de reposición (Gabriel, et al., 2009), se logró aumentar la eficacia de las cerdas con fines reproductivos (Figura 1). Durante la lactación (Pérez et al., 2010) se mantuvo normal el equilibrio de Ca y P, aun cuando los niveles de Ca se redujeron en un 58%, desde una concentración convencional de 9.5 g/kg para cerdas primíparas (Figura 2).

Para las cerdas en crecimiento (Gabriel et al., 2009) la adición de 25-OH-D<sub>3</sub> a la dieta se inició el día 56 de vida; los niveles de Ca y P en la dieta se ajustaron a las recomendaciones del NRC (1998) en ocho fases de alimentación, hasta el día 140 de vida como promedio, cuando se incrementaron a (Ca) 6.2, (P) 6.1 y (P digestible) 1.9 g/kg de alimento, manteniéndose esta dieta hasta la inseminación. Entre otros criterios de respuesta, la fortaleza estructural y la movilidad de las cerdas se calificaron en intervalos de 28 días (Figura 1) basadas en las re-

comendaciones del *National Swine Improvement Federation* (NSFI, <http://www.nsf.com/guide/APPENDA.HTM#o2>). El efecto de la adición de 25-OH-D<sub>3</sub> a la dieta se observó después del día 168 de vida, cuando los animales se reagruparon para el inicio del manejo reproductivo; las peleas por el establecimiento de jerarquías y las condiciones de los pisos (hormigón con 7% de pendiente) indujeron a claudicaciones. La única variable que pudo asociarse a esta respuesta fue la menor prevalencia de osteoblastos en la porción distal del fémur, alrededor del día 120 de vida en las cerdas del grupo control que se sacrificaron para estudiar el esqueleto (n = 22).

En los trabajos citados, además de la mejora de la fortaleza estructural por el 25-OH-D<sub>3</sub>, no se notaron efectos en la productividad de los animales, pero las conclusiones finales deben hacerse con una proyección a la totalidad de la vida productiva. Por este motivo, se decidió iniciar ensayos con la aplicación de los principios desarrollados, para involucrar a poblaciones en las que se cuantificara la productividad y vida productiva apropiadamente. Los resultados que se presentarán en el próximo número corresponden a un programa para cerdas en lactación (Experimento 1) y otro para crecimiento de cerdas de reposición (Experimento 2), mostrando los resultados más inmediatos de la evaluación.