

Co-digestión anaerobia de purines de cerdo: una alternativa de gestión sostenible

^{1,2} Moset, V., ¹ Ferrer, P., ¹ Cambra-López, M., ² Cerisuelo, A., ¹ Torres, A.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Animal

¹ UNIV. POLI. DE VALENCIA. ² CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE TECNOLOGÍA ANIMAL (CITA-IVIA)

Un equipo de investigadores del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (ICTA), perteneciente a la Universitat Politècnica de València (UPV), junto con el Centro de Investigación y Tecnología Animal (CITA), perteneciente al Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), ha desarrollado un proyecto de valorización energética de purines de cerdo y subproductos agrícolas mediante co-digestión anaerobia. Como consecuencia de la problemática asociada a la producción y gestión de los purines porcinos y la gran cantidad de subproductos y desechos agrícolas que se generan, la Conserjería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Comunidad Valenciana promueve y apoya iniciativas que aprovechen estos subproductos, a través de su valorización energética. Por ello, este estudio ha sido financiado por la Fundación Agroalimed de la Conserjería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Comunidad Valenciana.

UNA GESTIÓN EFICAZ DE LOS PURINES PORCINOS: LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

El purín de cerdo se genera en las explotaciones intensivas de ganado porcino y se compone de las deyecciones sólidas y líquidas de los animales, y de agua procedente de la limpieza de las instalaciones, bebederos y lluvia. Además, el purín puede contener restos de pienso y de pelo o piel de los animales. Este purín es, por tanto, una mezcla heterogénea de sustancias, con una gran variabilidad en su composición y de color oscuro. Debido a su naturaleza, el purín posee una permanente actividad fermentativa anaeróbica.

El destino tradicional de los purines porcinos y el esquema de gestión más simple consiste en su almacenamiento en balsa exterior, precedido en algunos casos de una separación sólido-líquido, y una posterior aplicación a campo como fertilizante. No obstante, este esquema de gestión se complica en las proximidades de las explotaciones ganaderas donde no existe suficiente superficie agrícola para la aplicación de los purines. Además, a pesar del potencial como fertilizante del purín de cerdo, debido a su composición en materia orgánica y nutrientes, nitrógeno y fósforo, principalmente, existe cierto rechazo por parte de los agricultores a su aplicación, debido a la gran heterogeneidad en su composición, lo que dificulta el cálculo de las dosis de aplicación. A esto hay que sumarle el rechazo social que presenta su uso como fertilizante en campo por los malos olores, y las connotaciones negativas que entraña su uso para el público en general.

En este marco, la digestión anaerobia





de los purines resulta una estrategia eficaz en el tratamiento y gestión de los purines de cerdo ya que entre los distintos beneficios que aporta este tratamiento destacan la:

- Reducción de malos olores
- Mineralización parcial de la materia orgánica (carbono y nitrógeno)
- Obtención de energía renovable alternativa a los combustibles fósiles

La producción española de energía primaria a partir de biogás alcanzó las 203,2 Ktep. (Kilotoneladas equivalentes de petróleo) en 2008 (EurObserv'ER, 2009). Del análisis de las fuentes de extracción, la generación de biogás a partir de vertederos constituye el 77% del total de biogás producido en España, seguido del 13% de otras fuentes, principalmente unidades de biogás agrícolas (i.e., digestión anaerobia de estiércoles con otra materia orgánica y/o residuo animal). En último lugar, el biogás obtenido en las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales supone el 10% de la producción total.

España ocupa el séptimo lugar europeo después de Alemania, Reino Unido, Francia, Italia, Austria y Países Bajos en la producción de biogás. La producción de biogás a partir de residuos agroindustriales constituye otra fuente de biogás que en países como Alemania, Dinamarca, Suecia o Austria ha crecido rápidamente en los últimos 10 años. En España, la producción de biogás agroindustrial es todavía baja, pero existe un creciente interés en el sector agroalimentario y energético.

