

Resultados preliminares de un estudio de caracterización de purines de porcino obtenido en fosa bajo condiciones mediterráneas

Verónica Moset Hernández^{1,2,*}, María Cambra López², María del Carmen Beltrán², Vicente Javier Moya², Manuel Láinez^{1,2}, Antonio G. Torres²

¹Centro de Tecnología Animal - IVIA. Polígono de la Esperanza, 100. 12400 - Segorbe. Castellón.

²Instituto de Ciencia y Tecnología Animal - UPV. Camino de Vera, s/n. 46022 - Valencia.

* Autor de contacto: vmoset@ivia.es

Resumen

El conocimiento de la composición del purín recién excretado y en distintos momentos del ciclo productivo del animal es importante, ya que permite conocer de una manera más precisa la evolución que experimenta éste con el tiempo. Esto posibilitaría adecuar las estrategias de gestión y tratamiento del mismo desde una perspectiva temporal a cada tipo de explotación. El purín contiene una gran cantidad de flora bacteriana que lo degrada en función de su composición, de la duración del almacenamiento y de las condiciones ambientales. Existe bastante información sobre la composición de purines en balsa, sin embargo apenas existen datos sobre éstos en fosa. Es por ello que para identificar tanto la variabilidad en función del tipo de animal como sus características en el tiempo es interesante disponer de información obtenida en fosa. El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados de composición del purín de cerdos en granjas de la Comunidad Valenciana para estudiar la variabilidad existente en función del tipo de animal y del tiempo de almacenamiento. Para ello se tomaron 36 muestras en fosa, en varias explotaciones según la orientación productiva, analizándose materia seca (MS), sólidos volátiles (SV), cenizas (ASH), pH, nitrógeno total (NT), nitrógeno amoniacal (NH₄), conductividad eléctrica (CE) y demanda biológica de oxígeno (DBO). Asimismo se ha obtenido un perfil de ácidos grasos (AGV) para cada tipo de purín. De los resultados obtenidos, se observa una importante variabilidad según la categoría animal, apreciándose en cebo mayores contenidos en MS, SV y NH₄. Finalmente, también se ha encontrado una elevada correlación entre la conductividad eléctrica y el nitrógeno total excretado ($R^2 = 0,76$), lo que podría utilizarse como un “test rápido” de determinación de la composición de purín en campo.

Palabras clave

Características fisicoquímicas; Composición; Purines de fosa.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas en España se ha experimentado una intensificación de la ganadería que ha supuesto un aumento importante de la producción, habiéndose situado el sector porcino español como uno de los más competitivos de Europa. La consecuencia directa de esta evolución del sector ha sido el aumento del tamaño medio de las explotaciones, la desvinculación de la ganadería de su entorno y la concentración territorial de la actividad ganadera en determinadas áreas. En España, más de la mitad de la cabaña ganadera (58,5%) se concentra en tres comunidades autónomas: Cataluña, Aragón y Castilla y León, con un 29%, 16,5% y 13% respectivamente (MAPA, 2004) convirtiéndose en zonas excedentarias de deyecciones ya que no pueden ser absorbidos por el entorno más cercano.

La intensificación del sector también ha supuesto cambios en el manejo y la estructura de las explotaciones. Así, se han implantado sistemas de limpieza de instalaciones, mediante el uso de agua a presión para el arrastre de las deyecciones. Este sistema facilita el manejo del estiércol en el interior de las naves y mejora tanto las condiciones higiénicas, como la producción de olores y la emisión de gases. Sin embargo, tiene la desventaja de aumentar el volumen de deyecciones generadas, complicando el manejo del estiércol ya que encarece los costes de transporte y aumenta la dificultad de aplicación como abono orgánico (Piñeiro *et al.*, 2005). En este contexto, el purín ha pasado de ser un producto con un claro valor añadido como enmienda o abono orgánico, a ser un problema ambiental grave. Actualmente los agricultores poseen una mala percepción del purín, lo

que provoca su rechazo a la utilización del mismo como abono para la mayoría de los cultivos, estando reducido su uso a cultivos de secano y barbecho. Una de las causas principales de este rechazo es el desconocimiento de la composición del mismo que puede dar lugar a la aparición de toxicidades en los cultivos, así como contaminaciones de suelos y acuíferos, por el exceso de nitrógeno y fósforo (Bonmatí, 2001).

