

CUANTIFICACIÓN DE LA EMISIÓN DE CH₄, N₂O Y NH₃ EN GANADO PORCINO DE CEBO: EFECTO DEL NIVEL DE DE PROTEÍNA Y FIBRA DE LA RACIÓN

Morazán, H., Seradj, A.R., Contreras, D., Medina, I., Álvarez-Rodríguez, J., Babot, D., Balcells, J.

Departament de Producció Animal ETSEA, Universitat de Lleida. 25198 Lleida. España.
E-mail: balcells@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

La producción intensiva de ganado porcino en España se concentra en determinadas zonas geográficas y su desarrollo conlleva un impacto relevante a nivel medioambiental. La producción y gestión de deyecciones es el problema más acuciante, aunque la toxicidad medioambiental de ciertos gases emitidos cobra cada día mayor relevancia (Flotats y Campos, 2001). Por su importancia podemos destacar la emisión de amoníaco (NH₃), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), cuyo impacto se relaciona directa o indirectamente con el efecto invernadero (Blanes-Vidal et al., 2008). El metano se genera en los procesos de fermentación anaeróbica de carbohidratos en los compartimientos digestivos (Jørgensen et al., 2011) mientras que la degradación de la urea urinaria y deficiencias en el proceso de nitrificación de las deyecciones son las responsables de la emisión de NH₃ y N₂O. En el presente trabajo se pretende cuantificar la emisión gaseosa en porcino (fase de cebo dividida en 3 periodos) y el impacto que, sobre dicha emisión, pueden ejercer algunas modificaciones en la composición de la ración (nivel de proteína y nivel de fibra).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron las instalaciones del CEP (Centre d'Estudis porcíns de Catalunya, Torrelameu s/n. Lleida) para albergar 64 híbridos Landrace x Large-White (Nucleus S.A.S, Le Rheu, Francia) (machos, distribuidos en cuatro módulos semi-emparrillados (16 animales/módulo) y éstos a su vez en 4 corrales (4 animales/corral). El período experimental (105 días) se dividió en tres fases de idéntica duración, 35 días (inicio el 27/3/2012), simulando el protocolo utilizado en granjas comerciales [Fase I (de 12 a 40 Kg); Fase II (41 a 70 Kg) y Fase III (71 a 105 Kg)]. Los cerdos de cada módulo recibieron raciones experimentales formuladas siguiendo las recomendaciones NRC (2012) en base a cereal, torta de soja como fuente de proteína bruta (PB) y pulpa de remolacha como fuente de fibra neutro-detergente (FND). Para cada fase experimental se formuló una ración control cuyos niveles de PB se redujeron progresivamente con la fase de crecimiento (18, 15,5 y 13,2% respectivamente para las fases I, II y III), y se utilizaron aminoácidos sintéticos (L-lisina, DL-metionina, L-treonina y L-triptófano) para cubrir los requerimientos nutricionales y el equilibrio de proteína ideal. Adicionalmente, en cada fase la ración control (CTR) se incrementó en un 2, 3,5 y 5%, respectivamente (Fase I, II y III) de PB (AP), de FND (AF) o de ambas (APAF). Semanalmente, se determinaron los ritmos de crecimiento a través de registros de peso individual, se registró la ingestión por corral (oferta-rehusado), mientras que la emisión de gases se cuantificó para cada módulo/fosa. Dentro de cada fase, 21 días se destinaron a la adaptación de los animales a las raciones experimentales y los últimos 14 a las determinaciones experimentales.

La emisión total (*Emisión en sala*) se determinó para cada módulo/fosa, que se gestionó como un compartimento estanco provisto de un sistema controlado de renovación de aire. Se estimó el flujo de aire a la entrada y salida (procedimiento AMCA, 1990) utilizando un anemómetro (Testo 425 tipo 5412983, Lenzkirch, Alemania) y se complementó con el muestreo continuo del aire de ambas fracciones, chimenea de extracción y entrada de aire. El muestreo se realizó mediante una bomba peristáltica (Gilson, Minipuls-3 Peristaltic Pump, SAS Francia; 16,5 ml/min [determinando el flujo mediante un medidor de flujo Digital Flow Check-HRTM Part No. 5700]) y el aire muestreado se almacenó en bolsas de material plástico inerte. La emisión se determinó durante 48 h consecutivas y se procedió al muestreo por duplicado de las bolsas cada 3 h a partir de las 9 am y cada 12 h a partir de las 9 pm. La cuantificación de la emisión de las deyecciones (*Emisión en fosa*), que se realizó de forma simultánea a la determinación de la emisión en sala, se realizó siempre tras 7 días de

almacenamiento del purín. La recolección de gases se realizó en campanas de flujo dinámicas [283 cm² Ø x 43 cm] con laterales semi-abiertos que permitían el intercambio del purín pero no de gases. Las campanas se ubicaron por duplicado en cada una de las fosas de deyecciones. El flujo de aire continuo (1 l/h o 3,5 ml/cm²/h) pretendió simular la ventilación natural de las deyecciones y se controló mediante la bomba peristáltica. El procedimiento de recogida de aire fue idéntico al descrito en la emisión en sala.

