

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y EL PORCENTAJE DE SÓLIDOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE EFLUENTES DE UNA GRANJA PORCINA

M. D. Tenev¹, L. C. Prieto Mosquera², A. Farías³, M. G. Passaretti⁴, M. I. Sánchez de Pinto⁵.

GISTAQ (Grupo de Investigación y Servicios a Terceros en el Área Química). Facultad Regional Resistencia – Universidad Tecnológica Nacional. French 414. CP: 3500. Tel: 0362-44-32928. e-mail: gistaq@gmail.com

⁵Universidad Nacional de Santiago del Estero.

RESUMEN: El objetivo del estudio fue determinar la influencia de la temperatura y el porcentaje de sólidos totales, en la generación de biogás. Para ello se realizaron distintas experiencias a escala laboratorio en condiciones batch. Se instalaron, en baños termostáticos con temperaturas de 30 y 40°C, 6 reactores de diferentes capacidades: 0.5 y 5 L. La biodigestión se llevó a cabo durante 35 días. Se observó una mayor producción en el reactor de mayor temperatura y porcentaje de sólidos totales. Los resultados mostraron que la concentración de metano en el biogás generado fue entre un 60-80% en los reactores 4, 5 y 6 tomados como referencia por ser los de producciones máxima, intermedia y mínima; la reducción de sólidos totales, sólidos volátiles y cenizas fue mayor a menores temperaturas; los contenidos de carbono orgánico total, nitrógeno total y demanda química de oxígeno tuvieron comportamientos similares; y la concentración de fósforo se duplicó.

Palabras clave: Biogás, efluentes porcinos, digestión anaeróbica.

INTRODUCCIÓN

El uso de energías renovables (eólica, solar, biogás, etc.) se está expandiendo alrededor del mundo debido a varias razones, algunas de ellas son: la monopolización y el aumento de los precios de los combustibles derivados del petróleo, y la creciente preocupación de ciertos sectores por el deterioro del medio ambiente.

En Argentina, la ley 26.190 impulsa la realización de inversiones relacionadas con emprendimientos para la producción de energía eléctrica, a partir del uso de fuentes renovables de energía (eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás), en todo el territorio nacional. Se incluye la construcción de obras civiles, electromecánicas y de montaje, la fabricación y/o importación de componentes para su integración a equipos fabricados localmente, y la explotación comercial.

La tecnología de biodigestión o digestión anaeróbica, aplicada a residuos biodegradables de diferentes orígenes, permite la obtención de un producto llamado biogás, al mismo tiempo que se obtiene como subproducto un efluente con características que permiten utilizarlo como fertilizante (bioabono) (Terhoeven-Urselmans et al, 2009, Soria Fregoso et al, 2001, Qia, Xinshan, 2005).

El biogás es una mezcla de gases cuya composición varía de acuerdo a los métodos de su producción. Sus componentes principales son el metano y el dióxido de carbono e incluye, además, pequeñas cantidades de nitrógeno, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno, vapor de agua, amoníaco y compuestos aromáticos, como por ejemplo el escatol y el catecol. (Pedroso, 2007). Se ha demostrado que el biogás obtenido mediante éste método es un combustible confiable siempre que el contenido de metano sea mayor del 50% (Hilbert, J.A. 2008) y entre sus principales propiedades físicas se destaca su capacidad de quemarse, con llama azul y casi sin olores. (Carrillo, 2003).

El proceso de conversión anaeróbica depende de diversos factores, como ser: pH, temperatura, disponibilidad de nutrientes y presencia de sustancias tóxicas, entre otros (Sosa et al., 1999). La producción de biogás dependerá entonces de la correcta evaluación, control y equilibrio entre los factores mencionados.

El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de la temperatura y de la concentración de sólidos totales, durante la digestión anaeróbica de los residuos provenientes de una granja porcina, en la cantidad de biogás producido.

METODOLOGÍA

El efluente en estudio proviene del lavado de los corrales de una granja porcina ubicada en la localidad de Margarita Belén (Chaco – Argentina), por lo que, además de excretas de porcinos, contiene restos de alimentos, pajillas, etc. El canal por donde sale el efluente, en el cual se realizó la toma de muestra, es abierto, por lo que se incorporan además materiales naturales, como hojas, semillas, etc.

