

**Uso del efluente de los biodigestores a partir de los residuales porcinos como abonos orgánicos**

**Use of effluent from biodigesters from pig effluents as organic fertilizers**

**Autor:**

Ing. Osmany Garrido-Montoya<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-2348-2191>

**Organismo:** <sup>1</sup>Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible (CATEDES).

**E-mail:** [ogarrido@catedes2.gtmo.inf.cu](mailto:ogarrido@catedes2.gtmo.inf.cu)

**Fecha de recibido:** 23 nov. 2021

**Fecha de aprobado:** 28 feb. 2022

**Resumen**

El presente estudio centró su atención en la producción de biogás y bioabonos, a partir de los efluentes de biodigestores en fincas agroenergéticas donde se producen alimentos y energía de forma integrada. El trabajo se realizó con el objetivo de determinar las propiedades de los efluentes como fertilizante orgánico, así como su factibilidad para su aplicación a los cultivos. Basada en estas experiencias se construyó, en la finca Tierra Brava del municipio Guantánamo un digestor con capacidad total de 36 m<sup>3</sup>, las producciones de biogás, se utilizan en la cocción del alimento humano y animal; así como bioabonos. En esta digestión se logró identificar dos tipos de productos como abonos: el bioabonos líquido que se denomina "biol" y el bioabonos sólido llamado biosol.

**Palabras clave:** Efluente, Abono orgánico, Biol, Biosol

**Abstract**

The present study focusses its attention on the production of biogas and biofertilizers, from the effluents of biodigesters in agroenergetic farms, where food and energy are produced, in an integrated manner. The work was carried out with the objective of determining the properties of the effluents as organic fertilizer, as well as its feasibility for its application to crops. Based on these experiences, a digester with a total capacity of 36 m<sup>3</sup> was built on the Tierra Brava farm in Guantánamo municipality. Biogas production has used in cooking human and animal food; as well as biofertilizers, used to improves oil fertility; they also allow the elimination of contamination caused by pig excreta in production scenarios, which generates a positive environmental impact. In this digestion it is possible to identify two types of products as fertilizers: the liquid biofertilizer called "biol" and the solid biofertilizer called biosol.

**Keywords:** Pigmanure, Organic fertilizer, Biol, Biosol

## **Introducción**

En el mundo existe en la actualidad una tendencia creciente a obtener y consumir productos inocuos, generados sin emplear insumos sintéticos, como insecticidas, herbicidas o fertilizantes inorgánicos.

En consecuencia, el diseño e instrumentación de sistemas agroecológicos de producción sostenida, en los que la adaptación y adopción de alternativas tecnológicas, a menudo facilita el diálogo entre los saberes tradicionales y los modernos, beneficia tanto a los agricultores como a los consumidores.

Las características y beneficios derivados de la digestión anaerobia han dado lugar a que este proceso se conciba no sólo como un método de descontaminación de residuos orgánicos, sino también como una vía sostenible para la generación de energía y nutrientes (Pérez, 1998; Ruvirosa y Sánchez, 1998; Pérez et al., 2000 y 2001).

En las investigaciones realizadas sobre abonos de origen orgánico; estos resurgen como una alternativa tecnológica que permiten disminuir los gastos para el consumo de fertilizantes inorgánico y agroquímicos, facilitan el reciclaje de desechos orgánicos que tradicionalmente han sido fuente de contaminación, así como su aplicación favorece al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, aumentando su fertilidad natural.

La inmensa mayoría de las investigaciones y desarrollo tecnológico hasta el presente, están dirigido hacia la producción de Biogás, son puntuales los trabajos con un enfoque integral, que contemplen el uso de los desechos sólidos y líquidos de los digestores como bioabonos.

El Biodigestor está diseñado para brindar al productor, de manera sencilla y económica, una solución para el tratamiento de los efluentes (desechos orgánicos), produciendo energía renovable, y como producto adicional, un potente fertilizante orgánico.

