

# PRODUCCIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE RESIDUOS VEGETALES DE LA ZONA CENTRO HISTÓRICO LEÓN

Pérez González Andrea Guadalupe (1) Nicasio Tovar Diego Armando (2)

<sup>1</sup> [Bachillerato General, ENMS Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato] | [ring\_perez@hotmail.com]

<sup>2</sup> [Colegio de Nivel Medio Superior, ENMS Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato] | [diegonicasio@gmail.com]

## Resumen

En la presente investigación se llevó a cabo la producción de un biogás a partir de residuos orgánicos, recolectados en un mercado muy popular en la zona centro histórico de León, Guanajuato; se empleó un proceso biológico llamado digestión anaeróbica, que consiste en transformar compuestos complejos en simples para producir metano y este a su vez, con la combinación de otros gases convertirse en biogás; otro producto resultante es el fertilizante líquido llamado bioabono. La descomposición de los desechos y del estiércol, se hizo en un biodigestor, que es un recipiente que brinda las condiciones necesarias para que el proceso se cumpla con parámetros establecidos, se concluyó que el sistema no cuenta con una producción de metano, debido a la premura del proyecto y a las condiciones climáticas, pues el proceso tarda de 30 a 40 días y necesita una temperatura superior a los 30°C, para el desarrollo de las bacterias metanogénicas, se corroboró el resultado con pruebas de hidróxido de sodio; cabe destacar que aunque no se produjo el metano, sí se tuvo el sistema anaerobio, con las bacterias trabajando, lo anterior se comprobó añadiendo azúcar a una alícuota del biodigestor, de la cual se produjo gas durante un día. El gas producido fue CO<sub>2</sub>.

## Abstract

In the present investigation was carried out the production of a biogas from organic waste, collected in a market that is very popular in the Historic Center of Leon, Guanajuato, it was used a biological process called anaerobic digestion, which consists in transforming complex compounds into simple to produce methane and this in turn, with the combination of other gases become biogas; another resulting product is the liquid fertilizer called bioabono. The decomposition of the waste and manure, was done in a biodigester, which is a container that provides the necessary conditions for the process to comply with established parameters, It was concluded that the system does not have a methane production, due to the urgency of the project and the climatic conditions, because the process takes 30 to 40 days and need a temperature greater than 30°C, for the development of the methanogenic bacteria, it was corroborated the result with test of sodium hydroxide; it should be noted that although there was no methane, yes we had the anaerobic system with the bacteria working, the above was checked by adding sugar to an aliquot of the biodigester, which produced gas for a day. The gas produced was CO<sub>2</sub>.

## Palabras Clave

Digestión Anaerobia; Metanogénesis; Biodigestor; Bioproceso; Bacterias

## INTRODUCCIÓN

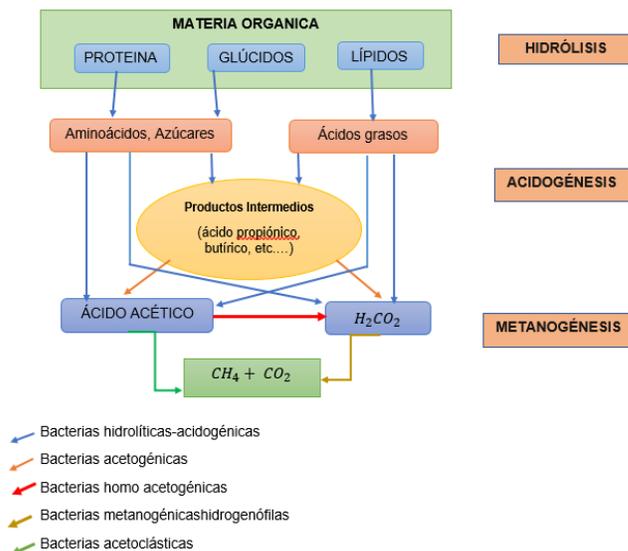
México es uno de los países que cuenta con mayor potencial para el desarrollo de fuentes de energía renovables y entre ellas, el biogás va ganando día a día mayor popularidad. Este biocombustible, que puede ser una alternativa a la gasolina o diésel, se obtiene de plantas, lugar en que se produce de forma acelerada el ciclo natural de descomposición de los residuos orgánicos obtenidos en granjas o en los rellenos sanitarios donde acaban depositándose los residuos sólidos orgánicos que genera la población. Con la cifra de población que tenemos, se genera mayor número de toneladas de basura al día, un recurso muy útil que puede transformarse en energía térmica o eléctrica, a partir del biogás. [1]

El reciclaje de materia orgánica ha recibido un fuerte impulso con la búsqueda de nuevas alternativas de energía, así como también, la necesidad de vías de descontaminación y eliminación de residuos. Esto permite establecer bioprocesos en función de la presencia o ausencia de oxígeno, con el objeto de tratar adecuadamente los residuos orgánicos [2].