La muestra se recolectó en un contenedor a temperatura ambiente y se la trasladó al laboratorio de análisis GISTAQ de la UTN – FRRe. Allí, en primer lugar se determinó su concentración de sólidos totales (ST) según STANDARD METHODS APHA AWWA WEF.

A partir de la muestra original (23%ST) se realizaron diluciones obteniéndose distintas concentraciones de trabajo (3,12%, 5,3%, 8,3%, 12,1%, 17,59% y 19,12%), cuyo porcentaje de sólidos volátiles fue en promedio de $39 \pm 4\%$ y cenizas de $61 \pm 4\%$, referidas a los sólidos totales de las distintas disoluciones. El pH se ajustó a 7.17 ± 0.25 .

¹ Docente Investigador UTN

² Docente Investigador UTN

³ Docente Investigador UTN

⁴ Becario BINID UTN

⁵ Docente Investigador UNSE

El equipo experimental constó de 6 reactores batch de diferentes capacidades: R1, R2 y R3, de 500 ml y R4, R5 y R6, de 5 L. Las temperaturas de las experiencias se mantuvieron en 30° y 40°C, respectivamente, instalando los reactores en baños termostatzados. Los parámetros operacionales se muestran en la Tabla 1.

Reactor	Volumen [L]	Temperatura [°C]	pH inicial	Sólidos Totales [%]
R1	0.5	40	7.17	5.3
R2	0.5	40	7.17	8.3
R3	0.5	40	7.17	12.1
R4	5.0	30	7.17	3.1
R5	5.0	30	7.17	17.6
R6	5.0	40	7.17	19.1

Tabla 1: Parámetros operacionales de los diferentes reactores.

El biogás generado se midió por desplazamiento de agua en gasómetro invertido y los reactores se agitaron dos veces por día. La experiencia se llevó a cabo durante un período de 35 días, y se consideró finalizada cuando la producción de biogás detectada ya no fue significativa.

La composición del biogás se determinó mediante la técnica de Orsat y a la muestra final (luego de 35 días), se le midieron parámetros como: porcentaje de sólidos totales (%ST), sólidos volátiles (%SV) y cenizas (CZ), pH, carbono orgánico total (COT), nitrógeno total (NT), alcalinidad total (pH 4,3) y parcial (pH 5,4), fósforo, potasio, sodio y DQO según STANDARD METHODS APHA AWWA WEF.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestra la cantidad de biogás acumulado generado por los reactores R1 a R6, para las distintas concentraciones de sólido inicial y diferentes temperaturas:

Reactor	Sólidos Totales [%]	Temp. [°C]	Biogás acumulado durante 35 días [L biogás /L de reactor]	Biogás acumulado durante 35 días [L]
R1	5.3	40	7.1	3.6
R2	8.3	40	11.3	5.7
R3	12.1	40	12.2	6.1
R4	3.1	30	4.3	21.5
R5	17.6	30	9.2	46.0
R6	19.1	40	14.8	74.0

Tabla 2: Cantidad de biogás generado por reactor durante 35 días.

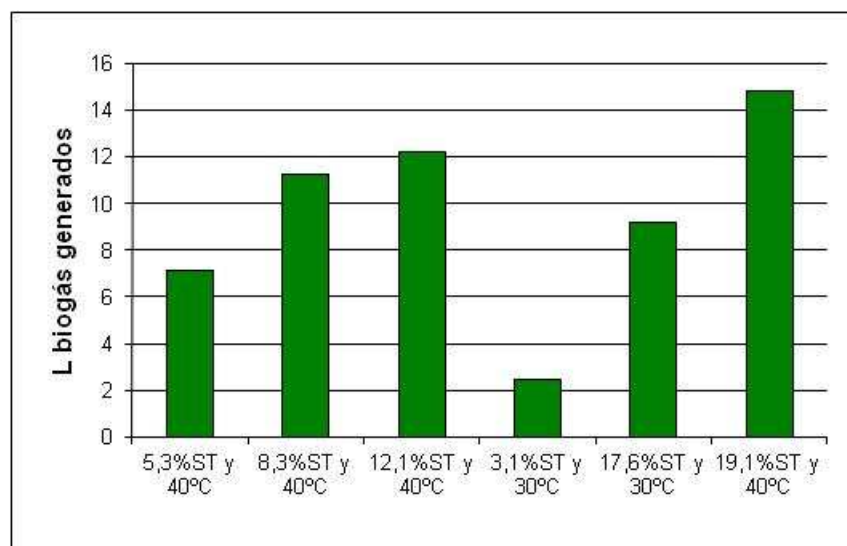


Gráfico 1: Producción final de biogás por litro de reactor para distintas condiciones.