Existe una gran variabilidad en la composición del purín en función de múltiples factores como: el estado fisiológico del animal, la dieta, las condiciones tanto de alojamiento de los animales como de almacenamiento del purín, las condiciones ambientales, etc... lo que dificulta las previsiones de dosificación. Además debido a esta gran variabilidad, resulta poco fiable la utilización de datos bibliográficos en la estimación de la composición del purín para el cálculo de la dosis de aplicación a campo en un área determinada, sobretodo porque los datos disponibles se refieren mayoritariamente a purines en balsa, en el que el tiempo de almacenamiento es variable y puede que muy elevado; además bajo estas condiciones las características de los purines se ven fuertemente afectadas por procesos como la sedimentación, la floculación y la propia degradación biológica.

Una mejora del conocimiento tanto de la composición del purín como de su evolución, resulta imprescindible para la valorización agronómica del mismo, siendo este destino uno de los más interesantes, debido al aumento de los costes de producción de la agricultura. Ello es especialmente interesante en países como España donde están ocurriendo procesos graves de pérdida de materia orgánica en los suelos y donde la climatología (especialmente las bajas precipitaciones) es idónea para minimizar las pérdidas por lixiviación (Díez *et al.*, 2003). Los purines de cerdo se consideran buenos fertilizantes nitrogenados ya que poseen un elevado contenido en nitrógeno, del que aproximadamente 60-70% es de tipo mineral (amonio) y otro 25% de encuentra en formas nitrogenadas fácilmente mineralizables (Labrador, 2001; Díez *et al.*, 2003).

En este trabajo también se han analizado los ácidos grasos del purín ya que por un lado, están relacionados con la edad del purín y por otro con la producción de olores. En efecto, varios autores como Zhu *et al.* (1999) y Yasuhara *et al.* (1984) relacionan este parámetro con la producción de olor, sobretodo los compuestos cuya cadena carbonada está compuesta de 2 a 9 carbonos.

El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados de composición del purín de cerdos en fosas de granjas de la Comunidad Valenciana para estudiar la variabilidad existente en función del estado fisiológico del animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron 36 muestras en 10 granjas diferentes ubicadas todas en la Comunidad Valenciana. El criterio que se tuvo en cuenta a la hora de elegir las explotaciones fue su orientación productiva. Las muestras fueron tomadas directamente de las fosas de las diferentes naves (cebo, transición, maternidad y gestación) después de agitación para su homogeneización, con el fin de evitar los problemas de estratificación. Todas fueron obtenidas utilizando un equipo de recogida de muestras fluidas denominado *Eijkelpomp* (Agrisearch Equipment, Holanda) (Figura 1). Una vez tomada la muestra, ésta era depositada en recipientes herméticos de PVC de 500 cm³ y almacenada a -40°C.

Se determinaron los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, densidad, materia seca, sólidos volátiles, DBO₅, nitrógeno total (Kjeldahl), nitrógeno amoniacal y ácidos grasos volátiles. Todas las muestras fueron analizadas siguiendo los métodos descritos en *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA *et al.*, 1998).

