

PURINES

Gestión sostenible de los residuos ganaderos

Leonor Castrillón

Elena Marañón

Yolanda Fernández-Nava

Grupo Ingeniería Ambiental

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

El aumento de la ganadería intensiva ha dado lugar a que en determinadas zonas se generen cantidades elevadas de residuo ganadero (estiércoles y/o purines) sin terreno suficiente para su uso como fertilizante, generando excedentes. La gestión sostenible de estos residuos debe llevarse a cabo siguiendo una jerarquía de opciones: reducir la producción; utilización agrícola como fertilizante; tratamiento de los excedentes. Dentro de estos tratamientos se pueden encontrar procesos físicos (separación de fases, por ejemplo), procesos biológicos para reducir el contenido en materia orgánica biodegradable y el contenido en nitrógeno. Dentro de los procesos biológicos debemos resaltar la codigestión de los residuos ganaderos con otros de naturaleza orgánica, ya que generan cantidades elevadas de biogás que se puede utilizar como combustible.

Los residuos ganaderos se vienen aplicando como fertilizantes desde hace muchos años. En el pasado esta práctica resultaba beneficiosa, dado que el ganadero disponía de terreno suficiente para utilizarlos como fertilizante, sin crear problemas ambientales. Sin embargo en los últimos años, la paulatina desaparición de las pequeñas explotaciones y el aumento de la ganadería intensiva, que además, en la mayoría de los

casos, abandona el sistema tradicional de estabulación del ganado, ha dado lugar a una mayor dilución del residuo ganadero, aumentado por tanto su volumen, sin que existan terrenos suficientes para su adecuada eliminación como aprovechamiento. Este hecho, junto con la elevada concentración de ganaderías en determinadas zonas del territorio, ha dado lugar a la generación de excedentes que deben ser correctamente gestionados.

Vacas pastando en sistema extensivo



OPCIONES PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE

Como se ha mencionado, el principal problema para la correcta gestión de estos residuos es su concentración en áreas en las que se supere la capacidad de aceptación del medio. La gestión sostenible se debe llevar a cabo en base a la jerarquía de opciones de la gestión de residuos:

1. Reducción en origen, mediante una optimización de las prácticas ganaderas, bien a través de la disminución de los volúmenes generados (los purines presentan en general contenidos elevados de agua, en algu-

nos casos superiores al 90%) o excretando menos materiales contaminantes (controlando la composición de los piensos para ajustar la dosis de nitrógeno, fósforo o metales como cinc y cobre).

2. Utilización agrícola de los purines, lo que implica conocimiento de los factores de uso y del terreno donde van a ser aportados, el cumplimiento de la normativa y recomendaciones relativas a las dosis, período y formas de aplicación, así como otras medidas relativas a la protección de las aguas, etc. (es recomendable leer la Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el sector porcino y avícola, <http://www.prtr-es.es>).

// PARA EL TRATAMIENTO DE LOS PURINES Y REDUCCIÓN DEL CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE SE UTILIZAN FUNDAMENTALMENTE PROCESOS ANAEROBIOS, QUE ADEMÁS TIENEN COMO VENTAJA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS //



3. Tratamiento de los residuos. Después de haber aplicado los pasos anteriores pueden quedar excedentes que deben ser sometidos a tratamientos. Los estiércoles, que contienen bastante paja (utilizada como cama), pueden ser sometidos a un proceso de compostaje. En el caso de los purines (con elevados contenidos en agua) se presentan diversas alternativas, entre las más utilizadas tenemos:

- Separación de fases, obteniendo una fracción sólida, que puede ser sometida a un proceso de compostaje, y el compost resultante ser utilizado como corrector de suelos en zonas no excedentarias y una fracción líquida que debe ser sometida a otros tratamientos, que dependerán de su uso.
- Tratamientos biológicos para reducir el contenido de materia orgánica (en el caso de procesos anaerobios con obtención de biogás), reducción de malos olores y de nutrien-

tes (procesos de nitrificación-desnitrificación fundamentalmente). Estos procesos biológicos pueden llevar asociados pretratamientos que mejoran la biodegradabilidad del residuo, como por ejemplo la aplicación de ultrasonidos.