Es importante, medir el contenido de sólidos totales y volátiles ya que los elementos minerales como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio (N, P, K), de la biomasa origen, no solo permanecen en el efluente después de la fermentación, sino que además aumentan aproximadamente un 50 % en su concentración (Gropelli y Gianpaoli, 2001).

Durante la fermentación de los residuos se obtiene un “fango o lodo” con alta calidad fertilizante. Este es separado en dos componentes: el componente líquido conocido como “Biol”, el cual representa la mayor parte resultante y el componente sólido conocido como “Biosol”.

Una de las posibilidades del desarrollo agrícola, es el uso del Biol y el Biosol, que por su gran bondad bioestimulante, producido en forma natural y económica, beneficia el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La composición del Biol contribuye a reforzar el porcentaje de germinación y el crecimiento de los cultivos ya que contiene: materia orgánica, N, P, K, hormonas de crecimiento, vitaminas y aminoácidos (Gonzales, 2007).

Este autor señala que el N, P, K, constituyen sales solubles en agua y resultan los tres elementos considerados en la agricultura como los macro nutrientes, que deben estar presentes en suelos destinados a cultivos de cualquier índole.

El Biol se define como la fracción líquida resultante del efluente proveniente del fermentador o biodigestor. Este efluente es decantado o sedimentado obteniéndose una parte líquida a la cual se le llama "Biol". Aproximadamente el 90 % del material que ingresa al Biodigestor se transforma a Biol. Esto depende naturalmente del tipo de material a fermentar y de las condiciones de fermentación.

El Biosol resulta de la separación la parte sólida del efluente proveniente del fermentador o digestor, este material tratado puede alcanzar de un 25 % a solo el 10 % de humedad, su composición depende mucho de la materia orgánica introducida en el digestor.

La determinación de los análisis del Biol y el Biosol constituyen un potencial recomendado como aplicación en los cultivos, nutritivos para las plantas, sin la necesidad de utilizar fertilizantes químicos, que permiten mejorar el rendimiento y rentabilidad, además de favorecer las condiciones del suelo, su fertilidad y la retención de nutrientes.

El desarrollo de esta tecnología incluye una amplia investigación, la cual contribuye a crear alianzas con instituciones interesadas en el fomento de nuevas alternativas para la producción de los cultivos.

Objetivo general: Evaluar el potencial biológico de los efluentes disponibles en los residuales porcinos de la finca a través del uso de biodigestores.

Objetivo específico: Determinar los principales parámetros físico-químicos de los efluentes, mediante su caracterización a nivel de laboratorio.

## **Materiales y métodos**

De acuerdo a las características de los residuos a fermentar, se obtiene que el promedio de lodos saliente del biodigestor, representan aproximadamente entre el 85-90 % de la materia entrante. De esto, aproximadamente el 90 % corresponde al Biol y el 10 % al Biosol. Estos porcentajes varían según los residuos a fermentar y del método de separación empleado.

Los fertilizantes producidos por un biodigestor alimentado con estiércol de cerdo contienen de un 2-3 % de Nitrógeno, 1-2 % de Fósforo, 1 % de Potasio y alrededor de 85 % de materia orgánica. La calidad del mismo depende de los días de retención que tenga el sistema, se utiliza como base mínima 30 días de retención, con lo cual se asegura una excelente descomposición y con ello se mejora la disponibilidad, y asimilación de los nutrientes para las plantas a la hora de llevarlo al suelo.

El trabajo se realizó en la finca Tierra Brava, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Mariana Grajales, en el municipio Guantánamo.

En el desarrollo de la investigación se utilizó el biodigestor de cúpula fija, tipo GVB de capacidad de digestión de 36 m<sup>3</sup>, este se alimentó con el material orgánico proveniente de las excretas porcinas.

El efluente fue decantado o sedimentado obteniéndose una parte líquida, aproximadamente el 90 % del material que ingresó al biodigestor se transformó a Biol.

