Obtención de biogás a partir de efluentes porcinos como alternativa de mitigación de emisiones

Artículo largo

Lucas Romat; Guillermo Fernandez; Alicia Fabrizio de Iorio; Martha Bargiela*

Cátedra de Química Inorgánica y Analítica, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, Argentina

*bargiela@agro.uba.ar

Resumen

El presente trabajo estudió la posibilidad de producción de biogás usando efluente de una granja de cerdos ubicada en el partido de Azul (Buenos Aires, Argentina). Durante 50 días se registró la producción en batch de efluentes sin modificar, se agregó excretas del mismo establecimiento para llegar a un 9 % de sólidos totales y se reemplazó parte de las excretas por rastrojo de maíz para mejorar la relación C/N. Además, con base en la caracterización del efluente y de las lagunas de contención, se calculó la emisión de CH_4 a la atmósfera para estimar el impacto ambiental. Los resultados obtenidos reflejaron la necesidad del ajuste en el consumo de agua en el establecimiento. El agregado de una fuente con altas relaciones C/N, no resultó en un aumento de la producción. La implementación de esta tecnología sólo basada en residuos contribuiría a ajustar la variable económica que, en muchos casos, desanima su uso.

Palabras clave:

Tratamiento de efluentes; Usos del agua; Emisión de metano, Biodigestor.

Obtaining biogas from pig effluents as an alternative to mitigate emissions

Abstract

The present study analyzed the possibility of biogas production using pig effluent from a farm located in the Azul district (Buenos Aires, Argentina). Batch production of the unmodified effluents (T1) was recorded for 50 days, adding excrement from the same establishment to reach 9 % of total solids (T2) and replacing part of the excrements with corn stubble to improve the C / N ratio (T3). In addition, based on the characterization of the effluent and the waste water lagoons, the CH_4 emissions released into the atmosphere were calculated to assess the environmental impact. The results obtained reflected the need to adjust water consumption in the establishment. The addition of a carbon source with high C/N ratios did not result in an increase in production. The implementation of this technology only based on waste would help to adjust the economic variable that in many cases discourages its use.

Keywords:

Effluent treatment; Water uses; Methane emission; Biodigester.

Forma de citar: Romat, L., Fernández, G., Fabrizio de Iorio A., y Bargiela, M. (2021). Obtención de biogás a partir de efluentes porcinos como alternativa de mitigación de emisiones. RedBioLAC, 5, 55-59.

Introducción

El sector porcino experimentó en las últimas dos décadas un fuerte crecimiento en la República Argentina. Esto se debe en parte a la incorporación de nuevos productores desde mediados de la década anterior y por el crecimiento del número de madres en las granjas ya instaladas.

Este gremio se caracteriza por la presencia de una cantidad significativa de pequeños y medianos productores, y algunos con grandes capacidades de producción. Tan solo el 2,27 % de los productores poseen granjas de más de 100 madres en producción, el 39 % de las cerdas del país (AAPP, 2018). En muchos casos, las granjas de pequeña o mediana escala productiva carecen de tratamiento alguno de sus efluentes, ya sea porque son producciones a campo abierto, por falta de infraestructura y mantenimiento, o por escasez de presupuesto. Por tal razón los efluentes son conducidos directamente por arrastre de agua a un cuerpo receptor que puede o no tener un filtrado previo mediante el uso de vegetación. En los casos donde exista tratamiento, se busca disminuir la carga orgánica a través de lagunas en serie que pueden o no tener un pozo estercolero para la remoción previa de sólidos (MGAyP, 2018). Debido a que estas lagunas ocupan grandes superficies de terreno, los pequeños y medianos productores se desaniman y han comenzado a buscar otras alternativas. Una posible solución, tanto ambiental como económica, podría ser el uso de los efluentes para la obtención de energía a través de la generación de biogás (compuesto principalmente por 50-70 % de CH_4 y 27-45 % de CO_2). De este modo, se evita la emisión directa de CH_4 (GEI) a la atmósfera y se estabiliza la materia orgánica en el digerido obtenido, Esto disminuiría su volumen y peligrosidad al ser utilizado como un fertilizante.

El objetivo del trabajo fue analizar la posibilidad de obtención de biogás a partir de efluentes porcinos y su potencial energético. Para ello, se midió la producción de biogás en sistemas batch por codigestión de mezclas de efluente porcino, estiércol y rastrojo de maíz y se consideró la relación C/N y el contenido de sólidos totales. Además, se estimó analíticamente la liberación de metano al ambiente de las lagunas de efluentes a partir de las características iniciales del efluente empleado. Todo esto con el fin de generar conocimiento que aporte al uso de tratamientos alternativos que permitan una reducción en el impacto ambiental negativo de dichos efluentes y beneficios para los productores.