LA CO-DIGESTIÓN ANAEROBIA DE PURINES Y SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS

La digestión anaerobia de estiércoles y purines, sin embargo, además de no reducir el volumen de éstos, produce cantidades de biogás relativamente bajas debido por un lado, a la gran cantidad de agua que poseen, que provoca una dilución de la materia orgánica; y por otro al bajo potencial de metano de los sólidos presentes, como consecuencia del elevado contenido de materia orgánica lentamente biodegradable, como la lignina.

Por ello, la co-digestión anaerobia de subproductos ganaderos y residuos orgánicos en sistemas de mezcla completa es una estrategia indispensable si se quiere obtener un rendimiento económico elevado del proceso de digestión anaerobia de purines de cerdo.

La co-digestión anaerobia consiste en el tratamiento conjunto de diferentes sustratos orgánicos con el objetivo de optimizar el proceso a través de:



1.- El aprovechamiento de la complementariedad de las composiciones y la compensación de las carencias de cada uno de los sustratos por separado.

2.- La posibilidad de compartir instalaciones de tratamiento para reducir los costes de inversión y explotación.

3.- La unión de metodologías de gestión que amortigüen las variaciones temporales en composición y producción de cada residuo por separado.

Se ha estimado, según la Asociación de Investigación de la Industria Agroalimentaria que en 2003 los subproductos agrícolas en España ascendieron a 27 millones de toneladas. Tales subproductos orgánicos se corresponden con las fracciones de los cultivos





que no constituyen la cosecha propiamente dicha, o parte de la misma que no cumple con los requisitos de calidad o calibre mínimos para ser comercializados. Si no se gestionan adecuadamente, éstos pueden suponer un riesgo ambiental y de salud pública debido al elevado contenido en humedad y materia orgánica que presentan.

Actualmente, en la Comunidad Valenciana existen cerca de 750.000 hectáreas de superficie agrícola utilizada, de las que 620.000 hectáreas son tierras labradas; el resto se emplea para pastos, según la estadística de superficies y producciones de los principales cultivos de la Comunidad Valenciana del 2010 publicado por la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Se estima que la producción actual anual de subproductos hortofrutícolas en esta comunidad es de 325.000 toneladas, registrándose principalmente en la provincia de Valencia (51% del total). Gran cantidad de los subproductos generados son añadidos en las raciones y dietas alimenticias de los animales, en concreto, más del 95

% de las explotaciones de pequeños rumiantes utilizan diferentes variedades de subproductos en sus raciones. El CITA junto con la UPV dirige una línea de investigación para valorizar la incorporación de subproductos agroindustriales en raciones para animales. Además, junto con empresas del sector, se evalúan estrategias de alimentación y nuevos productos, con la finalidad de rentabilizar la producción animal en términos de alimentación.



Sin embargo, solo parte de los subproductos agrícolas generados pueden ser absorbidos por el sector de la alimentación animal. Por ello, la co-digestión anaerobia de estos subproductos agrícolas con sustratos de origen animal como los purines, puede suponer una buena alternativa para valorizarlos. Los subproductos hortofrutícolas de desrío tienen además un gran potencial para la co-digestión con purines por su composición, puesto que poseen una gran cantidad de carbohidratos fácilmente biodegradables y escaso contenido en proteínas y agua, aumentando la relación carbono: nitrógeno de los purines.

En este contexto, el ICTA en colaboración con el CITA, ha llevado a cabo un estudio sobre los posibles co-sustratos de origen agrícola aptos para co-digestión anaerobia con purines de cerdo en la Comunidad Valenciana. En este estudio se evaluaron los subproductos agrícolas producidos en la Comunidad Valenciana, con criterios de disponibilidad a lo largo de todo el año, que se produjeran en gran cantidad y que supusiesen una buena mezcla para co-digestión. Los subproductos agrícolas seleccionados para llevar a cabo ensayos preliminares en co-digestión anaerobia con purines fueron el tomate, el pimiento, el caqui y el melocotón.