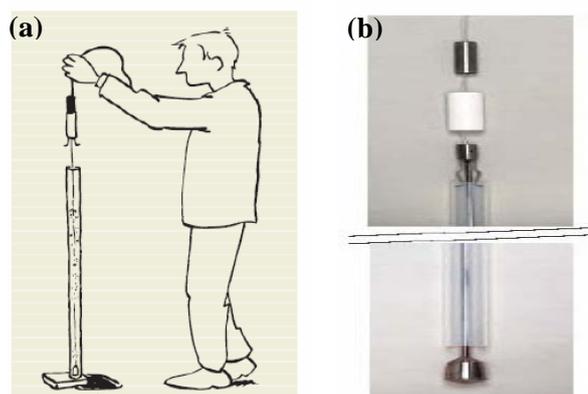


Figura 1. (a) Proceso de muestreo; (b) Equipo utilizado para el muestreo.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete estadístico SAS[®] (2001) efectuándose en primer lugar un análisis descriptivo para calcular las medias y las desviaciones estándares de cada uno de los grupos estudiados, así como la matriz de correlación de cada uno de los parámetros. A continuación se realizaron análisis multivariantes, concretamente un análisis de componentes principales y un análisis de varianza (GLM). Finalmente, se obtuvieron ecuaciones de regresión con la finalidad de estimar nitrógeno total y nitrógeno amoniacal a partir del pH y la conductividad.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Tabla 1 se muestran los resultados medios para cada parámetro en función del tipo de explotación. Comparando estos valores con los del estudio realizado por la Diputación de Valencia (1997) (Tabla 2) se puede observar que la mayor parte de los parámetros siguen la misma tendencia en ambos estudios, aunque se observan diferencias en la magnitud de algunos valores como el pH, el nitrógeno total y amoniacal y la DBO. Esto puede ser debido a que el origen de los purines es diferente: así, en este estudio las muestras han sido obtenidas en fosa, mientras que en el estudio de la Diputación de Valencia (1997) fueron obtenidas en balsa, donde el tiempo de almacenamiento suele ser superior.

Tabla 1. Parámetros medios obtenidos en fosa para cada tipo de explotación.

Parámetro	Cebo	Transición	Gestantes/vacías	Maternidad
n	12	10	8	6
MS (%)	7,57 ±4,35	6,14 ±6,17	4,73 ±4,24	2,96 ±0,8
ASH (%)	2,08 ±1,09	2,22 ±2,93	1,613 ±1,414	0,85 ±0,29
pH	7,62 ±0,38	7,28 ±0,34	7,79 ±0,07	7,77 ±0,34
CE (mS/cm)	25,67 ±12,67	15,45 ±8,69	16,9 ±5,54	17,58 ±6,22
DBO (mg/L)	26.310 ±20.488	16.642 ±14.027	8.036 ±5630	9.079 ±3.783
NT (mg/L)	6.008 ±3.193	3.648 ±1.762	3.547 ±1.774	2.650 ±604
NH ₄ (mg/L)	3.828 ±2.493	1.871 ±1.018	2.197 ±812	1.853 ±701
D (g/mL)	1,00 ±0,04	1,00 ±0,04	1,01 ±0,1	0,97 ±0,03

Tabla 2. Valores medios obtenidos por la Diputación de Valencia (1997).

Parámetro	Cebo	Transición	Gestantes/vacías	Maternidad
n	14	8	7	10
MS (%)	7,50 ±5,0	5,62 ±3,8	2,32 ±3,1	2,80 ±2,0
pH	7,1 ±0,44	6,8 ±0,29	7,5 ±0,26	7,5 ±0,24
CE (mS/cm)	24,86 ±12,26	20,60 ±10,46	17,73 ±3,85	19,60 ±7,73
DBO (mg/L)	21.382 ±14.897	18.433 ±10.627	7.824 ±9.003	6.004 ±4.135
NT (mg/L)	4.921 ±2.547	3.918 ±1.952	2.556 ±1.497	2.737 ±1.056
NH ₄ (mg/L)	3.270 ±1.834	2.488 ±1.358	1.502 ±1.087	2.032 ±918
D (g/mL)	1,03 ±0,02	1,02 ±0,02	1,01 ±0,01	1,01 ±0,01