### Digestión Anaeróbica

El bioproceso en función de la ausencia de oxígeno es la digestión anaeróbica, que es un proceso bioquímico en el cual un grupo de diferentes tipos de microorganismos promueve la transformación de compuestos orgánicos complejos (carbohidratos, proteínas y lípidos) en productos más simples como metano, gas carbónico, gas sulfhídrico y amonio. Este proceso es considerado complejo tanto por el número de reacciones bioquímicas, como por la cantidad de microorganismos involucrados. La descomposición de los residuos da como resultado el biogás y el bioabono [3]

La digestión se compone de tres procesos, que se desarrollan con cinco grupos de bacterias, como se muestra en el siguiente esquema [3].



**IMAGEN 1: Fases de la digestión anaerobia.**

**Fuente: Estudio técnico-económico para la producción de biogás a partir de residuos agrícolas mediante digestión anaerobia**

### Biogás

Es la mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso [2]. Las características se presentan a continuación.

**Tabla 1: Resumen de las características del biogás**

Características generales del biogás	
Composición	55 – 70% metano ( $CH_4$ ) 30 – 45% dióxido de carbono ( $CO_2$ ) Trazas de otros gases
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m <sup>3</sup> biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m <sup>-3</sup>
Olor	Huevo podrido
Masa molar	16.043 kg kmol <sup>-1</sup>

La producción de biogás va a venir restringida en gran medida por las condiciones en las que se desarrolla el proceso, lo que lleva a tener muy en cuenta las mismas.

Los parámetros de control más relevantes que van a tener una influencia más importante en el proceso se observan en la Tabla 2 [3].

**Tabla 2: Parámetros de control para el desarrollo del biogás**

División de parámetros	
Parámetros ambientales	Parámetros operacionales
PH	Temperatura
Relación C/N	Agitación/ Mezclado
Nutrientes	TRH

- PH: Concentración de iones hidrógeno o hidróxidos que determinan la acidez o basicidad de una sustancia. Microorganismos metanogénicos pH entre 6,5 y 7,5.
- Nutrientes: Los elementos más importantes son: nitrógenos, carbono y fósforo.
- Relación C/N: Debe de estar comprendida entre 15/1 y 45/1, siendo el valor recomendable 30/1, ya que valores inferiores disminuyen la velocidad de reacción.
- Temperatura de operación: De aquí dependen mucho las velocidades de reacción con las que se lleve a cabo el proceso y la composición del biogás. La temperatura deberá estar comprendida en los rangos 30-40°C.
- Agitación/mezclado: Con el mezclado se consigue un homogenizado del sustrato, la distribución uniforme del calor, se favorece la transferencia de gases que pueden formar burbujas en el sustrato.
- Tiempo de retención: Es el lapso de días en los cuales la carga permanece en el digestor y el tiempo necesario para la

digestión del material orgánico a la temperatura de operación del sistema. Se calcula:

$$\text{TRH (días)} = V \text{ (m}^3\text{)} / Q \text{ m}^3\text{/día}$$

El biogás producido tiene algunos usos como:

- Generar electricidad o calor.
- Limpieza de contaminantes.
- Usándolo como material base para el gas natural licuado.
- Como combustible de autos.

El biogás resultante contiene impurezas, por lo que es necesaria la limpieza del combustible, dependiendo del uso final que se le vaya a dar [2].

### Bioabono

Corresponde al segundo subproducto de la digestión anaerobia, consiste en un fertilizante líquido, compuesto por sustancias promotoras del crecimiento de las plantas como la creatina, auxina y ácido indol acético. Además, proporciona una liberación lenta de los nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, por medio de reacciones químicas y biológicas del suelo, mejorando la fertilidad y creando un efecto residual [4].

### Biodigestor

Se define como un contenedor cerrado que permite la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y facilita la extracción del gas resultante para su uso como energía. Proporcionándole las condiciones necesarias para el crecimiento eficaz de las células y formación de los productos [5].

El sistema se compone de:

- **Cámara de fermentación:** El espacio donde se almacena la biomasa durante el proceso de descomposición.
- **Cámara de almacén de gas:** El espacio donde se acumula el biogás antes de ser extraído.
- **Pila de carga:** La entrada donde se coloca la biomasa.

- **Pila de descarga:** La salida, sirve para retirar los residuos que ya no son útiles para el biogás, pero que se pueden utilizar como abono (bioabono).
- **Tubería de gas:** La salida del biogás.



IMAGEN 2: Biodigestor

## MATERIALES Y MÉTODOS

Como materia prima se recolectó un total de 5 kg de estiércol fresco de ganado vacuno alimentado de una mezcla de semillas y forraje, además se recogieron residuos orgánicos de la zona centro histórico león, específicamente del descargue estrella.

En material de trabajo, se utilizó un tinaco con capacidad de 50 litros, codos de 90° y 45° grados de 1 y ½ pulgada de diámetro, tubos de las mismas medidas, manguera de gas, conectores, tapón hembra, adaptados macho, llaves de globo, válvulas, todo en PVC.