CÓMO REALIZAR LAS MEZCLAS PARA CO-DIGESTIÓN

El proceso a seguir en la búsqueda de combinaciones y la optimización del tratamiento anaerobio de un sustrato se puede resumir en las siguientes fases:

- Caracterización química y fisicoquímica del sustrato a digerir. Me-



dianete análisis de laboratorio se determinan distintos parámetros de composición como contenido en materia orgánica, nitrógeno y ácidos grasos volátiles.

- Determinación de la biodegradabilidad y la toxicidad de esa mezcla de co-sustratos.
- Ensayo de biodegradabilidad en continuo y/o ensayos en continuo a escala laboratorio.

El potencial de biodegradabilidad se define como la transformación de un compuesto por la acción de los microorganismos anaerobios en dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), sales minerales y nuevos constituyentes celulares microbianos (biomasa). Los ensayos de biodegradabilidad permiten obtener una aproximación al comportamiento que ofrecería la co-digestión anaerobia de determinados sustratos, con la ventaja de tiempo y sencillez que ofrecen los ensayos *in vitro*. De este modo, permiten evaluar de forma simultánea la viabilidad de un gran número de mezclas para co-digestión, ya que normalmente se realizan en viales de 120-1000 mL de capacidad.

Ensayos de biodegradabilidad realizados en la UPV

Siguiendo la metodología descrita en la norma UNE-EN ISO 11734:1999, se han realizado ensayos de biodegradabilidad de purines de cerdo y subproductos agrícolas. Como se ha comentado anteriormente, se han seleccionado subproductos de destrío típicos de la Comunidad Valenciana (tomate, pimiento, caqui y melocotón) y se ha valorado la viabilidad del proceso de co-digestión anaerobia con purines de cerdo.

Óptima transmisión del calor a la biomasa



BRUGG PIPESYSTEMS
Flexible solutions

Tubería flexible de acero inoxidable corrugado en espiral, que provoca un régimen semi-turbulento en el flujo del agua, lo que consigue:

- Impedir depósitos calcáreos en el tubo.
- Alta transferencia de calor, de hasta un 50% superior a los tubos convencionales.

Fácil y rápida instalación

- Sellado con **juntas de grafito** (GRAPA) para una rápida y sencilla instalación.
- Conexiones **sin soldaduras** incluso en las pasantes entre paredes de tanques.
- Circuitos de **una sola tirada** de hasta 1.000 m.

Distribuido en exclusiva por:

Fullgas.es
902 100 345



En estos ensayos, cada uno de los co-sustratos agrícolas se ensayó a tres niveles de inclusión (15%, 30% y 50%), en base al porcentaje de sólidos volátiles (SV) procedente del sustrato agrícola.

agrícola. Así mismo, se obtuvo una mayor producción de metano con las mezclas compuestas por todos los desechos hortícolas respecto a las mezclas con co-sustratos procedentes de frutales.

muestra en la **Figura 2**. La mezcla que mayor potencial de producción de metano presentó fue la co-digestión de purines de cerdo y pimiento al nivel de inclusión del subproducto agrícola de un 50%, obteniéndose en este caso, un 44% más de metano que con la digestión única de purín de cerdo.



Figura 1. Distintas fases en la monitorización y determinación de la producción acumulada de biogás obtenido mediante ensayos de biodegradabilidad

Para realizar el ensayo se emplearon viales de vidrio de 120 mL, cerrados herméticamente mediante séptums de butilo y cápsula de aluminio. La monitorización de las presiones a lo largo del tiempo permitió la determinación de la producción acumulada de biogás (CH_4 y CO_2)

Los datos experimentales obtenidos de producción de metano variaron desde 226,65 mL CH_4 g/SV añadido, obtenido con la co-digestión de purines de cerdo y caqui con el nivel de inclusión 1 (30% en SV), hasta los 343,46 mL CH_4 g/SV añadido, producido por la mezcla de purines de cerdo y pimiento al nivel de inclusión 3 (50% en SV), observándose mayores potenciales de biodegradabilidad conforme aumenta el nivel de inclusión del sustrato

