DESARROLLO DE UN BIODIGESTOR PARA LA REALIZACIÓN DE LA CIENCIA POR MEDIOS SUSTENTABLES

DEVELOPMENT OF A BIODIGESTER FOR SUSTAINABLE SCIENTIFIC APPLICATIONS

Bianca de Petris • Daniela Salas
Profesora Guía: Marlys Jara
Liceo N° 7 de Niñas de Providencia Luisa Saavedra de González • Providencia
mijavet@gmail.com

Resumen

Frente a la problemática de los residuos orgánicos producidos en el Liceo 7, que depositados sin un adecuado manejo emiten gases de efecto invernadero, sumado al alto consumo de gas en laboratorios escolares, se lleva a cabo el diseño y desarrollo de un biodigestor. Un sistema capaz de producir combustibles y fertilizantes a partir de la descomposición de la biomasa residual (obtenida de los jardines y el comedor de estudiantes del Liceo). Esto con la finalidad de disminuir tanto la huella de carbono del establecimiento, como la cantidad de desechos generados y los costos en combustibles para uso del laboratorio. Este sistema, construido a escala a partir de un modelo de campana flotante, alimenta con metano a un mechero. Los resultados de esta experiencia pueden considerarse para evaluar la factibilidad de, en un futuro, hacer funcionar a un laboratorio completo con biogás.

Palabras claves: Biodigestor; Digestión anaeróbica; Sustentabilidad; Biogás.

Abstract

Taking into account the problem of the organic waste produced by the Liceo 7 school, which when is deposited without an adequate management, emit greenhouse gases, besides, coupled with the high consumption of gas in school laboratories, the present research carried out the design and development of a biodigester, a system capable of producing fuels and natural fertilizers from the decomposition of residual biomass (obtained from gardens and lunchroom of the school). The purpose is to reduce both the establishment's carbon footprint, as well as the amount of generated waste and the fuel costs for laboratory use. This system, built to on a small scale and based on a floating bell model, feeds a lighter with methane. The results of this experience should be considered to evaluate the possibility off, in the future, operating a complete laboratory using biogas.

Keywords: Biodigester; Anaerobic digestion; Sustainability; Biogas.

El proyecto fue presentado en:
- 4º Feria Científica Escolar de Providencia. 2017

Introducción

El gas metano (CH_4) es considerado el segundo gas más relevante de efecto invernadero después del dióxido de carbono (CO_2), responsable en un 20% del calentamiento global y 21 veces más dañino que el CO_2 (Escudero de Fonseca, 2009). Ambos son producidos por la descomposición de residuos sólidos, lo que hace necesario transformar el gas metano en energía útil, reduciendo su impacto ambiental. Por esto, a partir del estudio de modelos de biodigestores industriales, se diseña uno que funcione para laboratorios escolares, utilizando como sustrato alimentos que las alumnas no consumen, de forma que se alcancen laboratorios sustentables.

El principal objetivo de la investigación, fue conseguir alimentar a un mechero de laboratorio a partir del biogás producido por un biodigestor a escala.

Un biodigestor es un reactor dentro del cual se deposita una mezcla de agua y materia orgánica residual (ver Figura Nº 1), para que a través del proceso de fermentación anaerobia se produzca biogás. Este gas se compone en promedio entre un 55-70% de gas metano (CH_4) -gas utilizado como combustible-, y entre 30-45% de dióxido de carbono (CO_2), dependiendo del sustrato a utilizar como residuo, y un restante 10% de otros gases como Hidrógeno (H_2), Nitrógeno (N_2), y Ácido Sulfhídrico (H_2S); la extracción del H_2S no es necesaria si su cantidad es de menos del 1% (Pérez, 2010; Varnero, 2011). El sistema fue construido a partir del modelo de campana flotante, diseño que obstruye con agua una apertura inferior en el contenedor del gas, lo que permite controlar la presión (Vernero, 2011).



Figura Nº 1. Imagen del biodigestor.



Figura N° 2. Proceso de alimentación del biodigestor.



Figura N° 3. Biodigestor alimentado con residuos.

El biogás puede lograrse a partir de diversos residuos de origen animal o vegetal (Biodisol, sf), excepto cítricos, ya que el nivel óptimo de pH dentro del reactor es cercano a 7.0, y estos acidifican la mezcla inhibiendo a las bacterias metanogénicas (Tavizon, 2010). En este caso, se alimentó al biodigestor con residuos de origen vegetal (dada su mayor disponibilidad), específicamente restos de papa, legumbres, frutas, espinaca, cereales y hojas caídas de los árboles del liceo (Figuras N° 2 y N° 3). Ya que el objetivo principal del trabajo era encender el mechero, tan sólo se añadió la primera carga, que es la que más tarda -luego se genera gas continuamente debido a la regularidad de alimentación del reactor-. Cabe añadir que un subproducto del proceso es el Biol, un biofertilizante de alto contenido de nutrientes en sales minerales que puede ser utilizado, por ejemplo, en huertos escolares. La capacidad de generación de gas de un biodigestor alimentado por desechos vegetales es muy variable. Se estima 0.5 m^3 de gas por Kg de masa, con un 70% de metano (Olaya y González, 2009).