El experimento se desarrolló sobre la base de muestreo en la finca porcina. Se tomaron dos muestras de 500 ml de cada efluente orgánico: Biol y Biosol; en recipientes herméticos, en el

punto de vertimiento de la nave de ceba y la salida del digestor. Las muestras se analizaron en el Laboratorio Provincial de Suelos de la Agricultura.



**Fig.1. Planta de Tratamiento Anaerobio**

Fuente: el autor.

### **Resultados y discusión**

Como resultado de la fermentación de los residuales se obtuvo un lodo con alta calidad como fertilizante.

El lodo es separado en dos componentes: el líquido conocido como Biol, el cual representa la mayor parte y el componente sólido conocido como Biosol.



**Figura 2.** Digestor de 36 m<sup>3</sup>, Finca Tierra Brava.

La colección de muestras, luego de ser tomadas fueron enviadas al laboratorio de la Empresa Nacional de Analisis y Servicios Técnicos Guantánamo (ENAST). La muestra del efluente sólido se analizó en el Laboratorio Provincial de Suelos de la Agricultura para determinar su composición.

**Tabla 1.** Composición química de los efluentes de los biodigestores.

<b>Efluente</b>	<b>N %</b>	<b>P %</b>
-----------------	------------	------------

Líquido	1,45	1,10
Sólido	1,60	1,40

Fuente: Díaz Piñón (2009).

El Biol obtenido fue acumulado en una laguna de almacenamiento, el cual se utilizó de dos formas:

- Diluido en agua y aplicado a los cultivos.
- Directamente a las plantaciones.



**Figura 3.** Biol efluente líquido.



**Figura 4.** Biosol fertilizante sólido.

El Biosol es retenido en el lecho de secado, luego es dispuesto a ser almacenado para su aplicación a los cultivos (**figura 4**).

Los indicadores fundamentales obtenidos, luego de caracterizado el residual porcino crudo y salida del digester a nivel de laboratorio.

**Tabla 2.** Caracterización a nivel de laboratorio del residual porcino.

No.	Muestra:	Temp (° C)	pH	SS (ml/L)	SF (ml/L)	DQO (mg/l)	% de Rem
1	Salida residual Porcino	26	8,03	5,0	0,2	2636,26	
2	Salida Digester	29	7,39	2.0	15	1227,52	53,4

Fuente: ENAST, Guantánamo.

El Biosol obtenido de la misma biomasa, fue extraído del lecho de secado, recibió tratamiento a temperatura ambiente, y se analizó su composición microbiológica.

**Tabla 3.** Resultados del Biosol comparado con otro biofertilizante.

Material orgánico	Hdad. (%)	pH H <sub>2</sub> O	CE1:5 (dS.m <sup>-1</sup> )	M.O (%)	Cza. (%)	P (%)	K (%)
Biosol	13,12	7,98	2,02	74,55	25,45	6,92	4,0
Compost	40-45	6,8-7,2	1-1,5	65-70	15-20	2-2,5	1-1,5

Material orgánico	Na (%)	Ca (%)	Mg (%)	C (%)	N (%)	RC/N
Biosol	3,3	3,72	0,24	43,24	3,73	11,60
Compost	2- 3	2-8	0,1-0,2	14-30	1,5-2	10-11

Fuente: Laboratorio Provincial del Instituto de Suelos.

**Tabla 4.** Resultados del Laboratorio.

Material orgánico	pH	CE	% de M.O	% N	R C/N
A base de estiércol porcino	Medianamente básico	Ligeramente salino	Calidad I	Alto contenido Calidad I	Calidad superior

Fuente: Laboratorio Provincial del Instituto de Suelos.

Los resultados obtenidos de la muestra estudiada presentaron buena calidad con parámetros químicos adecuados y bien humificada (descompuesta).



**Figura 5.** Cultivo de soja y maíz, Finca Tierra Brava.

Se aplicaron en los cultivos 2 t/ha de estos Biofertilizantes en función del cultivo. La composición del Biol contribuyó a fortalecer el porcentaje de germinación y el crecimiento de los mismos, producto al contenido de materia orgánica y los elementos de crecimiento, que resultó una excelente alternativa para la producción, lo que se corrobora con lo señalado por Gonzales (2007).

