



10

Comparación de la eficiencia de los biodigestores de cúpula fija y de geomembrana en los sistemas de producción porcina en la provincia de Cienfuegos

Comparison of the efficiency of the fixed dome and geomembrane biodigesters in the swine production systems in the Cienfuegos province

Ing. Osmany Chibás Guevara¹

E-mail: ochibas@ucf.edu.cu

Dr. C. Enrique Casanovas Cosío²

E-mail: ecasanovas@ucf.edu.cu

MSc. Alejandro Pérez Ponce²

E-mail: aponce@ucf.edu.cu

¹ Centro de Capacitación y Superación del Ministerio de la Agricultura en Cienfuegos. Cuba.

² Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Chibás Guevara, O., Casanovas Cosío, E., & Pérez Ponce, A. (2017). Comparación de la eficiencia de los biodigestores de Cúpula Fija y de Geomembrana en los Sistemas de Producción Porcina en la Provincia Cienfuegos. *Revista científica Agroecosistemas*, 5 (1), 79-83. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en la provincia Cienfuegos, a través de un diseño observacional, transversal en el mes julio de 2015, se compararon 6 biodigestores de Cúpula Fija y 6 de geomembrana de PVC, ambos de capacidad de 10 m³, establecidos en unidades porcinas de ceba con una capacidad de 50 – 100 animales, para determinar la eficiencia que mostraban en los sistemas de producción porcina no especializada. Para ello se determinaron indicadores de operación de los biodigestores pH, CE, DQO, DBO₅, SS, STV. Se alcanzaron valores de pH de 7,25, CE de 4070 (μ S/cm), DQO de 3833 mg/l, DBO₅, 1825,3 mg/l, SS de 78.3 ml/l para los biodigestores de Cúpula Fija y 7,21, 4072 (μ S/cm), 1890 mg/L, 1009.2 mg/l, SS de 76,6 ml/l para los biodigestores de geomembrana respectivamente. No se obtuvieron diferencias significativas entre los de efluentes de los tipos de biodigestores, excepto la DQO. Se obtuvieron porcentajes de remoción de DQO 51,2 y 64,5, DBO₅ 58,8 y 61,6, SS 57,6 y 55,0 STV 57,0 y 62,0 para los biodigestores de Cúpula Fija y de Geomembrana, respectivamente. Se concluyó que los biodigestores muestran baja eficiencia en los sistemas de producción porcina no especializada de la provincia Cienfuegos.

Palabras clave:

Biodigestores, cúpula fija, geomembrana.

ABSTRACT

The work was carried out in the province of Cienfuegos, through an observational design, transversal in the month of July 2015, 6 biodigesters of fixed dome and 6 of geomembrane of PVC, both with capacity of 10 m³, established in porcine units of Strain with a capacity of 50 - 100 animals, to determine the efficiency they showed in non-specialized porcine production systems. For this purpose, the operating indicators of the biodigesters pH, CE, COD, BOD₅, SS, STV were determined. PH values of 7.25, CE of 4070 (μ S / cm), COD of 3833 mg / l, BOD₅, 1825.3 mg / l, SS of 78.3 ml / l were reached for the Fixed Dome biodigesters and 7 , 21, 4072 (μ S / cm), 1890 mg / L, 1009.2 mg / l, SS of 76.6 ml / l for the geomembrane biodigesters respectively. There were no significant differences between the effluents of the biodigester types, except COD. Percentages of removal of COD 51.2 and 64.5, BOD₅ 58.8 and 61.6, SS 57.6 and 55.0 STV 57.0 and 62.0 were obtained for fixed-dome and geomembrane biodigesters, Respectively. It was concluded that biodigesters show low efficiency in the non-specialized pig production systems of Cienfuegos province.

Keywords:

Biodigesters, fixed dome, geomembrane.

INTRODUCCIÓN

Los métodos tradicionales para el saneamiento de efluentes no han logrado una eficiencia óptima en la disminución de los índices de contaminación de las aguas residuales a fin de que no sean agresivas a los cuerpos receptores China (2015).

La digestión anaerobia se ha convertido en una estrategia sustentable para el manejo adecuado de residuos, dado por su biodegradación hasta metano y la obtención de un lodo o efluente con propiedades biofertilizantes Ahring (1995).

