



## DIAGNÓSTICO EN LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO Y BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS PORCÍCOLAS EN LA FINCA MARÍA PAES MUNICIPIO DE EL SOCORRO

Avance Proyecto "Fase IV Generación y aprovechamiento de biogás"

Jhordan Camilo Estéves Acuña, Cristian Camilo Tobar Cadena<sup>1</sup>  
y Edgar Quintanilla Piña<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes Investigadores, Octavo semestre de Ingeniería Ambiental. Jhordan1394@hotmail.com, camilotobar29@gmail.com

<sup>2</sup>Ingeniero Metalúrgico Especialista en Docencia Universitaria, Especialista en Administración de la Informática Educativa. Magíster en Sistemas Energéticos Avanzados (c), Docente Investigador Universidad Libre Seccional Socorro. edgar.quintanillap@unilibre.edu.co

Recepción artículo marzo 15 de 2017. Aceptación artículo julio 13 de 2017.

EL CENTAURO. ISSN: 2027-1212

### RESUMEN

**Problema:** La descomposición de los desechos del trabajo porcícola liberan concentraciones de metano (CH<sub>4</sub>), que afectan el medio ambiente; aunque en baja escala, al igual que la filtración de residuos porcícolas a ríos o canales, de los cuales se suministran regadíos y demás usos, provocando así la propagación y contaminación de suelos y aguas.

**Figura 1.** Cerdos en etapa de levante



**Objetivo:** Diagnosticar la producción de abono orgánico y biogás a partir de residuos porcícolas. **Metodología:** mediante una revisión bibliográfica se logró identificar los diferentes tipos de biodigestores y se estableció el tipo de biodigestor a construir, seguidamente se elaboró el prototipo para ser puesto en marcha y obtener biogás.

**Resultados:** para el proceso de compostaje se construyó una compostera donde se evidenció el manejo en condiciones de temperatura entre 19-21°C, humedad entre 50-70%, entre otras. Así mismo, para la obtención de biogás se estableció un

biodigestor de flujo discontinuo en un tanque cilíndrico de aproximadamente 166 litros en el cual se maneja una proporción uno a uno

**Conclusiones:** El abono orgánico se generó en su totalidad y se dio paso a la obtención de biogás; así mismo, se determinó las relaciones de carbono-nitrógeno óptimas para dar inicio al proceso de biodigestión para la obtención de biogás.

### Palabras clave

Biomasa, compostaje, desechos, mitigación, fuentes hídricas, residuo porcícola y suelos.

## ABSTRACT

**Problem:** the decomposition of pig production releases methane concentrations ( $\text{CH}_4$ ), which affect the environment; although on a small scale, like filtration of swine waste to rivers or canals, which provide irrigation and other uses, thus causing the propagation and contamination of soil and water. **Objective:** To diagnose the production of compost and biogas from hog waste. **Methodology:** through a bibliographic review, it was possible to identify the different types of digesters and the type of digester to be built, and then the prototype was developed to be launched and obtain biogas. **Results:** For composting process, it was developed a composter, where the handling was demonstrated under conditions of temperature between 19-21°C, humidity between 50-70%, among others. To obtain biogás, it was built a digester discontinuous flow in a cylindrical tank of approximately 166 liters in which a one-to-one ratio was handled. **Conclusions:** it was identified the type of digester to produce biogas; also, it determined that carbon nitrogen ratios are optimal to begin the process to obtain biogas.

## Keys words

Biomass, composting, waste, mitigation, water sources, pig residue and soils

## 1. INTRODUCCIÓN

La contaminación es el factor primordial a tener en cuenta en cualquier sector de trabajo, de igual forma, controlar la producción de los desechos e implementar programas adecuados de manejo o reutilización; por ello, esta investigación fomenta la realización de productos como abono y biogás elaborados a partir de residuos porcícolas basados en la cantidad producida por un cerdo diariamente, y la caracterización de microorganismos presentes en los desechos tratados.

La investigación se realizó en diversas etapas; actualmente se desarrolla la etapa IV, para que al final de ellas se logre demostrar la calidad de los subproductos generados a partir del residuo porcícola.

### 1.1 Descripción del problema

La agricultura orgánica es considerada un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, entre otros, en un material relativamente estable conocido como humus, que se genera mediante un proceso lento de descomposición aeróbica y con condiciones controladas. (HERRÁN, 2008). Así mismo, se conoce que éste tipo de descomposición; y el de los desechos del trabajo porcícola libera altas concentraciones de metano ( $\text{CH}_4$ ), que con los años ha afectado el medio ambiente. Sin embargo, cuando las concentraciones se presentan a baja escala, son consideradas inofensivas.

