

## EFFECTOS DEL NIVEL DE PROTEÍNA Y FIBRA DE LA RACIÓN SOBRE LA EMISIÓN DE GASES (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O Y CH<sub>4</sub>) EN CERDAS LACTANTES

Medina, I., Álvarez-Rodríguez, J., Seradj, A.R., Morazán, H., Balcells J. y Babot, D.  
Departament Producció Animal. Universitat de Lleida. Av. Rovira Roure 191. 25198 Lleida  
E-mail: jalvarez@prodan.udl.cat

### INTRODUCCIÓN

La cerda reproductora afronta una elevada demanda de nutrientes derivada de su creciente productividad. Durante la lactación, se produce un desfase entre su capacidad de ingestión de alimento y las necesidades asociadas a la producción de leche, que conlleva una movilización de nutrientes desde las reservas corporales hacia esta función fisiológica. Por ello, las raciones en esta fase tienen una elevada concentración de energía y proteína, lo que puede reducir la digestibilidad y/o eficiencia de utilización de las mismas (Theil et al., 2004) e incrementar la emisión de gases nocivos para la salud y/o el medio ambiente (BREF, 2003). Una de las estrategias para reducir la excreción de nitrógeno (N) consiste en combinar un incremento de la calidad de la proteína (mediante la incorporación de aminoácidos sintéticos) y así reducir los niveles de proteína bruta (PB), junto con un incremento en el aporte de fibra digestible (FND) para mejorar el tránsito intestinal y modificar el patrón de excreción del nitrógeno de la orina a las heces (Morgan y Whittemore, 1988). En este ensayo, se planteó la hipótesis de que la combinación de niveles de proteína reducidos y fibra elevada permitirían reducir la emisión de gases (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>) sin penalizar los resultados productivos de cerdas lactantes.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 8 cerdas primíparas híbridas (Landrace x Duroc Blanco) x Large-White (PIC Improvement Company, Cheshire, Reino Unido), alojadas individualmente desde la semana previa al parto (12,9±4,5 mm grasa subcutánea en P2) en salas de maternidad con ambiente controlado (20-25 °C). Tras el parto y una vez equilibradas las camadas (9,8±0,7 lechones) las cerdas se distribuyeron al azar en 4 dietas isoenergéticas (89,3% materia seca, MS; 3000 kcal EM/kg) con concentraciones de lisina total similares (0,95-1%) pero con dos niveles de PB (control, 15% vs. bajo, 12%) y fibra neutro-detergente (FND) (control, 18% vs. alta, 22%) siguiendo un diseño factorial 2 x 2 cruzado en cuadrado latino en 4 bloques al azar (36 días de lactación, 9 días de duración por fase). Cada periodo experimental constó de una fase de adaptación a la dieta (6 días) y una fase de medidas (3 días). Los piensos fueron formulados con aminoácidos sintéticos (L-lisina, L-treonina y L-triptófano) para cubrir los requerimientos nutricionales y el equilibrio de proteína ideal.

El primer día de lactación se ofrecieron 3 kg de pienso/cerda, y se adaptó posteriormente la oferta de pienso al consumo (+0,5 kg/día), hasta un máximo de 7 kg. Las dietas se ofrecieron mezcladas con agua (2:1), en 3 raciones/día (9, 13 y 18 h). Las cerdas tuvieron acceso de agua suplementaria *ad libitum*. Los lechones recibieron hierro dextrano (Dextrafer-200, Laboratorios Syva, León, España) y coccidiostático (Tratol, Pfizer Salud Animal, Alcobendas, España) en el 5º día de edad y se les suministraron 75 g/lechón al día de pienso iniciador (19,5 %PB, 1,4% lisina total, 6,2% grasa) en la 3ª fase (a partir del día 19 de lactación) y 200 g/lechón al día del mismo pienso en la 4ª fase.

Se controló diariamente durante la lactación el consumo de cada cerda a partir del peso del pienso ofrecido y rehusado. Se tomaron muestras (50 g) de alimento ofrecido (1 vez/semana) y rechazado (1 vez/día) para determinar su MS en estufa a 60 °C con ventilación forzada hasta peso constante. Así mismo, se midió diariamente el consumo de agua a través de contadores volumétricos individuales. Durante el periodo de medidas al final de cada fase (días 6 a 9), los animales se alojaron en cámaras de respiración individuales (1,85 m ancho x 2,2 m largo x 2 m altura inferior) que contaban con un sistema de ventilación forzada con un flujo de aire (79,5±4,1 m<sup>3</sup>/h) programado para mantener la temperatura entre 22-25 °C y la humedad relativa entre 55-65%. En dichas cámaras se alojaron simultáneamente madres y lechones y éstas permitían a su vez la recogida conjunta del purín [heces+orina]. Al inicio y final del periodo de medida de cada fase, se midió el peso vivo (PV) y el espesor de grasa subcutánea lumbar (P2) de cada cerda y el PV de sus lechones. Así mismo, se recogió diariamente el purín excretado y se midió *in situ* pH y conductividad eléctrica (CE) (MM40; Crison Instruments S.A., Alella, España).