Debido al perfeccionamiento del modelo económico del país y la necesidad de aumentar la oferta y cantidad de productos cárnicos para la población se ha impulsado el aumento de la producción porcina a partir de la descentralización de su sector especializado en convenios porcinos con personas jurídicas y naturales. Esto, además del aumento en la generación productiva, ha contribuido a la diseminación de residuos sólidos y líquidos que son necesarios tratar.

En la provincia de Cienfuegos se registran 208 biodigestores para el tratamiento de los residuales agropecuarios y específicamente los residuos porcinos (Oficina de Energía, 2016).

A partir del año 2015 el proyecto “Disminución de las emisiones de gases de efecto Invernadero en 6 comunidades del municipio de Cumanayagua del macizo montañoso de “Guamuhaya” en la provincia Cienfuegos y financiado por el Programa de Pequeñas Donaciones, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo y la ANAP de la provincia como Coordinadora- Ejecutora, comenzó la introducción de 50 biodigestores de Geomembrana de PVC, como nueva tecnología para aprovechar los residuales.

Estos biodigestores no han sido monitoreados, por lo que se planteó como objetivo comparar la eficiencia de los mismos en relación a los de cúpula fija.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la provincia de Cienfuegos en el mes de julio de 2015 en un diseño observacional transversal se escogieron aleatoriamente 12 biodigestores (seis de cada tipo) establecidos en unidades porcinas de ceba con una capacidad de 50 – 100 animales. Los mismos eran alimentados con concentrado ceba comercial que contenía PB: 16 %; Energía Mcal/kg de MS: 3.420; Calcio total: 0.60-0.80 %; Fósforo total P: 0.55-0.75 %, suministrado por la Fábrica de Piensos Centro, UEB Cienfuegos.

Se tomaron dos muestras por cada biodigestor en condiciones de explotación, una al material de entrada compuesto por una mezcla de purín de cerdo y agua (afluente) y otra al material de salida (efluente) las cuales fueron analizadas en el Laboratorio del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) de Cienfuegos. Se determinó Potencial de Hidrogeno (pH), Conductividad Eléctrica, Demanda química de oxígeno (DQO, mg/L), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5, mg/L), (ST, mg/L), Sólidos Sedimentables (SS, ml/l), Sólidos totales volátiles (STV, mg/L) según (APHA, 1995). La comparación para dos medias se realizó en Excel, para $P < 0.05$. Los valores de las variables expresadas en porcentajes se transformaron mediante

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los resultados de las medias de los efluentes de los tipos de digestores para las variables pH, CE, DBO5, SS, STV, por lo que estadísticamente puede asegurarse que el tipo de biodigestor no influyó en las transformaciones obtenidas en el efluente de los biodigestores estudiados (Tabla 1).

Los valores medios de pH obtenidos en el efluente de los dos tipos de biodigestores estudiados fueron de 7,25 para los de Cúpula fija y 7,21 para los biodigestores de Geomembrana, lo que denota como el pH se transforma a través de la digestión anaerobia de un medio ligeramente ácido a un medio básico. Chao, Sosa, & Cruz (2007) obtuvieron valores de pH entre 7.52 y 7.55 en el residual porcino a la salida de un biodigestor de bolsa plástica para granjas pequeñas de 20 animales en la Habana. Ruíz (2010) también coincidió en rangos de pH entre 6 y 8, tendiendo a la neutralidad en la medida que las excretas fueran más fresca y Espinosa et al (2013) consiguieron valores de 7,3.

Tabla 1. Comparación de medias de las variables a la salida de los biodigestores.

Tipo de Biodigestor	pH	CE	DQO	DBO5	SS	STV
		μ S/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Cúpula Fija	7,25	4069,8	3833,7	1825,3	78,3	6240
Geomembrana	7,21	4072,0	1890,5	1009,2	76,0	4140
P	0,820 NS	0,998 NS	0,006 **	0,10 NS	0,96 NS	0,12 NS

Leyenda: NS- no significativo; * - $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

Los resultados de la conductividad eléctrica muestran valores promedios de 4070 y 4072 (μ S/cm) en el efluente de los biodigestores de Cúpula fija y de

Geomembrana estudiados, respectivamente, que denotan altas concentraciones de sales y metales pesados en los efluentes (Espinosa et al., 2013 y Jiménez et al., 2014).