En Colombia, el sector porcícola cuenta con una población de 5'094.664 animales distribuidos en

218.698 predios, de igual forma, en el departamento de Santander existe un total de 74.680 animales asociados a 2.806 predios (ICA, 2016), de los cuales, es baja la representación de granjas tecnificadas y por ello se genera la acumulación de residuos porcícolas no controlados que pueden propiciar la filtración de altas cargas contaminantes a los ríos o canales que son fuente para las actividades agrícolas; provocando así, la propagación de contaminantes en suelos y en el agua captada para consumo humano. A nivel mundial, según Morán y Naranjo (2013), es considerada una de las mayores problemáticas a las que se enfrentan las empresas porcícolas; debido a la no realización de un procedimiento eficaz y viable de disposición final de dichos residuos.

La investigación se desarrolló en la Finca María Paes, desde el momento de su constitución como finca porcícola los residuos generados son arrojados a un depósito donde su proceso de descomposición no es controlado y por medio de infiltración y por escorrentías sub-superficiales pueden llegar a la fuente hídrica efímera más cercana ubicada, aproximadamente, a 50 metros, ésta en temporada de lluvia es usada por algunas personas para su beneficio, así mismo, la problemática afecta el suelo de la finca productora por las elevadas cantidades de nutrientes y demás componentes que aportan los residuos porcícolas. Por lo anterior, se pretende proporcionar una alternativa en la disposición de los desechos, mediante la elaboración de abono orgánico y la generación de biogás.

### 1.2 Antecedentes

En referencia a la reutilización de los residuos porcícolas y la producción de nueva materia prima existen algunas investigaciones y conceptualizaciones realizadas en los últimos años.

**Estudio microbiológico y parasitológico de excretas de cerdo sometidas a biodigestión anaeróbica en laboratorio.** En Chile, son escasos los planteles que cuentan con sistemas eficientes de tratamiento de excretas y desechos; por lo general, estos son evacuados directamente a través de ríos y canales, cuyas aguas son usadas posteriormente en regadíos u otros planteles aguas abajo, provocando así la consiguiente propagación y contaminación de suelos y aguas, con múltiples agentes patógenos. Es en esta forma como se crean condiciones epidemiológicas de alto riesgo a la salud de animales y personas, la situación descrita ha estimulado la búsqueda de nuevos métodos y técnicas apropiadas que permitan controlar este tipo de daño al medio ambiente rural y a su vez, ofrecer soluciones variables y económicas al productor. (Nuñez, 1987)

**Importancia de los abonos orgánicos.** La agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, entre otros, en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. La calidad del humus dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, teniendo humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humus mayor será su contenido de nutrientes y de microorganismos. (Herrán, 2008)

**Fermentación de estiércol de cerdos para uso como abono orgánico.** Los principales objetivos de este trabajo, fueron: evaluar el proceso de fermentación del estiércol sólido de cerdos, hacer la caracterización física, química y microbiológica de los fertilizantes orgánicos producidos e identificar el tiempo ideal de fermentación. Esterco sólido de cerdos, proveniente de la separación mecánica, fue arreglado en pilas de 2,0 m<sup>3</sup>, sin abertura-cubiertas con lona plástica; las pilas fueron revueltas quincenalmente, con monitoreo diario de la temperatura y humedecidas de acuerdo a la necesidad. Mediante el análisis de las características temperatura, relación C: N y pH, se identificó que el tiempo de fermentación de 65 días fue suficiente para madurar el estiércol. En el anterior proceso se observó un aumento en la concentración de nutrientes, excepto del cinc, lo que mejoró la calidad del estiércol de cerdos. (Sediyama, 2008)

**Alternativas de manejo de las excretas porcinas.** Uno de los principales problemas que enfrentan las granjas porcinas es el tratamiento de las excretas, ya que se producen en gran cantidad y

deben ser retiradas diariamente de los corrales e instalaciones donde se alojan los cerdos; en tal sentido, la evaluación de alternativas de manejo, constituye una guía práctica sobre la solución de un gran problema, a través de la aplicación de tecnologías limpias. Las excretas de cerdo se han manejado tradicionalmente en un sistema cerdos-pasto-leche, aprovechando el mejoramiento de los suelos para pastos con la fertilización de materia orgánica para lograr una mayor producción de leche. Por lo que se recomienda utilizar las excretas de cerdo: frescas, secas o biodegradadas, como componente fundamental de proteína, más la adición de fibras, en la alimentación de bovinos y ovinos; tanto para edades iniciales como para edades adultas (Ninabanda, 2012).