Para saber lo que ocurría en el biodigestor, fue necesario medir sus parámetros. La elección de estos se debió, en gran medida, al equipo que se tuvo en ese momento para realizarlo y la implementación de los equipos en el biodigestor. Los parámetros que se tomaron en cuenta fueron los siguientes:

- PH -- Nutrientes

Al biodigestor cada tercer o cuarto día se le vertían nutrientes nuevos para alimentar a las bacterias y

que siguieran así, con la producción del producto. Las pruebas de PH se realizaron a diario, con tiras especiales para medir éste.



IMAGEN 3: Pruebas de PH antes y después de dar nutrientes a bacterias.

Se han realizado comprobaciones con hidróxido de sodio para saber si se obtuvo la producción de biogás, pero al no completarse el tiempo en que se genera el metano, ha resultado que no se tiene el compuesto, pero sí, el sistema anaerobio con las bacterias metanogénicas trabajando en este. Por último, se realizó una prueba con azúcar, ya que es una sustancia muy soluble y biodegradable que permite el desarrollo de las bacterias, se vertió en una botella un poco de la sustancia del biodigestor, posterior se vertió la sacarosa, se puso un globo en la parte superior de la botella para que este recolectará el gas, para hacer pruebas con un mechero de bunsen y saber si era metano o solo dióxido de carbono.



IMAGEN 4: Pruebas para verificar existencia de metano

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación del producto se llevó a cabo mediante dos pruebas, ya mencionadas anteriormente, el resultado fue que no se consiguió la producción del metano, debido a cuatro parámetros vitales para el buen desarrollo de las bacterias metanogénicas.

No se tuvo una agitación, la temperatura debe oscilar de 30°C a 40°, pero desafortunadamente el

clima que se tuvo en León el presente mes no favoreció, ya que solo se presentó de máximo 29°C los cambios bruscos de temperatura que se presentaron afectaron su termicidad; en cuanto al lugar, lo más recomendable es enterrarlos en el piso, para guardar el calor en el reactor, estas condiciones no se tenían, por lo que se trabajó en la azotea verde de la ENMSCHL, a la intemperie, debería estar expuesto a los rayos solares, pero sin sol, no era posible; por último se enlista el tiempo donde el proceso en general, tarda de entre 30 a 40 días, dentro de los cuales se desarrollan en los primeros cuatro días las bacterias acidogénicas y en el resto las metanogénicas.

## CONCLUSIONES

Del resultado de la evaluación, se concluye que la temperatura del medio ambiente y la agitación afectan tanto al biodigestor como al desarrollo de los productos resultantes.

En los últimos años se ha utilizado con más auge la biotecnología anaeróbica gracias a que contribuye a cumplir tres necesidades básicas: control de la contaminación, generar energías renovables para actividades domésticas, y suministrar materiales estabilizados como un biofertilizante para los cultivos.

Sin duda alguna es un proyecto factible, ya que trae consigo grandes ventajas, como la resolución de problemas en el ámbito ambiental, pero sin duda también en el económico.

Se recomienda tener una alimentación de bacterias, cada tercer día; medir de forma periódica parámetros como: el PH antes y después de verterle los nutrientes al substrato, la relación C/N de lo que se agrega, además de la cantidad y calidad del biogás para tener un mejor desarrollo en las bacterias metanogénicas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo proporcionado por el personal de la ENMSCHL, quienes facilitaron el desarrollo del proyecto de verano de investigación proporcionado los materiales que se solicitaban.

A mi familia por proporcionarme apoyo emocional y económico en el desarrollo de este proyecto.

A la Universidad de Guanajuato por creer en mí y otorgarme la oportunidad de participar en este verano de investigación.

Por último, pero no menos importante al IQ. Francisco Pérez, por ayudarme resolviendo algunas dudas, tanto en el proceso administrativo como en la práctica.

## REFERENCIAS

- [1] El biogás en México, una alternativa ecológica para la producción de energía. Recuperado el 10 de julio de 2017, de <https://twenergy.com/mx/a/el-biogas-en-mexico-una-alternativa-ecologica-para-la-produccion-de-energia-2492>
- [2] Varnero Moreno María Teresa. (2011). Manual de biogás. Santiago de Chile: Proyecto CHI/00/G32 "Chile: Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables".
- [3] González Cabrera, Ana María. (2014). Estudio técnico-económico para la producción de biogás a partir de residuos agrícolas mediante digestión anaerobia. Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Trabajo Fin de Máster en Ingeniería Ambiental (pp. 99)
- [4] Bioabono. Recuperado el 10 de julio de 2017, de <http://anita-medioambiente.blogspot.mx/2010/03/bioabono.html>
- [5] Biodigestor. Recuperado el 11 de julio de 2017, de <http://vidaverde.about.com/od/Energias-renovables/a/Que-Es-Un-Biodigestor.htm>