TRATAMIENTO DE SEPARACIÓN DE FASES

Para la separación de fases se pueden utilizar diferentes sistemas. Muy empleado es el tornillo prensa provisto de una malla de filtrado. El material se desplaza horizontalmente mediante la acción de un tornillo sin fin que gira en el interior de una criba. Los sólidos son expulsados por el tornillo y los líquidos pasan por la criba. Generalmente la fracción sólida puede ser sometida a un proceso de compostaje, conjuntamente con otros residuos sólidos de naturaleza orgánica (humedad y relación C/N de la mezcla óptimas) y la fracción líquida puede ser sometida a un tratamiento biológico.

TRATAMIENTOS MEDIANTE PROCESOS BIOLÓGICOS

Los procesos biológicos pueden ser aerobios (se llevan a cabo en presencia de oxígeno) y anaerobios (sin oxígeno). En este último caso, en general, se debe calentar el contenido del reactor o el residuo a alimentar, previo a la introducción en el reactor, hasta temperaturas en torno a 35-37°C (rango mesofílico) o 55°C (rango termofílico). Para el tratamiento de los purines y reducción del contenido en materia orgánica biodegradable se utilizan fundamentalmente procesos anaerobios, que además tienen como ventaja la producción de biogás.

Para la reducción del contenido en nitrógeno se utilizan procesos aerobios (nitrificación) y anóxicos (desnitrificación).

► Procesos biológicos anaerobios

En este proceso la materia orgánica biodegradable se transforma en biogás, compuesto fundamentalmente por metano y dióxido de carbono.

El biogás es un gas combustible con una potencia calorífica media de 5250 kcal/m³ (22 MJ/m³), para una riqueza en metano del 60%. Por tanto, tal como indica la Directiva 2009/28/EC, las instalaciones de biogás pueden aportar una contribución decisiva al desarrollo sostenible en las zonas rurales y ofrecer a los agricultores

nuevas posibilidades de ingresos.

Las características del efluente de la planta dependen del tipo de reactor que se utilice en el tratamiento. Si se utiliza un reactor de mezcla completa, el efluente (también denominado digestato) es el influente (alimentación al reactor) estabilizado y la biomasa microbiana producida. Si el tratamiento se lleva a cabo en un reactor de alta carga, el efluente es un líquido con muy inferior contenido en sólidos y en materia orgánica y rico en nitrógeno amoniacal. En este último caso, la biomasa (fangos) que hay dentro del reactor se debe purgar cada cierto tiempo, aunque en mucha menor proporción, generándose un sólido similar al digestato anterior.

MECÁNICAS

Segalés

VEA LOS VIDEOS DE
FUNCIONAMIENTO EN
WWW.SEGALES.NET

si tiene una distribución consulte condiciones

PRIMER FABRICANTE NACIONAL ESPECIALIZADO
EN SEPARACIÓN PURINES DE VACUNO Y PORCINO

SEPARADOR VACUNO

BIOGÁS

SEPARADOR PURÍN PORCINO

HASTA UN 60% MENOS DE CONSUMO ¡NOVEDAD!

**SOLICITE MÁS
INFORMACIÓN A
SU DISTRIBUIDOR
O LLAME AL
93 886 23 66**

C/ Savassona 17 08503 Gurb
(Barcelona)+34938862366
com@mecsegales.com

La producción de biogás depende de diferentes factores, como la composición del residuo o mezcla de residuos y las condiciones de operación. A nivel industrial, donde se busca la rentabilidad del proceso, es conocido el hecho de que la producción de biogás a partir de residuos ganaderos no es elevada (Marañón y col. 2001), debido a su alto contenido en agua y en fibra, alto contenido en nitrógeno y relaciones C/N bajas (C/N ratios en torno a 15-16). Por ello estas plantas no resultan económicamente rentables cuando se alimentan sólo con residuos ganaderos (producen 10-20 m³ de biogás/por tonelada de residuo tratado). Por este motivo, actualmente se están potenciando los procesos de co-digestión anaerobia de residuos ganaderos con otros residuos de naturaleza orgánica (sin sustancias tóxicas), optimizando la relación C/N y la operación de los digestores. De este modo se puede incrementar en gran medida la producción de biogás.