Metodología

Ubicación y caracterización del establecimiento donde se realizó el estudio

El trabajo de investigación se realizó en una granja de cerdos ubicada en el partido de Azul, con 1000 madres en producción (**Figura 1**).

En los sistemas intensivos de producción, los galpones cuentan con pisos slat de cemento. En la parte inferior, se pueden encontrar piletas para la recolección de los desechos en las cuales empieza el proceso de degradación de la materia orgánica, gracias al agregado de bacterias cuya función es disminuir el contenido de contaminantes.

Figura 1 | Imagen satelital del establecimiento.

La granja se puso en funcionamiento a principios de 2007. Desde su construcción, el número de madres aumentó un 260 % y creció en los principales indicadores productivos. Sin embargo, el tratamiento de efluentes sigue siendo el mismo.

Las piletas de los galpones son vaciadas regularmente y su contenido es bombeado a una laguna impermeabilizada de 80 metros de largo, 40 metros de ancho y 4 metros de profundidad (**Figura 2**). Esta a su vez, se conecta con otra laguna en tándem de dimensiones similares. Se utiliza el agua de la segunda laguna para fertilizar y regar los alrededores de la granja.

Figura 2 | Laguna 1.

Muestreo del efluente y caracterización
Antes de que sea vertido a la primera laguna, se tomo un muestreo del efluente. Para caracterizarlo se determinó pH, conductividad eléctrica (CE), porcentaje de sólidos totales (%ST), sólidos fijos (%SF) sólidos volátiles (%SV) y nitrógeno Kjeldahl (NKj) por métodos estandarizados (APHA, 1992).

Producción de biogás
Se realizó un ensayo en sistemas batch con botellas de vidrio color ámbar, para evitar la reacción de la materia orgánica con la luz de 1060 ml de capacidad (Varnero, 2011). El inóculo consistió en efluente porcino ya incubado durante 12 días para garantizar la presencia de bacterias adaptadas al sustrato a utilizar.

Se estudiaron tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

T_1: 90 % Efluente porcino puro + 10 % inóculo
T_2: 80 % Efluente porcino puro + 10 % estiércol + 10 % inóculo
T_3: 81 % Efluente porcino puro + 8 % estiércol + 1 % rastrojo de maíz + 10 % inóculo

Según bibliografía consultada, se esperaba que el efluente tuviera alrededor de 3 % de sólidos totales (%ST) con una relación C/N baja. El valor ideal de %ST para una producción adecuada se encuentra entre 7 % y 10 % (Groppeli y Giampaoli, 2001), Por lo que se trató de alcanzar un 9 % ST al agregar a los otros tratamientos el contenido de sólidos faltante con excretas pertenecientes al mismo establecimiento (T_2), y una mezcla de excretas y rastrojo de maíz para elevar la relación C/N (T_3). Una vez obtenidas las mezclas, se determinó pH, CE, %ST, %SF, %SV, y NKj como en el efluente original.

Los digestores fueron mantenidos a una temperatura de alrededor de 34 °C en baño de agua. La producción de biogás se determinó cada tres días mediante la medición del volumen desplazado de agua acidulada (para evitar la disolución del CO_2), según la metodología de Menna *et al.* (2007) calibrado en trabajos anteriores (Sánchez Wilson *et al.*, 2017).

Se eligió un tiempo de retención hídrica de 50 días, aunque elevado para la digestión de residuos por la posible acumulación, para efecto de llegar a la máxima producción de biogás. Se tomó en cuenta que para las zonas de clima templado los tiempos óptimos están entre los 40 y 60 días (Varnero, 2011).

Una vez terminado el ensayo se determinaron los mismos parámetros que se midieron en los sustratos usados en cada tratamiento, con el fin de evaluar cambios producidos durante la digestión.

Determinación de la emisión de metano de la laguna
Se utilizó el cálculo empleado en las metodologías aprobadas de la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) para estimar la producción de CH_4 en función de la cantidad de contaminantes orgánicos removidos (expresados como DQO):

$$CH_4 = Bo * MCF * DQO_d$$

Bo: máxima capacidad de producción de CH_4 del agua residual: 0,25 $kgCH_4$/kg DQO, para efluentes cloacales en condiciones óptimas en reactores anaeróbicos según el IPCC (Nolasco, 2010).

MCF (Factor de Corrección de CH_4): la fracción de materia orgánica que será degradada en condiciones anaeróbicas. Dado que la profundidad de las lagunas es de 4 metros, se consideró un valor de 0,8.