### 1.3 Pregunta problema

¿Generar abono, humus y biogás ayudará a mitigar las concentraciones de contaminación en los suelos y aguas cercanas a las porquerizas?

### 1.4 Justificación

*"La actividad agrícola siempre ha dependido de la aplicación de estiércoles sólidos, esto se debe a que los suelos predominantes en zonas son extremadamente pedregosos, delgados y permeables en donde baja rápidamente la fertilidad original cuando se les utiliza en forma continua"* (Soria et al., 1994).

No obstante, la investigación intenta atender a la necesidad de darle uso adecuado a la materia orgánica producida en la finca María Paes; puesto que los residuos porcícolas son almacenados sin darle una disposición final adecuada. Lo anterior, considerando que el abono orgánico o compost aporta cantidades vitales de macro y micronutrientes; proporcionando fertilidad a los suelos, aspecto que ayuda a mitigar los daños causados por el hombre en la naturaleza.

### 1.5 Objetivo general

Diagnosticar la producción de abono orgánico y biogás a partir de residuos porcícolas

### 1.6 Objetivos específicos

- Identificar el prototipo de biodigestor que se adapte a las condiciones del abono orgánico obtenido en la fase experimental
- Evaluar el prototipo (biodigestor) como alternativa de uso de los gases generados por los residuos porcícolas
- Analizar la calidad del biogás obtenido

**2. METODOLOGÍA**

**2.1. Localización**

El proyecto se ejecutó en la Finca María Paes, ubicada en la vereda Morros del municipio de El Socorro.

**2.2. Tipo de investigación**

La investigación es de carácter cuantitativa-experimental, éstas, relacionan los modelos numéricos ya sean lineales o exponenciales. Se consideró este tipo de investigación dado que se cuantificó el volumen de materia ingresada al sistema y de igual forma se determinó la cantidad de biogás generado.

**2.3. Definición de variables e indicadores**

Las siguientes son las variables establecidas a partir de la sistematización

**Tabla 1.** Definición de variables

Tipo de variable	Variable	Unidad
<b>Dependiente</b>	pH	
	Carbono	%
	Nitrógeno	%
<b>Independiente</b>	Temperatura	°C
	Tiempo de retención	Días
	Residuos	Kg
<b>Intervinientes</b>	Humedad relativa	%
	Temperatura ambiente	°C

**2.4. Técnicas de investigación**

Se realizó una recolección de información primaria, basada en la observación estructurada, donde previamente se delimitaron los aspectos a identificar, en dicho caso la obtención de gas

**2.5. Materiales**

- Tanque de 166 litros
- Accesorios PVC
- Manguera de gas natural
- Válvula de regulación

**2.6. Equipos de medición**

**Figura 2.** Tirillas de pH



El papel indicador de pH es aquel que está impregnado de algunas sustancias químicas que ayudan a medir ciertas concentraciones de sustancias.

**Figura 3.** Balanza electrónica



Las balanzas electrónicas realizan el pesaje mediante procedimientos que implican sensores. Estos equipos se establecen como una alternativa a las de índole mecánica, que tienen el mismo cometido pero se fundamentan en un juego de contrapesos.



## 2.7. Procedimiento

El diseño metodológico implementado fue dividir el proyecto en cinco fases para desarrollar un estudio completo, ordenado y detallado de todo el proceso. Para la realización del presente proyecto se hicieron una serie de estudios de laboratorio con el fin de obtener los resultados para contribuir al diligenciamiento de datos y análisis de información.

### Fase IV. Planeación y ejecución

Comprende las siguientes actividades:

Actividad 1. Revisión bibliográfica e identificación de los tipos de biodigestores más comunes.

Actividad 2. Determinación del tipo de biodigestor a implementar.

Actividad 3. Construcción del prototipo de biodigestor que adapta a las condiciones previamente establecidas.

Actividad 4. Inicio del proceso de Biodigestión.

Actividad 5. Obtención y análisis del biogás.

## 2.8. Población y muestra

El proyecto se ejecutó en la Finca María Paes, ubicada en la vereda Morros del Municipio de Socorro. La muestra se constituyó con un promedio de 80 cerdos en levante.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Identificar el tipo de biodigestor.

El mejor tipo de biodigestor aplicable al proyecto es el Biodigestor de flujo discontinuo: siendo aquel cuyo llenado se hace en un solo momento y son vaciados luego de un tiempo prudencial, una vez que el material interno se ha degradado y ha generado el biogás. (Olaya A, González S. 2009), así mismo, se establecieron las variables a tener en cuenta durante el proceso de biodigestión; tales como: acidez, relación carbono-nitrógeno, pH, tiempo de retención, temperatura y humedad.