En la **Tabla 1** se muestra la producción de metano utilizando diferentes sustratos, expresada como producción específica (m³ metano/kg sólido volátil en la alimentación al reactor). Los sólidos volátiles



PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN EL MUNDO

Asia es pionera en el tratamiento de residuos ganaderos mediante esta técnica. En la India, a partir de 1960, se impulsó notablemente esta tecnología. En China, en la década de los 70, se llegaron a construir en la zona rural siete millones de reactores. Los reactores utilizados en ambos países son muy sencillos y económicos y pueden utilizarse unifamiliarmente o por varias familias. El biogás generado se utiliza para la cocina, e incluso en iluminación. En Europa, entre los países pioneros en este campo se encuentra Dinamarca. Los residuos ganaderos son digeridos conjuntamente con otros residuos orgánicos (de la industria alimentaria, residuos de comida, etc.) que aumentan la producción de biogás (obteniendo entre 50 y 100 m³ de biogás por tonelada de residuo) en plantas centralizadas, comercializando el biogás producido (Danish Energy Agency). Los reactores utilizados son de mezcla completa y trabajan en rango mesofílico (35-37°C) o termofílico (55°C). La principal desventaja es el transporte del residuo, por lo que las plantas se deben ubicar lo más cercanas a las granjas de las que se suministran. En Alemania, a día de hoy hay en funcionamiento unas 5000 plantas produciendo biogás, sin embargo el sustrato que mayoritariamente se mezcla con el residuo ganadero es el maíz, algo que parece poco posible en España, al menos en la Cornisa Cantábrica. En Austria, en el año 2008, estaban funcionando 294 plantas de biogás (purín, maíz, hierba). Generalmente se utilizan reactores de mezcla completa y el digestato generado, con o sin una fase posterior de maduración (compostaje), es utilizado como fertilizante por los mismos ganaderos que suministraron el residuo.

(SV) son una medida de la materia orgánica contenida en los purines/estiércoles. Se puede comprobar que mezclando el residuo ganadero con deter-

minada cantidad de otros residuos orgánicos se pueden alcanzar producciones elevadas de metano, comparables a las que se puedan obtener utilizando maíz, alimento impor-

►Procesos de nitrificación-desnitrificación

El nitrógeno se puede eliminar o reducir del residuo ganadero transformándolo en nitrógeno gas, mediante procesos de nitrificación/desnitrificación. El proceso de nitrificación se lleva a cabo en condiciones aerobias, lo que implica un consumo apreciable de energía en la aireación. El proceso de desnitrificación se lleva a cabo en condiciones muy pobres en oxígeno (anoxia), necesita además materia orgánica biodegradable. La reducción del contenido en nitrógeno que se consigue es muy elevada, sin embargo, cuando el proceso de nitrificación/desnitrificación se lleva a cabo después del proceso anaerobio, se ha podido comprobar la necesidad de añadir una fuente de carbono externa, como metanol (Marañón y col., 2008; Castrillón y col., 2009).

// LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS DEPENDE DE DIFERENTES FACTORES, COMO LA COMPOSICIÓN DEL RESIDUO O MEZCLA DE RESIDUOS Y LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN //

►Compostaje

Para el tratamiento del estiércol, de la fracción sólida obtenida del proceso de separación de fases en purines, y de los digestatos del proceso de digestión anaerobia, se puede utilizar el compostaje. El compostaje es un proceso biológico aerobio y termófilo de materias orgánicas biodegradables que dan lugar a enmiendas orgánicas (Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre fertilizantes).Es

TABLA 1 / Comparación de la producción específica de metano utilizando diferentes tipos de sustratos

Sustrato	Temp. (°C)	Metano (LCH4/kgSV)	Referencias
Purín de cerdo	35	347	Flotats y col., 2010
PV (Purín de Vacuno)	35-37	185	Autores artículo
PV + ensilado hierba	35	268	Lähtomäki y col., 2007
PV y porcino + maíz	55	382	Cavinato y col., 2010
(PV y gallinaza) + residuos. vegetales y de fruta	35	450	Callaghan y col., 2002
PV + glicerina bruta	55	590	Castrillón y col., 2012 (a) Castrillón y col., 2012 (b)
PV + glicerina bruta + residuo comida	55	606	Autores artículo
PV + residuo de comida + lodo depuradora	35-37	612	Marañón y col., 2012
PV + residuo de comida	35-37	650	Autores artículo

un proceso sencillo y no suele plantear problemas, requiriendo un mínimo control de las variables de operación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que para que las mezclas a compostar sean idóneas la relación C/N debe oscilar entre 25-35. Al ser los estiércoles y digestatos ricos en nitrógeno, es necesario añadirles material rico en carbono, como residuos vegetales. Además, la humedad de los residuos mezclados, debe estar en valores en torno al 60%. La calidad del compost final obtenido depende, fundamentalmente, de su contenido en determinados metales pesados como viene indicado en el Real Decreto 824/2005.