La concentración ambiental de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{CH}_4$  en las cámaras se determinó en los últimos 2 días de cada fase, con un equipo de fotoacústica (1412 Photoacoustic Field Gas-Monitor, Innova Airtech Instruments Type 7300, Ballerup, Dinamarca). El aire expulsado se muestreó de forma continua (16 ml/s; calibrados mediante Alltech Associates Inc., Illinois, EEUU.) mediante una bomba peristáltica (Model Minipuls 3, Gilson Inc, WI, EEUU), conectada a bolsas de plástico inertes que se vaciaron y muestrearon cada 3 h [de 9 am a 9 h pm] y 12 h [de 9 pm a 9 am]. La emisión de las deyecciones se midió en cámaras dinámicas [2 l, 0,05 m<sup>2</sup>] conectadas a un circuito de aire impulsado por una bomba peristáltica calibrada para un flujo constante (0,3 ml/s) donde se recogió en las bolsas de plástico herméticas, el muestreo fue análogo a las cámaras de respiración. La cantidad de purín incubado en las cámaras dinámicas fue proporcional a su producción diaria (cerda + lechones/kg) y la superficie de recogida (4,07 m<sup>2</sup>). La emisión (unidades; g/día) se estimó a partir del producto de la concentración (g/m<sup>3</sup>) por el caudal de aire (m<sup>3</sup>/día).

Los datos se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS (versión 9.1., SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU), mediante un análisis de varianza que consideró como efectos fijos el nivel de proteína (normal vs. bajo) y de fibra (normal vs. alto), el bloque (lote 1 vs. lote 2) y sus interacciones dobles, y como efecto aleatorio la cerda.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cerdas alimentadas con la dieta control (niveles normales de PB y FND) mostraron mayores niveles de consumo que el resto (6,3 vs. 5,7±0,2 kg MS/día, P<0,05). Sin embargo, esto no se tradujo en diferencias en el peso o el espesor de grasa dorsal de las cerdas, que no se vieron afectados por el nivel de PB o FND de la dieta (181,2±5,2 vs. 176,3±5,0 kg, 8,9±0,6 vs. 8,4±0,6 mm, a inicio y fin de cada periodo experimental, P>0,10). Así mismo, el nivel de PB y de FND no afectó al consumo de agua de las cerdas (17,5±2,5 l/día, P>0,10). La ganancia media diaria de los lechones cuyas madres consumían la ración control en PB fue superior a los de aquellas que ingirieron las raciones con bajas concentraciones de PB (303 vs. 220±8 g/día, P=0,01), mientras que los lechones de las cerdas que consumían las raciones control en FND tendieron a ganar más peso que los de aquellas que ingirieron las raciones con elevadas concentraciones de FND (270 vs. 253±8 g/día, P=0,07).

La excreción de purín fue superior en las dietas control en PB que en las bajas en PB (2,52 vs. 2,07±0,2 kg MS, P=0,05), mientras que en nivel de FND no afectó a la cantidad de purín excretado (2,3±0,2 kg MS, P>0,10). En la misma línea, el pH del purín de aquellas cerdas que consumían las raciones control en PB fue superior al de aquellas que consumieron las que contenían una baja concentración en PB (7,3 vs. 6,3±0,3, P<0,05), aunque no se apreciaron diferencias asociadas al nivel de FND (6,8±0,3, P>0,10). La conductividad eléctrica (CE) del purín, como un índice de la concentración de macronutrientes del purín (Moral et al., 2005), fue inferior en las cerdas alimentadas con la dieta de baja concentración en PB y alta en FND que en el resto de raciones (10,8 vs. 13,8±1,2 dSU/m, P<0,05). La temperatura del purín no se vio alterada por el nivel de PB o de FND de la ración (19,9±0,5 °C, P>0,10).

En relación a la emisión entérica (ambiente) de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{CH}_4$ , únicamente la emisión de  $\text{NH}_3$  se redujo (P<0,10) al reducirse la concentración de PB de la ración. Esta respuesta confirmaría los valores registrados en cerdos de engorde con una metodología similar (Morazán et al., 2013). La emisión de gases del purín (cámaras de incubación dinámicas) mostró variaciones asociadas con el nivel de PB y con la FND de la ración (Tabla 1). Así, el purín de los animales que ingirieron las raciones con una menor concentración de PB mostraron una mayor emisión de  $\text{NH}_3$  (P<0,10) y  $\text{N}_2\text{O}$  (P<0,001) que los purines provenientes de las raciones con un nivel PB control, mientras que los purines de aquellos animales que ingirieron las raciones con una elevada concentración de FND emitieron menos metano (P<0,001). Estos resultados no confirmarían la relación positiva entre ingestión de PB y emisión de  $\text{NH}_3$  (Portejoie et al., 2004) o entre fibra y metano (Jarret et al., 2012). Sin embargo, en incubaciones de purín realizadas a corto plazo, no se registraron variaciones en las emisiones de  $\text{NH}_3$  procedentes de raciones de características bromatológicas diferenciadas (Hernández et al., 2011), o en las condiciones de temperatura naturales de almacenamiento del purín en las fosas de deyecciones. En este sentido, Otto et al. (2003) indicaron que la reducción de la emisión de  $\text{NH}_3$  sería únicamente detectable cuando se reduce el nivel de PB de la ración hasta el óptimo de utilización del nitrógeno