Los Biofertilizantes presentaron las siguientes características:

- Poseen elevada calidad por el contenido de nutrientes.
- No poseen mal olor, a diferencia de los estiércoles frescos.
- Al deshidratarse se pueden almacenar para su uso posterior.
- No dejan residuos tóxicos en el suelo.

En la finca se inició la producción de bioproductos a partir de efluentes de biodigestor y otros residuos, enriquecidos con microorganismos nativos, los cuales se utilizaron en la sanidad animal y vegetal, la nutrición de cultivos y permitió eliminar los olores desagradables en las instalaciones porcinas.

### **Conclusiones**

- El análisis del biol y el biosol permitieron calcular una buena dosificación del uso de los cultivos, de acuerdo a sus necesidades que resultaron una excelente alternativa para la producción.
- Se logró caracterizar los principales parámetros físico-químicos de los efluentes, con muy buenos resultados producto al contenido de materia orgánica (MO) calidad I, alto contenido de N de Calidad I, y la relación Carbono Nitrógeno (R C/N) de Calidad Superior.
- Los bioabonos son productos no contaminantes, que resultaron ser similares al compost, por lo que pueden competir con los fertilizantes químicos en la producción hortícola, lo cual genera un impacto ambiental positivo

### **Recomendaciones**

- Realizar análisis de suelo para determinar el contenido de nutrientes del mismo y recomendar la dosis de aplicación. suelo.
- Se recomienda emplear entre 2 a 4 t/ha a partir del cultivo, tipo y calidad del suelo.
- Investigar acerca de los componentes de los efluentes, que permitan conocer otras propiedades y beneficios para los cultivos y el tipo de

### **Referencias bibliográficas**

- Aparcana, S. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "fermentación anaeróbica" para producción de Biogás. German Prof EcGmbH. Alemania.
- Blanco, D. et al. 2012. Manual para el diseño, montaje y operación de digestores de cúpula fija. Una alter- nativa para Cuba. Estación Experimental "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 35 p.
- Cepero, L. et al. 2011. Experiencias y resultados de BIOMAS-CUBA en la producción de biogás y de bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. I Conferencia Científica

- Internacional de la UNISS “Yayabo Ciencia 2011”, 23-26 noviembre, Universidad de Sancti Spíritus, Cuba. 8 p.
- Cepero V. et al. 2012. Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey.” Cuba.
- CTBH. 2011. Entrenamiento de la tecnología del biogás a gran escala para especialistas cubanos. Centro de Tecnología del Biogás de Hanói, Vietnam.
- Cabos S. 2019. Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. Universidad Privada Antenor Orrego. La Libertad - Perú.
- Durazno D. et al. 2018. Valoración de estiércol bovino y porcino en la producción de biogás. Ecuador.
- FAO. 2011. Manual de Biogás.
- Francisco J. Cervantes, Jorge Saldívar-Cabrales y José Francisco Yescas. Estrategias para el aprovechamiento de desechos porcinos en la agricultura. Instituto Tecnológico de Sonora. México
- Méndez J. 2012. Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado. México.
- Margie F. 2010. Evaluación de la calidad química y microbiológica del efluente de dos biodigestores a escala en el ITCR para su utilización como bioabono en ensayos de invernadero. Costa Rica
- Marco Antonio GARZÓN-ZÚÑIGA y Gerardo BUELNA 2013. Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México.
- Torres L. et al. 2019. Diseño e implementación de una planta piloto de producción de Biogás, Biol y Biosol. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad-PERÚ
- Varnero, M.T. 2001. Desarrollo de substratos: Compost y Bioabonos. In: Experiencias Internacionales en la rehabilitación de espacios degradados. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Publicaciones Misceláneas Forestales N° 3, p. 21 –30.
- Violeta E. 2002. Tratamiento de efluentes porcícola en el Estado de Campeche. México.