Determinaciones químicas: La cuantificación de los gases objeto del presente estudio se realizó mediante un analizador foto acústico estandarizado a 20 °C (INNOVA 1412 Photoacoustic Field Gas-Monitor Thermo). Los datos se analizaron como diseño en bloques al azar. El modelo incluyó: fase, nivel de proteína y fibra y sus interacciones como factores fijos, los días como medidas repetidas y los animales dentro de cada fase como efectos aleatorios. Los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SAS (SAS 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura y humedad relativa media [25,1±0,84, 23,3±2,5 y 27,1±3,1 (°C); 50,3±8,2, 60,9±8 y 58,9±17,8 (% HR) para Fase I, II y III, respectivamente] se sitúan en el rango descrito para esta zona y época del año. El flujo o renovación de aire (m³/h) registrado como promedio para cada período de muestreo (n=4; módulos) fue de 336±25, 586±49 y 1427±216, para fases I, II y III, respectivamente. Las emisiones se cuantificaron en las tres fases de crecimiento cuando los animales registraron un peso medio de (33, 66 y 102 kg en las Fases I, II y III, respectivamente), los ritmos de crecimiento (846, 1073 y 981 g/d para las Fase I, II y III) así como las ingestiones (1,48, 2,54 y 2,97 kg/d para FI, II y III) se sitúan en los rangos descritos para esta especie en condiciones comerciales de explotación. El efecto del tratamiento experimental sobre la emisión de total de gases (emisión en sala) y la procedente de las deyecciones (emisión en fosa) se resumen, de forma respectiva, en las Tablas 1 y 2. La emisión de NH₃ osciló entre 26,2 y 51,8 mg/kgPV^{0.75}, cuando la emisión diaria fue expresada en peso metabólico o por individuo (0,52 y 2,4 l/cerdo) y fue modificada de forma significativa por el tratamiento experimental. Así, la emisión de NH₃ (mg/kg PV^{0.75}/día) varió con la fase de cebo (24 vs. 47 y 50 para las fases II, I y III, respectivamente), incrementó con el nivel de proteína (48,7 vs. 33,3 para AP y BP, respectivamente) y tendió a disminuir (P<0,1) con el de fibra (32,2 vs. 49,9 para AF y NF, respectivamente). Adicionalmente, es necesario señalar que el efecto de los factores principales (Proteína y Fibra) no fueron constantes e interaccionaron de forma significativa con la fase de crecimiento (Tabla 1). La emisión de NH₃ de las deyecciones (0,3, 0,13 y 0,09 % de la emisión total, en las FI, II y III, respectivamente) fue irrelevante. La emisión diaria de CH₄ osciló entre los 134,0 a 283,4 mg/kg PV^{0.75} o entre los 4,1 y 13,9 l/animal/día. En este caso, la emisión en fosa (25 % de la emisión total) fue relevante y modificada por el tratamiento experimental. Si bien es cierto que la suplementación con fibra digestible (FND) incrementó la emisión total [incrementos porcentuales que variaron, respectivamente, entre el 14,6, 48 y 37% en relación a los registros de la ración CTR en las fases I, II y III respectivamente (P<0,05)], no obstante, cuando los valores se expresaron por unidad de PV^{0.75} las diferencias fueron prácticamente irrelevantes. La relación positiva entre la ingestión de fibra digestible y la emisión entérica de metano ha sido descrita previamente (Jørgensen et al., 2011). La emisión de CH₄ de las deyecciones incrementó con la fase de crecimiento (6,7, 15,0 y 41,3 mg/PV^{0.75} para las fases I, II y III, respectivamente) y dicha emisión interaccionó con el nivel de fibra de la ración (Interacción Fibra x fase; P<0,05), aún cuando éstas se expresaron en términos de PV^{0.75} (factor directamente relacionado con los niveles de ingestión voluntaria) (Tabla 2). Tras el destete se apreció un ligero efecto de la proteína sobre la emisión de CH₄ que fue desapareciendo paulatinamente con el desarrollo de los animales (Interacción Proteína x Fase, P<0,05). La emisión diaria de N₂O osciló entre los 0,03 a 0,38 mg/kg PV^{0.75} o entre los 2,1⁻⁴ a 6,8⁻³ l/animal/día, y no se apreció una relación positiva con la concentración de proteína en la ración. Contrariamente, la emisión de N₂O sí pareció relacionarse con la presencia o exceso de fibra digestible. Como sucedió con el amoníaco, la emisión de N₂O procedente de las deyecciones fue despreciable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• AMCA. 1990. Arlington Heights, Ill. Publication 203-90. • Blanes-Vidal, V., Hansen, M., Pedersen, S., Rom, H. 2008. Agric. Ecosyst. Environ. 124: 237-244. • Flotats, X., Campos, E. 2001. Retema 14 (81) 41-53. • Jørgensen, H., Theil, P., Bach, K. 2011. Planet Earth 2011. ISBN: 9533077338. • NRC. 2012. 11th Edition.