En el Gráfico 2 se observa que en los primeros 4 días la cantidad de biogás acumulado generado en los reactores varía muy poco con la temperatura y el contenido de ST, pero, con el pasar de los días, la diferencia se va incrementando. Se ve favorecida la generación de biogás para los reactores con mayor temperatura (R6 vs R5) y mayor contenido de %ST (R2 vs R1), y se observa que, para el R4, con la menor temperatura y porcentaje de sólidos, se tuvo la menor velocidad y producción de biogás.

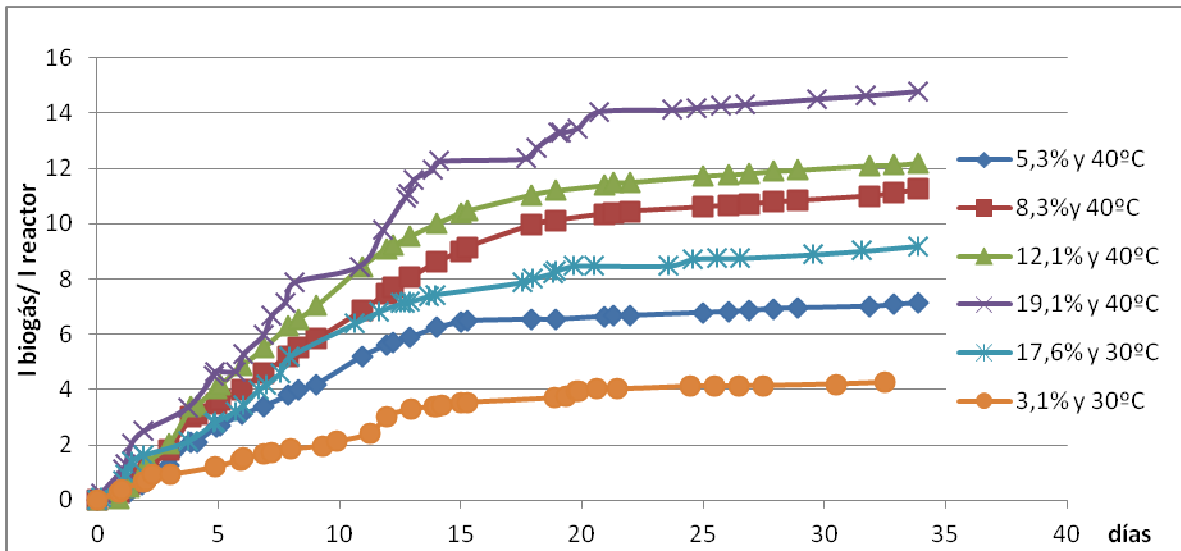


Gráfico 2: Producción acumulada de biogás para los distintos reactores durante el período de la experiencia.

Se finalizó la experiencia al no detectarse producción de cantidades significativas de biogás luego de 35 días. A las muestras finales de los reactores, se les determinaron los contenidos de sólidos totales, sólidos volátiles, cenizas, carbono orgánico, nitrógeno total, demanda química de oxígeno y fósforo. En la tabla 3 se muestran los resultados para los reactores R4, R5 y R6, que son los de producciones mínima, intermedia y máxima de biogás. Los valores se expresan en porcentajes de reducción para todos los parámetros evaluados, excepto el fosforo que se expresa en porcentaje de incremento.

La remoción de sólidos totales y sólidos volátiles fue mayor a menor temperatura. Los contenidos de COT, NT y DQO tuvieron comportamientos similares entre sí en cuanto a los porcentajes de reducción respecto a sus muestras iniciales. La concentración de fósforo se duplicó durante la experiencia, parámetro que será evaluado en experiencias posteriores.

% de reducción					
	R4	R5	R6	Promedio	Desviación estándar
Sólidos totales %	90	83	44	72	25
Sólidos volátiles %	89	89	55	78	19
Cenizas %	90	78	35	68	29
COT %	97	80	73	83	12
NT %	97	98	96	97	1
DQO %	87	95	97	93	5
% de incremento					
Fósforo %	56	50	26	44	16

Tabla 3: Porcentajes de reducción e incremento para los resultados de la muestra final de los reactores: R4:3,1% ST – 30 °C, R5:17,6% ST – 30 °C y R6:19,1% ST – 40 °C.