Los valores promedios de DQO fueron mayores ($P < 0.01$) en los de Cúpula Fija, influenciados por el manejo de los afluentes en condiciones de explotación y la disposición de los biodigestores. No obstante, Chará & Pedraza (2002) y Chao, Sosa, & Pérez (2005), obtuvieron valores de DQO en el efluente del biodigestor evaluado de 657 mg/l. Se corrobora que estos efluentes deben continuar su estabilización a través de otro tratamiento antes de ser utilizados en el suelo.

Los valores de DBO5 fueron 1825,3 mg/l y 1009,2 mg/l, para los de Cúpula fija y de Geomembrana, respectivamente. A su vez, los SS, se comportaron en 78,3 y 76,0 ml/l, para los biodigestores de cúpula fija y de Geomembrana respectivamente, coincidiendo con Jiménez et al., (2014) por la baja digestibilidad de los alimentos en los cerdos.

Según reporta Fernández et al.,(2000) estas sales pueden producir diferentes efectos como baja germinación de la semilla, deficiencias en la actividad fotosintética y crecimiento de la planta, obstrucción en los componentes de los sistemas de riego.

Se obtuvo una baja remoción de la Demanda Química de Oxígeno, con valores de 51,3 % para los digestores de Cúpula fija y 64,5 % para los de geomembrana (Tabla 2). Valores bajos (62 %) también encontraron Chao, Sosas, & Díaz, (2012), en un estudio en condiciones de explotación. En un estudio realizado en la Universidad de Santa Clara Sosa, Martínez, & Jiménez, (2015) los valores de remoción de DQO no sobrepasaron el 50 %. Estos resultados difieren de los obtenidos por (Chao, 1997); Chao, Del Río, & Sosa (2000), Chao, Sosa, & Pérez, (2005) que obtuvieron 72 % de remoción, resultados aceptables en condiciones controladas, también Chao, Sosa, & Cruz, (2007) lograron valores de remoción para la DQO de 71 % que lo catalogaron de muy favorables para un sistema de tratamiento de residuales porcinos. Por lo que es preciso prestar atención a la cantidad de residuales que entra al biodigestor, lo que se ha convertido en una práctica habitual en los biodigestores estudiados, conectar directamente la salida de las naves de producción a la entrada del biodigestor, acción que va en detrimento de la relación y calidad de la mezcla.

Tabla 2. Comparación de la remoción entre los biodigestores

	DQO, X̄		DBO5, X̄	
	Cúpula Fija	Geomembrana	Cúpula Fija	Geomembrana
Remoción %	51,3 (0,795) a	64,5 (0,950) b	58,8 (0,843) a	61,6 (0,883) a
P	0,018		0,478	
	SS, X̄		STV, X̄	
	Cúpula Fija	Geomembrana	Cúpula Fija	Geomembrana
Remoción %	57,6 (0,866) a	55,0 (0,836) a	57,0 (0,876) a	62,0 (0,906) a
P	0,390		0,669	

() Valores Transformados

Filas con superíndices diferentes difieren para $P < 0,05$

La Demanda Biológica de Oxígeno también mostró valores bajos, lo que demuestra que buena parte del material orgánico sale de los digestores sin ser descompuesto, teniendo una remoción de 58,8 % y 61,6 % en los de Cúpula Fija y Geomembrana respectivamente. Osorio, Ciro, & González (2007), alcanzaron remociones de DBO del 97.4 %, en biodigestores con alimentación controlada de residuos, con relación 3:1 (excretas + agua), Espinosa et al (2013) reportan remociones de 73.88 %.

Los STV, mostraron bajos valores de remoción 57,0 % para Cúpula Fija y 62,0 % Geomembrana, lo que repercute también en la cantidad de biogás producido. Estos difieren de los valores de remoción para los STV obtenidos por, Chao, Sosa, & Pérez (2005) de 85 % y Chao, Sosa, & Cruz, (2007) de 69 %.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los resultados del porcentaje de remociones de los tipos de digestores para las variables DBO5, SS, STV, por lo que estadísticamente puede asegurarse que el tipo de biodigestor no influyó en ellas. Solo mostró diferencias significativas el porcentaje de remoción de DQO entre estos tipos de biodigestores, motivado fundamentalmente por el manejo de los afluentes.