ingerido. La emisión de gases procedente de las deyecciones fue irrelevante (entre el 0,13% del total para el caso del NH<sub>3</sub> y el N<sub>2</sub>O y el 0,92% del total en el caso del CH<sub>4</sub>). Probablemente, la recogida diaria no permitió la fermentación anaeróbica de la materia orgánica del purín que da lugar a una considerable producción de CH<sub>4</sub>, que puede llegar a representar el 25% de la emisión total en sala cuando el período de almacenamiento de las deyecciones es de 7 días (Morazán et al., 2013).

Los efectos de la PB y la FND de la dieta no interactúan en la emisión de gases (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>). La reducción del nivel de PB fue más efectiva que el incremento de FND para modificar la emisión de gases entérica en cerdas lactantes.

**Agradecimientos:** Trabajo financiado por el proyecto CICYT AGL 2010-20820. A.R. Seradj disfruta de una beca AGAUR FI-DGR 2013.

**Tabla 1.** Emisión de total gases entéricos (g/día; cámara respiración) y en las deyecciones (mg/día; cámaras de incubación dinámicas) procedentes de cerdas lactantes alimentadas con raciones formuladas con diferentes niveles de proteína bruta (PB) y fibra neutro-detergente (FND).

	PB		FND		Error estándar	Nivel de significación	
	Normal	Baja	Normal	Alta		PB	FND
<b>Ambiente (camaras de respiración)</b>							
NH <sub>3</sub>	1,40 <sup>a</sup>	1,11 <sup>b</sup>	1,37	1,14	0,15	0,07	NS
N <sub>2</sub> O	0,85	0,91	0,98	0,78	0,26	NS	NS
CH <sub>4</sub>	14,11	13,54	14,37	13,28	1,68	NS	NS
<b>Purín (cámaras de incubación dinámicas)</b>							
NH <sub>3</sub>	1,31 <sup>b</sup>	2,05 <sup>a</sup>	1,88	1,48	0,27	0,06	NS
N <sub>2</sub> O	0,46 <sup>b</sup>	1,65 <sup>a</sup>	1,27	0,84	0,36	***	NS
CH <sub>4</sub>	137,4	118,3	169,6 <sup>a</sup>	86,1 <sup>b</sup>	16,0	NS	***

Letra distinta en el mismo factor y fila indica diferencias significativas (P<0,10). La interacción entre PB y FND no afectó significativamente a ningún parámetro (P>0,10).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREF. 2003. EU Commission, Spain • Hernández, F., Martínez, S., López, C., Megías, M.D., López, M. & Madrid, J. 2011. *Animal* 5(8): 1290-1298 • Jarret, G., Cerisuelo, A., Peu, P., Martínez, J. & Dourmad, J.Y. 2012. *Agric. Ecosys. Environ.* 160: 51-58 • Moral, R., Perez-Murcia, M.D., Perez-Espinosa, A., Moreno-Caselles, J. & Paredes, C. 2005. *Waste Management* 25: 719-725 • Morgan, C.A. & Whittemore, C.T. 1988. *Anim. Feed Sci. Technol.* 19: 185-189 • Morazán, H., Seradj, A.R., Contreras, D., Medina, I., Álvarez-Rodríguez, J., Babot, D. & Balcells, J. 2013. *AIDA* (en prensa) • Otto, E.R., Yokoyama, M., Hengemuehle, S., Bermuth, R.D., van Kempen, T. & Trottier, N.L. 2003. *J. Anim. Sci.* 81: 1754-1763 • Portejoie, S., Dourmad, J.Y., Martinez, J., & Lebreton, Y. 2004. *Liv. Prod. Sci.* 91: 45-55 • Theil, P.K., Jørgensen, H. & Jakobsen, K. 2004. *Liv. Prod. Sci.* 89: 265-276.

#### EFFECTS OF PROTEIN AND FIBRE LEVEL ON GASEOUS EMISSION (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O AND CH<sub>4</sub>) FROM LACTATING SOWS

**ABSTRACT:** Eight primiparous lactating sows were used to assess the effect of protein (15 vs. 12% CP) and fibre (18 vs. 22% NDF) levels on gas emissions (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O AND CH<sub>4</sub>) in a factorial crossed-over design (36 days of lactation, 9 days each phase). Sows provided 15% CP and 18% NDF showed greater feed intake than the rest (P<0.05), but their live-weight and backfat thickness did not differ among treatments (P>0.10). Only environmental NH<sub>3</sub> emission was reduced by decreasing dietary CP level (P<0.10) while N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> were least affected (P>0.10).

**Keywords:** swine, feed, diet, intake, slurry, environment.