Respecto a la composición del biogás, mediante la técnica de Orsat se cuantificó el contenido de CO₂ y por diferencia se determinó el contenido de gas CH₄ (se consideraron despreciables las cantidades de otros gases (Hilbert, J.A. 2008). La composición del biogás obtenido en las experiencias fue de 60-75% de metano y de 25-40% de dióxido de carbono respectivamente, para todas las concentraciones ensayadas. Se observaron porcentajes similares para los reactores R4, R5 y R6, que son los de producciones mínima, intermedia y máxima de biogás, durante los días de experiencia.

	R4	R5	R6
CO ₂ %	26	36	39
CH ₄ %	74	64	61

Tabla 4: Porcentajes promedio de los contenidos de CO₂ y CH₄ para los reactores R4, R5 y R6.

CONCLUSIONES

Los resultados de las experiencias realizadas mostraron que los reactores con mayor temperatura generaron mayor cantidad de biogás. Asimismo el porcentaje de sólidos totales de las muestras influyó en forma directa sobre la producción: a mayor contenido de ST mayor producción de biogás en un mismo intervalo de tiempo. Lo mismo se observó con el porcentaje de sólidos volátiles, a mayor contenido mayor generación. Si bien las variables estudiadas afectaron la producción de biogás generado, no se vio afectada significativamente la relación CO₂/CH₄ obtenida.

Desde el punto de vista ambiental, luego de los 35 días de producción de biogás, en el efluente se observó una disminución de la demanda química de oxígeno significativa en las tres experiencias siendo el valor promedio de remoción de un 67% con

un máximo de remoción de 90%. Para el contenido de nitrógeno y carbono orgánico los porcentajes promedios son de 97 y 83% respectivamente.

REFERENCIAS

- Carrillo, L. (2003). Microbiología Agrícola. © Universidad Nacional de Salta. ISBN 987-9381-16-5. Capítulo 5. Pp 1-16.
- Hilbert, J.A. (2008). Manual de la producción de biogás. Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. – Castelar.
- Ley 26.190. Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/images/stories/Argentina_LEY%2026190.pdf
- Pedroso, P. (2007). Potencialidades para la producción de biogás en entidades y asentamientos poblacionales del Municipio Viñales. <http://www.monografias.com/trabajos41/produccion-biogas/produccion-biogas.shtml>
- Qia, X., Zhang, S., Wang, Y. y Wang, R. (2005). Advantages of the integrated pig-biogas-vegetable greenhouse system in North China. Ecological Engineering 24. Pp 177–185.
- Soria Fregoso, M. J., Ferrera-Cerrato, R., Etchevers Barra, J., Alcántar González, G., Santos, J. T., Borges Gómez, L. y Pereyda Pérez, G. (2001). “Producción de biofertilizante mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo”. Terra 19. Pp 353-362.
- Sosa, R., Chao, R y Del Río, J. (1999). Aspectos bioquímicos y tecnológicos del tratamiento de residuales agrícolas con producción de biogás Revista Computadorizada de Producción Porcina Vol:6 No:2.
- Terhoeven-Urselmans, T., Scheller, E., Raubuch, M., Ludwig, B. y Joergensen, R. G. (2009). CO₂ evolution and N mineralization after biogas slurry application in the field and its yield effects on spring barley Applied Soil Ecology 42. Pp 297–302.

ABSTRACT: The aim of this study was to determinate the influence of the temperature and the total solid concentration in the biogas generation. Different experiences were conducted at lab scale in batch conditions. 6 batch reactors of different capacities (500ml and 5L) were installed in a thermostated bath with temperatures of 30 and 40°C. The anaerobic digestion took place for 35 days. A bigger production was observed in reactor 6 of higher temperature and total solids. The results showed that the concentration of methane in the generated biogas was 60-80% in the reactors 4, 5 and 6, which were taken as reference for being the ones with maximum, intermediate and minimum production yield. Total solid reduction, total volatile solid reduction and ashes increased at lower temperatures. Similar behavior was found with total organic carbon, total nitrogen and chemical oxygen demand. Phosphorus concentration doubled.

Keywords: Biogas, swine effluent, anaerobic digestion.