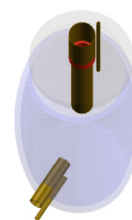
### 3.2. Evaluación del prototipo

Para realizar la evaluación se procedió inicialmente al diseño del prototipo en 3D como se observa en las figuras 4 y 5. Después de diseñado fue construido (ver figura 6).

Figura 4. Diseño 3D Biodigestor



Figura 5. Diseño 3D Biodigestor (interno)



### Dimensiones del tanque o recipiente de almacenamiento para el biodigestor:

Alto: 97 cm

Diámetro menor: 40 cm

Diámetro medio: 50 cm

Calculo del volumen del tanque mediante AutoCAD

$$V = 166588,1864 \text{ cm}^3 \quad V = \frac{166588,1864 \text{ cm}^3}{1000} \quad V = 166,59 \text{ Litros}$$

Altura para utilizar 50 litros de agua y residuos

$$H = \frac{V}{A} \quad H = \frac{50000 \text{ cm}^3}{1256.64 \text{ cm}^2} \quad H = 39.78 \text{ cm}$$

Para iniciar el proceso de biodigestión en una proporción 1:1 es necesario apilar una altura de 39,78 cm de residuos porcícolas en el recipiente contenedor, y agregar la cantidad de 50 litros de agua.

Figura 6. Construcción del biodigestor



#### **4. DISCUSIÓN**

Según Olaya A. y González S (2009), los materiales de fermentación están compuestos en su mayor parte por carbono (C) y también contienen nitrógeno (N), entonces se establece la relación entre ellos (C/N), la cual influye sobre la producción de gas. Una relación 20:1 hasta 30:1 es aceptable aunque un valor ideal es de 16; las mezclas de materiales de fermentación con alto contenido de nitrógeno, con material de fermentación con alto contenido de carbono generan una elevada producción de gas. Verificando la información recopilada en el laboratorio donde se determinó que la relación de carbono nitrógeno que presentaban los residuos porcícolas de la finca María Paes es de 31,15, se puede realizar con confianza el proceso de biodigestión.

#### **5. CONCLUSIONES**

Según lo planteado para el desarrollo de la investigación en la etapa IV, el biodigestor que se adapta a las condiciones del abono orgánico obtenido en la fase experimental es el biodigestor de flujo discontinuo. Además, se identificó que el suelo presenta una concentración de carbono nitrógeno ideal para realizar el proceso de biodigestión para la obtención de biogás, así mismo, presenta niveles de pH adecuados. Por ello se implementa el biodigestor de flujo discontinuo observado en la figura 6 construido en su totalidad.

#### **6. AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan su agradecimiento al señor Pedro Antonio Esteves, propietario de la finca donde se realizó la investigación; de igual forma a los ingenieros que contribuyeron y realizaron el acompañamiento durante el proceso investigativo.

## 7. REFERENCIAS

- CENTRO MESOAMERICANO DE ESTUDIOS SOBRE TECNOLOGIA APLICADA. (1977). Planta de biogás a pequeña escala de la india. Guatemala: Handbook of appropriate technology of the Canadian Munger Foundation.
- CORPOICA, Corporación colombiana de investigación agropecuaria. (s.f.). Productos de abonos orgánicos de buena calidad. Palmira, Colombia: Promedios.
- Dagoberto, E. (2005). EL biodigestor. Costa Rica: Asociación Costarricense de la ciencia del suelo.
- Feigin, A. I. (1991). Irrigation with treated sewage effluent. Berlin Germany: Management for environmental protection.
- Herrán F, J. A. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. Revista de sociedad, cultura y desarrollo sustentable.
- Mandugajo. (1981). Biogás: Energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos. México: Organización Latinoamericana de energía.
- Ninabanda A, J. J. (2012). Alternativas de manejo de las excretas porcinas. Riobamba Ecuador.
- Núñez, F. (1987). Estudio microbiológico y parasitológico de excretas de cerdo sometidas a biodigestión anaerobia en laboratorio. Avances en ciencias veterinarias.
- Rodríguez, A. (1996). Producción y Calidad de Abono Orgánico por Medio de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*) y su Capacidad Reproductiva. Nance.
- Sediyama, M. A. (2008). Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgánico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.
- Soto, G. (2004). Como medir la calidad de los abonos orgánicos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 91-97.
- Sztern, D. (2009). MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.
- Olaya Arboleda, Y., & González Salcedo, L. O. (2009). Fundamentos para el diseño de biodigestores. Palmira: Universidad Nacional. ICA. (2016). Censo Pecuario Nacional. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario.