En la Figura 2 se presentan los resultados obtenidos en forma de gráfica, donde se pueden apreciar mejor las diferencias de forma visual. Así, se observa que en cebo y transición se detectan los mayores valores de materia orgánica, nitrógeno total, todos los ácidos grasos volátiles y de nitrógeno amoniacal. Sin embargo el pH es ligeramente superior en maternidad y gestación. Estos resultados están en concordancia con estudios anteriores de caracterización de purines, como el realizado por Navés y Torres (1994) donde se afirma que el purín procedente de las naves de engorde presenta una mayor concentración de nitrógeno que el correspondiente a las naves de maternidad, situándose las explotaciones de ciclo cerrado en una posición intermedia. En este estudio también se observa que los efluentes procedentes de granjas de maternidad, presentan un menor contenido en materia seca debido a que el purín de estas naves es una mezcla de las excreciones de las madres y de los lechones; y en los primeros días de vida, la mayor parte de las excretas se producen en forma de deyecciones líquidas con un bajo contenido en materia seca.

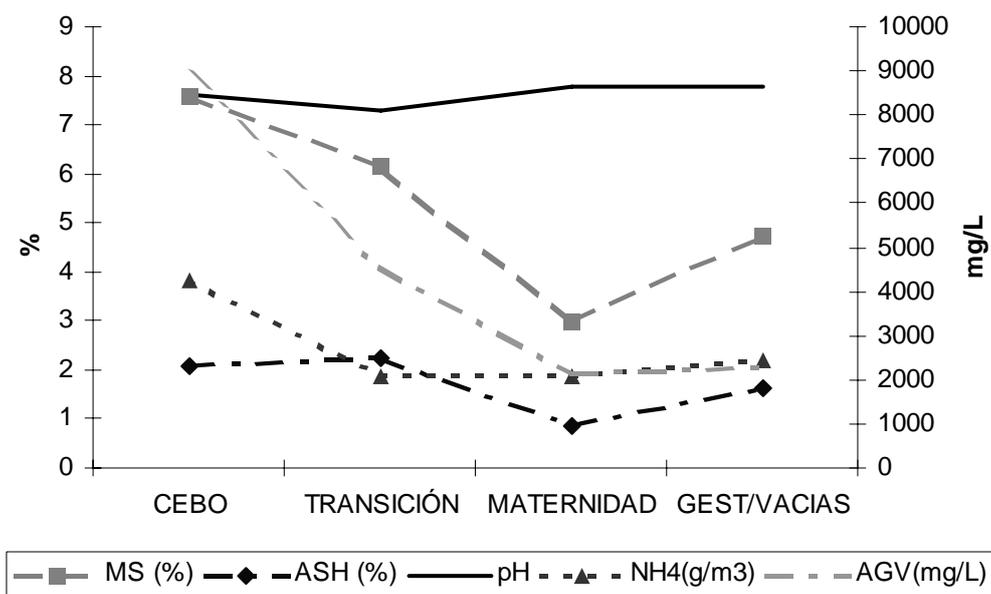


Figura 2. Comparación de las medias obtenidas para materia seca (MS), cenizas (ASH), pH, nitrógeno amoniacal (NH_4^+) y ácidos grasos volátiles (AGV) entre los cuatro tipos de animales.

Le Goff *et al.* (2003) y DeRouchey *et al.* (2002) también encontraron estas diferencias entre purines de cebo y de maternidad. Según estos autores, las causas son varias: la mayor adaptación de la microflora bacteriana al alimento en animales adultos, las diferentes tasas de absorción de nutrientes, etc. aunque el motivo principal que destacan son las diferencias existentes en el tipo de alimentación. Los animales adultos ingieren menores cantidades de nitrógeno total y mayores cantidades de fibra, mientras que el contenido proteico de los piensos destinados a cebo es muy superior, del orden de 17%, frente a las 14-15% que se suministran a los animales en gestación y adultos. Únicamente en lactación se aumenta la tasa proteica de las madres a unos niveles que rondan el 18%, esto no se ve reflejado en el purín de maternidad debido a las mayores exigencias en esta etapa de los animales y a que el purín de maternidad es una mezcla del purín de las madres y el de los lechones.