SECADO Y PELETIZACIÓN

El digestato, procedente de las plantas de biogás, que ya presenta el nitrógeno y fósforo en forma mineral, se puede reducir el contenido de agua, sometiéndolo a un proceso de secado, y posteriormente peletizado, obteniendo un producto asimilable a un fertilizante mineral.

EXPERIENCIA DEL GRUPO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

El Grupo de Ingeniería Ambiental de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, al que pertenecen las autoras, lleva años investigando en el campo de los residuos ganaderos, en concreto de vacuno: pretratamiento de los mismos mediante a) separación de fases b) ultrasonidos, c) tratamientos térmicos de higienización; digestión anaerobia (en rango mesofílico y termofílico); nitrificación-desnitrificación.

Asimismo, se estudió la codigestión de residuos ganaderos con a) glicerina bruta procedente de la obtención de biodiesel (Castrillón y col. 2012) b) residuos de comida, c) resi-



FIGURA 1. Digestor anaerobio con gasómetro y planta de tratamiento de biogás

duos de comida + glicerina bruta, d) residuos de comida y lodos de depuradora (Marañón y col., 2012), buscando las mezclas idóneas, velocidades de carga orgánica y de sólidos óptimas para cada mezcla, con el fin de maximizar la producción de biogás y mejorar las características del digestato.

En la bibliografía se indican algunas de las publicaciones del grupo y en la **Figura 1** se muestra uno de los equipos con los que se está trabajando.

BIBLIOGRAFÍA

- Callaghan, F.J., Wase, D. A. J., Thayanithy, K., Forster, C. F., 2002. Continuous co-digestion of cattle slurry with fruit and vegetable wastes and chicken manure. *Biomass and Bioenergy* 22 (1), 71-77.
- Castrillón, L., Fernández-Nava, Y., Ormaechea, P., Marañón, E., Berrueta, J. 2009. Anoxic-aerobic treatment of the liquid fraction of cattle manure. *Waste Management* 29 (2), 761-766.

// EL COMPOSTAJE ES UN PROCESO BIOLÓGICO AEROBIO Y TERMÓFILO DE MATERIAS ORGÁNICAS BIODEGRADABLES QUE DAN LUGAR A ENMIENDAS ORGÁNICAS //

- Castrillón, L., Fernández-Nava, Y., Ormaechea, P., Marañón, E., 2011 (a). Optimization of biogas production from cattle manure by pre-treatment with ultrasound and co-digestion with crude glycerin. *Bioresource Technology* 102 (17), 7845-7849
- Castrillón, L., Fernández-Nava, Y., Ormaechea, P., Marañón, E. 2012 (b). Methane production from cattle manure supplemented with crude glycerin from the biodiesel industry using two types of reactors. *Bioresource technology* (enviado).
- Cavinato C., Fatone F., Bolzonella, Pavan P., 2010. Thermophilic anaerobic co-digestion of cattle manure with agro-wastes and energy crops: Comparison of pilot and full scale experiences. *Bioresource*

Technology 101, 545-550.

- Lehtomäki, A., Huntunen, S., Rintala, J.A., 2007. Laboratory investigations on co-digestion of energy crops and crop residues with cow manure for methane production: Effect of crop to manure ratio. *Resources, Conservation and Recycling* 51 (3), 591-609.
- Marañón, E., Castrillón, L., García, L., Vázquez, I., Fernández-Nava, Y. 2008. Three-step biological process for the treatment of the liquid fraction of cattle manure. *Bioresource Technology* 99(16), 7750-7757.
- Marañón, E., Castrillón, L., Quiroga, G., Fernández-Nava, Y., Gómez, L., García, M.M. 2012. Co-digestion of cattle manure with food waste and sludge to increase biogas production. *Waste Management* (en prensa).