DQOd (Demanda Química de Oxígeno degradada): contenido de materia orgánica presente en el efluente degradado durante el tratamiento, medido como $KgDQO/m^3$.

Resultados y discusión

En la **Tabla 1** se pueden ver las características físico-químicas de cada tratamiento previo a la digestión y también de cada repetición post digestión.

Para realizar las mezclas de cada tratamiento se midió el %ST de los diferentes sustratos. El efluente porcino resultó en un 3,03 % de ST similar a lo afirmado por Groppelli y Giampaoli (2001). El valor de 87 %ST para el rastrojo de maíz, se encontró en el intervalo considerado por la FAO (entre 77 y 89 %ST). En el caso del estiércol porcino, lo obtenido en laboratorio de 57,4 % ST no coincidió con los valores de la bibliografía, entre 10 y 45 % (Varnero, 2011). Esto posiblemente se debe a que perdió humedad en el lapso dado entre la recolección y el estudio de este.

Los valores de pH, CE y N están dentro de los planteados por la literatura (Sosa, 2016; Groppelli, y Giampaoli, 2001). Estos pueden variar de acuerdo con el tamaño de la granja, el sistema de producción, el tipo de explotación, la edad del animal, la dieta y el manejo de las granjas porcinas (Martínez-Suller,2007). En el caso del pH, los valores resultaron cerca de la neutralidad dentro del intervalo óptimo para el crecimiento de los metanógenos de 6,8 a 7,5 (Jiménez, 2012).

Se obtuvo una mejora en la relación C/N para las mezclas T2 y T3, aunque todavía lejos del rango óptimo para la biodigestión (**Tabla 1**). Con relaciones C/N bajas, el exceso de amonio puede actuar como inhibidor del proceso de biodigestión (Varnero, 2011).

Tabla 1 | Características físico-químicas de los tratamientos pre y post digestión.

Predigestión	%ST	%SF	%SV	pH	CE	N	C/N
T1	3,03	0,89	2,14	7,03	14,9	0,22 %	4,86
T2	8,46	2,84	5,62	7,85	15,05	0,45 %	6,23
T3	9,07	2,27	6,80	7,7	15,25	0,29 %	11,66
Postdigestión							
T1	2,45	0,85	1,6	7,5	17,48	0,31 %	2,59
T2	6,01	1,17	4,83	6,9	19,23	0,48 %	4,99
T3	6,13	1,24	4,89	7,2	17,69	0,45 %	5,5

Producción de biogás

En la **Figura 3** se puede ver la evolución de biogás acumulado en ml a lo largo del tratamiento. En los últimos días los incrementos diferenciales fueron muy bajos y llegaron a una meseta de producción. Debido a la gran cantidad de efluentes que se generan por día en la granja (80m^3), fue importante identificar el tiempo de retención ideal que opitimizara la producción de biogás y el tamaño del digestor a construir, que resultó ser de 30 días, donde en los tratamientos T2 y T3 se acumuló el 82 % del biogás producido y en T1 el 65 %.

T1 produjo poco biogás durante todo el ensayo. Tanto T2 como T3 presentaron una tendencia similar de producción, por lo que resulta importante mencionar que cualquier tipo de manejo debe buscar aumentar los sólidos totales del efluente, especialmente frente a la eficiencia en el uso del agua, una gran problemática en estas producciones intensivas. (Garzón-Zúñiga y Buelna, 2014; Wilson y otros, 2017).

No se observaron diferencias significativas entre las medias de biogás acumulado al día 50 entre T2 y T3, por lo que el agregado de rastrojo, aunque mejoró levemente la relación C/N (**Tabla 1**), no tuvo una importancia de peso en la producción.

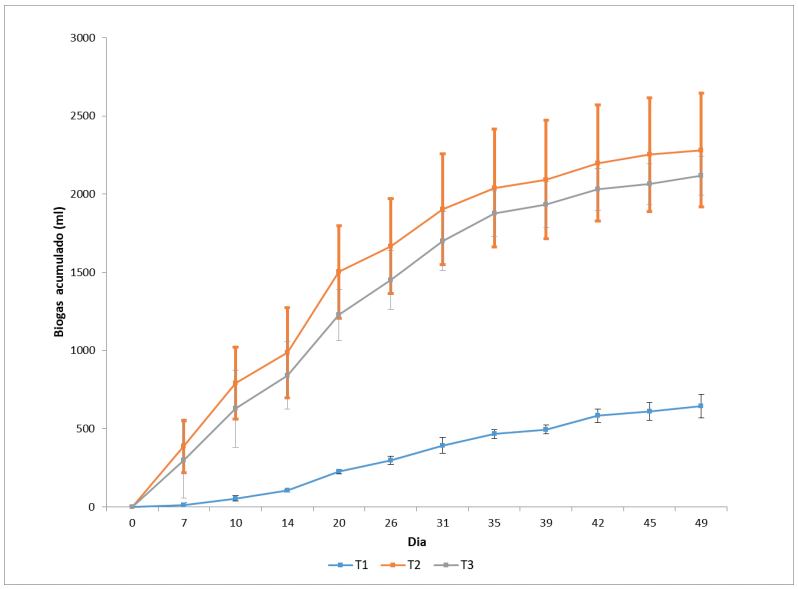

Figura 3 | Biogás acumulado en ml, según tratamiento a lo largo de los 50 días.