La descomposición de los residuales a través de procesos anaerobios pasan por cuatro fases fundamentales (hidrolítica, acidogénica, acetogénica y metanogénica) hasta la obtención de metano, por lo que la composición de la mezcla, la cantidad que alimenta el biodigestor, el tiempo de retención dentro del mismo, son elementos que deciden la calidad del proceso anaerobio esperado.

Los resultados demuestran que hay que prestarle seria atención al manejo de los biodigestores, pues

la posible "satisfacción" energética a partir del biogás obtenido podría enmascarar el tratamiento alcanzado en los residuales, que a la postre van a parar a determinados cuerpos receptores y son los causantes de: contaminación de los mismos, afectaciones a la cuenca subterránea, deterioro de los suelos, proliferación de enfermedades, entre otras, siendo necesario proseguir con la estabilización de los residuales a través de otros métodos.

CONCLUSIONES

Los indicadores operacionales de los biodigestores de geomembrana no mostraron diferencias con los de cúpula fija, excepto la demanda química de oxígeno, en los sistemas de producción porcina no especializada de la provincia de Cienfuegos.

Los biodigestores estudiados en los sistemas de producción porcina de la provincia Cienfuegos mostraron una baja eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahring, B. K. (1995). Methanogenesis in Thermophilic Biogas Reactors". *Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology*, 67(1), 91-102.
- APHA. (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Chao, R. M. (1997). Evaluación de un digestor de cúpula fija de 12 m³. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 4(3), 53-58.
- Chao, R., Sosa, R., & Cruz, E. (2007). Estudio del tratamiento de en una granja de cebar cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 14 (3).
- Chao, R., Sosa, R., & Pérez, A. (2005). Depuración de residuales porcinos mediante biodigestores de Cúpula Fija. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 12(1).
- Chao, R., Sosa, R., & Pérez, A. (2005). Depuración de residuales porcinos mediante biodigestores de cúpula fija. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 12(1), 57-59.
- Chao, R., Sosas, R., & Díaz, Y. (2012). Gasto de agua de limpieza y tratamiento del residual en naves de ceba porcina. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 21(3), 69-72.
- Chará, J., & Pedraza, G. (2002). Instalación y mantenimiento de biodigestores plásticos. 26-35.
- China, J. (2015). Digestion anaerobia para el tratamiento de residuo organico. In J. China Guzm'an, *Digestión anaerobia para el tratamiento de residuo orgánico*. España: Academia Española.
- Espinosa, N., Guardado, J., Ronaldo, S., & Díaz, B. (2013). *Evaluación integral de la producción de biogás en la Finca Agropecuaria San Antonio. Trabajo de Diploma*. Santa Clara: Universidad Martha Abreu. Las Villas.
- Fernández del Nero, F., Pavón, N., & Palacios, M. (2000). *Effect of different grades of AD over an installation of drip irrigation Congress on Desalination and reuse.* "Minutes Book. Murcia.
- Jiménez, Y., Valdés, L., Vidal, V., Castro, M., & Molineda, A. (2014). *Effluent treatments systems sewage porcine and its impact on agricultural production*. Ciego de Avila.
- NC 27. (1999). *Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado Especificaciones*.
- Oficina de Energia y Estadísticas. (2016). *Estadísticas de los biodigestores*. Cienfuegos.
- Ruiz, A. (2010). *Mejora de las condiciones de vida de las familias porcicultoras del Parque Porcino de Ventanilla, mediante un sistema de biodigestión y manejo integral de residuos sólidos y líquidos, Lima, Perú*. Barcelona: Tesis Doctoral. Instituto Químico de Sarria, Universidad Ramon Llull,.
- Sosa, M., Martínez, C., & Jiménez, J. (2015). *Parámetros de control y monitoreo del proceso en digestores anaerobios de pequeña escala y diferentes tecnologías. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrícola*. Villa Clara.