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

Tabla 1. Emisión (mg/kg PV^{0.75}/día) total en sala de NH₃, CH₄ y N₂O en cerdos en crecimiento determinado la emisión gaseosa en 3 fases (PV= 33, 66 y 102 kg)

Gas	Fase	Proteína (P)		Fibra (F)		Error estándar	Nivel significación				
		Alto	CTR	Alto	CTR		fase	P	F	P*fase	F*fase
NH ₃	F1	68,8 ^{a,x}	26,2 ^{b,y}	25,3 ^{b,y}	69,6 ^{a,y}	5,87	***	**	ns	***	***
	F2	26,5 ^y	22,0 ^y	23,1 ^y	25,4 ^y						
	F3	50,9 ^x	51,8 ^x	48,0 ^x	54,7 ^x						
CH ₄	F1	223,6	189,2	220,1	192,6	30,77	*	ns	ns	*	ns
	F2	162,2	170,8	198,9	134,0						
	F3	265,3	224,6	283,4	206,6						
N ₂ O	F1	5,9	2,8 ^y	2,7 ^y	5,9	4,22	***	*	*	ns	0,07
	F2	9,1	11,9 ^y	8,8 ^y	12,2						
	F3	16,4 ^b	37,9 ^{a,x}	34,5 ^x	19,8						

Tabla 2. Emisión (mg/kg PV^{0.75}/día) procedente de las deyecciones (Emisión en fosa) de NH₃, CH₄ y N₂O en cerdos en crecimiento determinado la emisión gaseosa en 3 fases

Gas	Fase	Proteína (P)		Fibra (F)		Error estándar	Nivel significación				
		Alto	CTR	Alto	CTR		fase	P	F	P*fase	F*fase
^s NH ₃	F1	16,2 ^x	10,4 ^x	10,4 ^x	16,2 ^x	1,52	***	ns	*	0,06	0,09
	F2	2,7 ^y	3,4 ^y	3,6 ^y	2,6 ^y						
	F3	4,1 ^y	4,8 ^{xy}	2,9 ^y	6,0 ^{xy}						
CH ₄	F1	11,8 ^y	1,6 ^z	2,9 ^z	10,6 ^y	2,82	***	ns	**	*	***
	F2	12,9 ^y	17,2 ^y	17,6 ^y	12,3 ^y						
	F3	38,9 ^x	43,9 ^x	31,8 ^{b,x}	50,1 ^{a,x}						
^s N ₂ O	F1	5,5 ^a	2,6 ^b	2,2 ^b	5,7 ^a	0,70	*	*	**	**	ns
	F2	2,7	4,0	2,7	4,0						
	F3	2,7	1,0	1,6	2,0						

^s: valores x10²; ESM: error estándar de la media; F: efecto fibra; P: efecto proteína; F*fase y P*fase: efecto interacción fibra y proteína por fase; ns= no significativo P>0,1; *= P<0,5; **= P<0,01; ***= P<0,001; ^{ab} Medias en misma fila para el efecto proteína o fibra con diferente subíndice difieren estadísticamente (P<0,05); ^{xyz} Medias en la misma columna con diferente subíndice difieren entre fases (P<0,05).

QUANTIFICATION OF CH₄, NH₃ AND N₂O EMISSION FROM GROWING-FINISHING PIGS: THE EFFECT OF PROTEIN AND FIBRE LEVELS IN THEIR RATION

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effect of the protein and fiber levels on the greenhouse gases emission from growing-finishing pigs and determining their origin (enteric or pit). 64 growing-finishing pigs were used in 3 phases of 35 days, fed 2 levels of protein and neutral-detergent fiber in each phase. The CH₄ emission from intensive commercial raising conditions varied from 0.2 to 0.3 l/kgPV^{0.75}/day, which 1.3 to 25% originate from pits. The increase in fiber level caused an increase in total CH₄ emission, which was 14.6, 48 and 37% compared to normal fiber level in the first, second and third phase of study, respectively. The protein level did not change total and pit CH₄ emission, and NH₃ emission from the pits as well as the fiber level did not affect the total N₂O emission. The N₂O originated from the pits did not reach more than 1% of their total emissions.

Keywords: greenhouse gases, ammonia, methane, nitrous oxide, gas emission.