De los resultados obtenidos en las matrices de correlación realizadas se extraen las siguientes conclusiones:

- El pH se encuentra correlacionado negativamente con todas las variables tanto en el conjunto de los datos como en el correspondiente únicamente a los animales de la categoría cebo; sin embargo en maternidad y gestación la correlación fue positiva.

- Se encontró una elevada correlación entre todos los ácidos grasos volátiles, así como entre todos los factores y la DBO, excepto con la densidad; por ejemplo: entre los ácidos grasos y la DBO la correlación es de 0,82 y con el nitrógeno total es de 0,77. La DBO está directamente relacionada con la actividad bacteriana estando por tanto correlacionada con todos los componentes orgánicos del purín. Este resultado está en concordancia con los obtenidos en el estudio de Moral *et al.* (2005).

El análisis de componentes principales permite agrupar todas las variables en cinco nuevas (CP), no correlacionadas entre sí, que nos explican la mayor parte de la variabilidad existente; tanto es así que, como se observa en la Tabla 3, con las tres primeras variables (CP1, CP2, CP3) se explica más de un 85% de la variabilidad total. De este análisis se desprende que más del 50% de la variabilidad de las muestras está relacionada con la degradabilidad del purín (DBO y ácidos grasos volátiles), casi un 20% con la concentración (MS, ASH y MO) y más de un 12% con los parámetros físicos como el pH y la conductividad eléctrica.

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre las variables medidas y las cinco nuevas componentes.

Variable	Componentes Principales				
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
MS	0,587	0,790	-0,013	-0,127	0,074
ASH	0,453	0,772	-0,156	-0,070	0,003
pH	-0,448	0,055	0,722	0,205	0,33
CE	0,621	-0,211	0,700	0,079	0,110
DBO	0,922	0,105	-0,066	-0,143	-0,004
NT	0,843	0,318	0,395	0,027	-0,018
NH ₄	0,720	-0,112	0,643	0,083	-0,047
D	0,203	0,510	-0,362	0,718	0,138
AC	0,865	-0,227	0,154	0,168	-0,355
MO	0,622	0,744	0,07	-0,151	0,109
NORG	0,600	0,720	-0,11	-0,057	0,028
AGV	0,931	-0,239	0,027	0,086	-0,237
% VAR.	0,5310	0,1994	0,1232	0,0416	0,0376
% VAR. ACUM.	0,5310	0,7304	0,8536	0,8952	0,9328

El GLM permitió corroborar las conclusiones expuestas anteriormente en cuanto a las diferencias, según el estado fisiológico, de parámetros como el pH, los ácidos grasos volátiles y el nitrógeno total lo que concuerda con la bibliografía.

Por otro lado, se considera interesante la obtención de los llamados “test rápidos” que utilizan parámetros fácilmente medibles en campo como la conductividad, el pH o la densidad para estimar la composición en nutrientes, principalmente de nitrógeno, de un purín y así poder ajustar de manera más precisa las dosis a aplicar en campo (Yang *et al.*, 2006). Existe en la bibliografía diferentes ecuaciones de regresión para estimar la cantidad de nitrógeno de un purín, pero es importante que se confeccionen estos “test rápidos” para cada tipo de purín o para cada área geográfica debido a la enorme variabilidad en la composición del purín de unas zonas a otras.

En este estudio se han estimado ecuaciones de regresión que pueden utilizarse en condiciones mediterráneas para la estimación del nitrógeno total y el nitrógeno amoniacal a partir de la conductividad eléctrica y la materia seca. En la Tabla 4 se muestran, a título de ejemplo, los resultados obtenidos para estimación del nitrógeno total a partir de la conductividad.