En cuanto al tipo de subproducto agrícola empleado, el pimiento produjo mayores potenciales de producción de metano, seguido del tomate, el melocotón y por último el caqui, tal y como se

Ensayos en continuo en el CITA

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de biodegradabilidad, el siguiente paso consiste en el ensayo en continuo de aquellas mezclas que poseen mayores potenciales. Mediante los ensayos en continuo, podemos simular las condiciones que tienen lugar en los digestores que se emplean habitualmente para el tratamiento de estiércoles y purines, y de este modo, ajustar los parámetros de funcionamiento del digester. Esta etapa supone la optimización del proceso, teniendo en cuenta los condicionantes de gestión y planificación de los sustratos, biogás generado, producción de energía, aprovechamiento de calor, etc. que

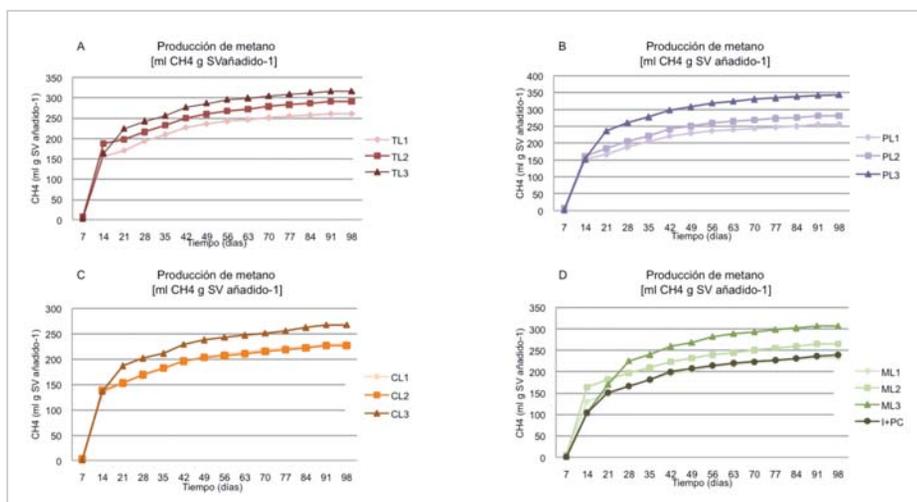


Figura 2. Producción acumulada de metano para: (A) Tomate (T), (B) Pimiento (P), (C) Caqui (C). (D) Melocotón (M) y purín de cerdo (PC) siendo 1,2 y 3 los grados de inclusión empleados (15, 30 y 50%).



Figura 3. Detalles de digestores en continuo en las instalaciones del CITA

implican la co-digestión anaerobia a gran escala

A partir de los resultados de este trabajo, el siguiente paso para la implantación de estas mezclas en digestores a escala industrial, es evaluar a co-digestión de purines de cerdo con pimiento, tomate y melocotón por separado, en continuo, empleando las combinaciones que mayores potenciales generaron en los ensayos *in vitro*. Para ello se prevé la realización de estudios del comportamiento de estas mezclas en digestores en continuo de 6 L de capacidad que posee el CITA y en un digestor de 1 m³ al que se llevará la mezcla que resulte la óptima entre las testadas en los digestores de 6 L.

A partir de las conclusiones obtenidas en los citados estudios, se dispondrá de la información necesaria para abordar ensayos de co-digestión en continuo y optimizar la valorización energética de subproductos agrícolas y ganaderos en la Comunidad Valenciana.



CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITOS

Depósitos de hormigón armado monolíticos para la agricultura.
Plantas de biogás
Depósitos para purines
Silo para cereales
Silos para piensos
Silos horizontales



WOLF System SLU. C/ Conestable de Portugal, 43/3°. 08402 Granollers (Barcelona). Tel.: +34 93 860 32 05 Fax: + 34 90 080 73 80
mail@wolfsystem.es / www.wolfsystem.es