Estimación analítica de la emisión de CH_4

Según la DQO del efluente (19 742 mgO_2/l) y las dimensiones de las lagunas de contención, se estimó que se liberan 3,95 Kg CH_4/m^3. Si se considera que se producen alrededor de 80 litros de efluente por madre en cada día (Vicari, 2012) y que la granja cuenta con mil madres en producción, la liberación de metano por día resultó de 316 Kg.

Los sistemas de digestión anaerobia presentan eficiencias de remoción entre 81,7 y 97,5 % de la DQO (Garzón-Zuñiga y Buelna, 2014). Suponiendo que la eficiencia mínima de remoción de la DQO resultante es de 3,621 mgO_2/l y que el volumen permanece constante, se liberarían 54 Kg CH_4 post digestión y se produciría una disminución importante.

Conclusión

Para mejorar la producción de biogás del efluente en este tipo de establecimientos, es necesario eficientizar el uso del agua con el fin de obtener un purín con mayor concentración

de sólidos. Sin embargo, habría que considerar que esto implica mayores concentraciones de contaminantes.

El agregado de una fuente carbonada con altas relaciones C/N no resultó en un aumento de la producción de biogás. Se deberían probar distintos porcentajes con el fin de continuar las evaluaciones.

La emisión de CH_4 a la atmósfera obtenida a partir de la DQO resulta muy elevada. Cualquier tratamiento que busque disminuir dicho impacto sería beneficioso para el ambiente. Los biodigestores resultan una excelente opción y la implementación de esta tecnología basada únicamente en residuos, contribuiría a ajustar la variable económica que en muchos casos desanima su uso.

Referencias

A.P.H.A., A.W.W.A., y W.P.C.F. (1992). Métodos Normalizados para análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos. S.A. 1816 pp.

A.A.P.P. Asociación Argentina Productores de Porcinos. Staff Económico. (2018). ¿Qué pasa con nuestros costos de producción? Ganados y Carnes. https://ganadosycarnes.com/sector-porcino-que-pasa-con-nuestros-costos-de-produccion/

Garzón Zúñiga, M. A., y Buelna, G. (2014). Caracterización de aguas residuales porcinas y sus tratamientos por diferentes procesos en México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 30(1). 65-79.

Groppelli E. S., y Giampaoli, O. A. (2001). El Camino de la Biodigestión. Ambiente y tecnología socialmente apropiada. Universidad Nacional del Litoral – UNL - PROTEGER . Amigos de la Tierra,

Martínez-Suller, L. (2007). Caracterización del purín de bovino y porcino en la región de Lombardía (Italia): relación entre propiedades físico-químicas y valor fertilizante. 1Library. https://1library.co/document/zk8vvg4z-caracterizacion-porcino-region-lombardia-relacion-propiedades-quimicas-fertilizante.html

Menna, M., Branda, J. Murcia, G, Garín, E., Belliski G., y Moschione, E. (2007). Metodología de bajo costo para la cuantificación de biogás en biodigestores de laboratorio. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 11: 107-113.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. (2018). Información estadística. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/

Nolasco, D. A. (2010). Desarrollo de proyectos MDL en plantas de tratamiento de aguas residuales. Banco Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente. Nota técnica nº 116.

Sanchez Wilson, M., Rossi J, Fernandez G, F., y de Iorio A, Bargiela M. (2018). Efluentes de tambos: una propuesta integral para su tratamiento. V Jornadas Interdisciplinarias “Ciclo del agua en agroecosistemas”. Buenos Aires.

Sosa, N., Orcellet J., y Gambaudo S. (2016) Uso agronómico de residuos orgánicos de origen animal. XXIV Congreso AAPRESID. https://2016.congresoaapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Sosa-Nicolas-acta.pdf

Varnero, M. T. (2011). Manual de biogás. FAO

Vicari, M. P. (2012). Efluentes en producción porcina en Argentina: generación, impacto ambiental y posibles tratamientos [Tesis de pregrado Universidad Católica Argentina]. http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efluentesproduccion-porcina-argentina.pdf