Tabla 4. Ecuaciones de regresión para la estimación de la cantidad del nitrógeno total (NT) en función de la conductividad eléctrica del purín (CE).

Parámetro	Ecuación regresión	Coefficiente de regresión	Fuente
NT (g/kg) vs CE (mS/cm)	0,585+0,187*CE	0,557	Global
NT (g/kg) vs CE (mS/cm)	0,372+0,219*CE	0,759	Cebo
NT (g/kg) vs CE (mS/cm)	2,375+0,082*CE	0,165	Transición
NT (g/kg) vs CE (mS/cm)	1,872+0,0044*CE	0,208	Maternidad
NT (g/kg) vs CE (mS/cm)	1,533+0,119*CE	0,138	Gestación

Como se puede observar en las ecuaciones obtenidas para el de cebo y la “global” (la totalidad de las muestras) se consigue un buen ajuste, comparando estas ecuaciones con otras halladas en la bibliografía, se aprecia que la tendencia es muy parecida.

REFERENCIAS

- APHA, AWWA, WEF (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC. USA.
- Bonmatí, A. (2001). *Usos de l'Energia Tèrmica per a la Millora del Procés de Digestió Anaeròbia de Purins de Porc i per a la Recuperació de Productes d'Interès*. Tesis Doctoral. Universtat de Lleida.
- DeRouchey, J.M., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Murphy, J.P. (2002). Nutrient composition of Kansas swine lagoons and hoop barn manure. *Journal of Animal Science*, **80**(8), 2051-2061.
- Díez, J.A., Vallejo, A., Aguayo, S., Muñoz, M.J. (2003). Claves agronómicas para la aplicación de purines de cerdo respetando el medio ambiente. *Porci*, **77**, 39-53.
- Diputació de Valencia (1997). Plan estratègic de purines producidos de la ganadería porcina. Internet: <http://www.dva.gva.es/medioambiente/purines/dosmarcs.htm>.
- Labrador, J. (2001). *La Materia Orgánica en los Agrosistemas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Editorial Mundi-prensa, Madrid, España. 293 pp.
- Le Goff, G., Noblet, J., Cherbut, C. (2003). Intrinsic ability of the faecal microbial flora to ferment dietary fibre at different growth stages of pigs. *Agriculture Biology and Environmental Sciences*, **81**(1), 75-87.
- MAPA (2004). *Anuario de Estadística Agroalimentaria*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- Moral, R., Perez-Murcia, M. D., Perez-Espinosa, A., Moreno-Caselles, J., Paredes, C. (2005). Estimation of nutrient of pig slurries in southeast Spain using easily determined properties. *Waste Management*, **25**(7), 719-725.
- Navés, J., Torres, M.C. (1994). Composició físicoquímica i valor fertilitzant del purí de porc procedent d'explotacions porcines de la Comarca del Plà d'Urgell. *En: Problemes Moderns en l'Ús dels Sòls: Nitrats*, 41-59. Dossiers Agraris ICEA.
- Piñeiro C., Montalvo G., Illescas P.M., Herrero, M., Giraldes, M., Bigeriego, M. (2005). Propuesta de mejores tecnologías disponibles en producción porcina. *Porci*, **87**, 23-40.
- SAS® (2001). *SAS User's Guide: Statistics*. Version 8.2. SAS Institute Inc. Cary. USA.
- Yang, Z., Han, L., Li, Q., Piao, X. (2006). Estimating nutrient contents of pig slurries rapidly by measurement of physical and chemical properties. *Journal of Agricultural Science*, **144**(3), 261-267.
- Yasuhara, A., Fwa, K., Jimbu, M. (1984). Identification of odorous compounds in fresh and rotten swine manure. *Agricultural and Biological Chemistry*, **48**(12), 3001-3010.
- Zhu, J., Riskowski, G. L., Torremorell, M. (1999). Volatile fatty acids as odor indicators in swine manure - A critical review. *Transactions of the ASAE*, **42**(1), 175-182.