Los microorganismos identificados en la producción del biogás -presentes en los desechos de forma natural tras haber sido estos expuestos al ambiente-, son bacterias acidogénicas, acetogénicas y metanogénicas. La primera fase del proceso es la hidrólisis de proteínas, carbohidratos y lípidos por parte de las bacterias acidogénicas, de donde se obtienen ácidos grasos de cadena corta. Luego, mediante la acción de bacterias acetogénicas, se transforman estos ácidos grasos en ácido acético, H_2 y CO_2. Por último, a partir de estos compuestos, las bacterias metanogénicas producen metano (Vernero, 2011).



Figura N° 4. Modelo esquemático del biodigestor completo.

El crecimiento de microorganismos metanogénicos tiene un rango óptimo de 35-45°C. Por esto, la fermentación fue de tipo mesofílica, a 40°C, ya que es la forma más estable de realizar el proceso. A partir de esto, se espera que los primeros resultados se obtengan en un rango de 15 a 30 días (Vernero, 2011). Para acelerar las reacciones metabólicas de estas bacterias, y disminuir así el tiempo de retención, se reduce el volumen de desechos a introducir en el reactor (Figura Nº 3), lo que evita también que se forme una capa flotante de sólidos que obstruyan la ascensión del biogás hacia la superficie (Tavizón, 2010). Esta mezcla se constituye por un mayor porcentaje de agua que de biomasa -75% y 25% respectivamente-, ya que con un contenido de agua menor, se reduce la producción de biogás (Olaya y González, 2009).

Metodología

El biodigestor fabricado consiste en una serie de contenedores de plástico reciclados, de diferente capacidad, que se comunican entre sí siguiendo un modelo de campana flotante (Figura Nº 4). Para la mezcla dentro del reactor, se siguió una proporción de tres litros de agua por cada kilogramo de biomasa, dando un aproximado total de 2,5 kilogramos de biomasa y 7,5 litros de agua. Finalmente, una manguera permite que fluya el gas hasta el mechero.

Para alcanzar la temperatura de 40°C, se colocó un calefactor de 25W. Luego, para retirar el vapor generado, el gas se enfrió hasta 15°C colocando hielo en el contenedor de agua que impide su salida.

Transcurrido el decimoquinto día, tiempo mínimo para la producción de biogás, se trató de encender el mechero. Debido a que el gas no quemaba se continuó probando día por medio, esto es, los días 17, 19 y 21.

Resultados

Recién al día 21 se dejó fluir el gas por la manguera y se encendió una pequeña llama azul, característica del gas metano (Figura Nº 5). Sin embargo, los resultados fueron menores a lo esperado, lo que no permite trabajar con este mechero en un laboratorio.



Figura Nº 5. Resultado del biodigestor.

Posibles causas para estos resultados:

1. Una variación superior a 2°C/h, lo que pudo afectar al normal desarrollo de los microorganismos (Moltoni y Huerga, sf). Es posible ya que el plástico no retiene de manera eficiente el calor.

2. Un mal funcionamiento del calefactor, que pasó inadvertido durante el proceso.

3. La falta de un sistema de agitación en el reactor, lo que dificulta el contacto entre las bacterias y el sustrato, formando la acumulación de lodo o nata en la parte superior del digestor que impide la salida del biogás. (Vernero, 2011).

4. El control de fugas fue poco eficiente.

Conclusiones

Fue posible alimentar a un mechero con biogás.

Dentro de los beneficios que aporta la energía del biogás, se encuentran:

- Es ecológico y evita la proliferación de insectos y los malos olores por utilizar un contenedor hermético.

- Es económicamente rentable, ya que: se alimenta con recursos renovables; no requiere mayores costos de mantención; se obtienen subproductos como el fertilizante; los materiales de construcción son fáciles de obtener y el diseño es fácil de realizar.

Dado todo lo anterior, se hace necesaria la continuación y perfeccionamiento de este proyecto.

Bibliografía

Biodisol. (sf). Digestión Anaerobia, Proceso de producción de biogás. http://www.biodisol.com/que-es-el-biogas-digestion-anaerobia-caracteristicas-y-usos-del-biogas/digestion-anaerobia-proceso-de-produccion-de-biogas-biocombustibles-energias-renovables/

Escudero de Fonseca A. 2009. Metano en Residuos Domésticos. 2° Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, Universidad del Norte, 24 y 25 de Septiembre de 2009. http://www.uninorte.co/divisiones/Ingenierias/IDS/upload/File/Memorias%20II-SIIR/3e-Escudero-Colombia-001.pdf

Moltoni A, Huerga I. (sf). Caracterización Térmica de un Biodigestor para el Tratamiento de la Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Rurales. http://agroelectronica.inta.gob.ar/sites/agroelectronica.inta.gob.ar/files/u2/30.%20biodigestor.pdf

Olaya Y, González LO. 2009. Fundamentos para el diseño de Biodigestores. Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, Cali, Colombia. http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf

Pérez JA. 2010. Estudio y diseño de un Biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de Chile.

Tavizón EP. 2010. Diseño de un Biodigestor para desechos orgánicos de origen vegetal. Tesis de Maestría en Educación Científica, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Ciudad Juárez, México. http://mwm.cimav.edu.mx/wp-content/uploads/2015/04/Tesis-Tavizon-Alvarado-Eva-Patricia.pdf

Varnero MT. 2011. Manual de Biogás, MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF. http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf