

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO MEDIANTE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DEL LACTOSUERO GENERADO EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS LÁCTEOS DEL MUNICIPIO DE GUACHUCAL

Sofia Alejandra Yandun ¹, Josselyn Daniela Coral Guancha ², Mayerli Ruano Mejía ³

¹⁻²⁻³ Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Centro Sur Colombiano de Logística Internacional, Tecnoacademia Itinerante Nariño Semillero de Investigación Tecnocibus.

Resumen

La producción y transformación de leche, en el municipio de Guachucal (N), ha sido una de las industrias con mayor auge en el sector de alimentos, generando grandes beneficios económicos a este sector productivo y a la región. Sin embargo, este crecimiento ha traído consigo perjuicios ambientales, puesto que en la actualidad la mayoría de procesadoras realizan manejos inadecuados de los residuos generados. El lactosuero, residuo líquido considerado como uno de los subproductos más contaminantes de la industria láctea, actualmente se vierte sin ningún tratamiento a los alcantarillados y ríos aledaños de la región, generando con esto contaminación de fuentes hídricas, proliferación de plagas, roedores y malos olores. Por lo tanto, El objetivo de este proyecto es implementar un sistema de biodigestión anaeróbico, que permita aprovechar el potencial energético del lactosuero para la producción de biogás como fuente de energía renovable, bioabono como fertilizante para los cultivos y a su vez generar una iniciativa para minimizar el impacto de contaminación de aguas y mejorar la gestión de residuos. La hermeticidad del biodigestor, el pH de la biomasa y la temperatura del ambiente, fueron factores determinantes en la producción de biogás a partir de los 60 días de retención de sólidos.

Palabras claves: Biodigestor, metano, bioabono, lactosuero, biomasa.

Abstract

The production and processing of milk in the municipality of Guachucal (N), has been one of the most booming industries in the food sector, generating great economic benefits to this productive sector and the region. However, this growth has brought with it environmental damage, since currently the majority of processors carry out inadequate management of the waste generated. Whey, a liquid waste considered one of the most polluting byproducts of the dairy industry, is currently dumped without any treatment into the sewers and surrounding rivers of the region, thereby generating contamination of water sources, proliferation of pests, rodents and bad odors. . Therefore, the objective of this project is to implement an anaerobic biodigestion system, which allows taking advantage of the energy potential of whey for the production of biogas as a source of renewable energy, biofertilizer as fertilizer for crops and at the same time generate an initiative to minimize the impact of water pollution and improve waste management. The hermeticity of the biodigester, the pH of the biomass and

the ambient temperature were determining factors in the production of biogas after 60 days of solids retention.

Key words: Biodigester, biogas, methane, biofertilizer, anaerobic, whey, biomass, bovine manure.

Introducción

La producción y transformación de leche en el departamento de Nariño ha sido una de las industrias con mayor auge en el sector de alimentos. De acuerdo al plan de Desarrollo Municipal de Guachucal, el municipio de Guachucal es el primer productor de leche del departamento con una producción día de 153.975 litros, proveniente de 14.079 bovinos de leche; el producto es acopiada en un 50,01 % (77.003 litros) por la industria, 23,43 % (36.082 litros) por intermediarios, 23,3 % (35.868 litros) por queseras, 0,12 % (198 litros) por cruderos y por otros el 3,13 % (4.824 litros), las principales industrias con las cuales se comercializa son ALQUERÍA, COLACTEOS, ALPINA, INDUCOLSA y las 17 plantas transformadoras lácteas, presentes en el municipio. [1] Esto ha generado grandes beneficios económicos a este sector productivo, y en sí, a la región. Sin embargo, este mismo crecimiento ha traído consigo algunos perjuicios ambientales, puesto que en la actualidad la mayoría de las procesadoras realizan manejos inadecuados de los residuos que producen.

El lactosuero es una sustancia líquida que se obtiene por la separación del coágulo de leche en la elaboración de queso. Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína. [2] Su alto contenido en lactosa, nutrientes, minerales vitaminas, grasas y proteínas, lo constituye como una buena fuente económica.

El lactosuero se convierte en un sustrato valioso energéticamente por medio de las fases biológicas de fermentación, cuenta con un alto contenido de lactosa y a su vez

un alto contenido de materia orgánica. Las alternativas de tratamiento dispuestas en las diferentes fases y los microorganismos utilizados se pueden emplear en procesos de fermentación para obtener etanol, la digestión anaerobia para producir biogás, la fermentación oscura para obtener hidrogeno o la combinación de las dos etapas para obtener hidrogeno y biogás. [4]

La digestión anaeróbica es la degradación biológica u oxidación del material orgánico, donde interviene microorganismos específicos en ausencia de aire (oxígeno molecular). [2] En este proceso el material a degradar se transforma en dos productos utilizables, el uno en un producto estable e inerte llamado biol - bioabonos y el otro en biogás con un alto contenido de metano, ambos productos de este proceso poseen cualidades energéticas. [5]

En la degradación anaerobia interactúan diferentes grupos microbianos, haciendo un proceso complejo, pero de manera coordinada y secuencial para la degradación de la materia orgánica. [3]

Residuos líquidos como el lactosuero se vierten sin ningún tipo de tratamiento a los alcantarillados o más grave aún a los ríos aledaños, como es el caso del Río Blanco, uno de los más grandes en el municipio de Cumbal, causando un impacto sumamente negativo a los habitantes de la región por contaminación de aguas, generación de plagas, roedores, y malos olores.

De acuerdo a lo anterior y haciendo uso de la biotecnología anaeróbica, nuestro objetivo

principal se enfocó en la Implementación de un biodigestor anaeróbico tipo bidón con el fin de aprovechar el potencial energético de la biomasa compuesta por lactosuero, estiércol bovino y residuos orgánicos en descomposición para la obtención de bioenergía (biogás, CH₄), que pueda ser aprovechada inicialmente como combustible a nivel doméstico en los hogares de nuestro corregimiento y en sus zonas aledañas y de esta manera, mejorar las condiciones sanitarias mediante el control de la contaminación; suministrar materiales estabilizados (bioabono) como un biofertilizante para los cultivos y finalmente contribuir a impulsar el desarrollo económico sostenido y proporcionar una fuente energética, renovable alternativa al petróleo y al carbón.

Educativa Genaro León, en el cual se ha podido observar que la temperatura es baja pero constante (entre los 13 – 20 °C).



Figura 1. Ubicación de biodigestor tipo bidón, laboratorio de química.

Metodología

Esta investigación fue desarrollada con aprendices de la Tecnoacademia Itinerante Nariño, perteneciente a la Institución Educativa Genaro León, en la cual se construyó un biodigestor anaeróbico tipo bidón, siguiendo la metodología utilizada por Tóala, 2016. [6]

Reconocimiento del espacio y elección del lugar más apropiado para la ubicación del biodigestor

Teniendo en cuenta que uno de los factores de mayor importancia es la temperatura constante, parámetro ambiental que inhibe o mejora grupos microbianos, a causa de que las actividades que requieren reacciones enzimáticas son sensibles a diferentes rangos de temperaturas (0 – 20 °C, para el ambiente psicrófilico; 20 – 45 °C, para el ambiente mesófilico; y 45 – 97 °C, para el ambiente termófilico, por lo tanto, y conociendo los cambios bruscos de temperatura del ambiente en el municipio de Guachucal que oscilan entre los (0 – 18 °C), se optó por establecer el biodigestor en el laboratorio de química de la Institución

Construcción del Biodigestor anaeróbico experimental, tipo bidón

Como reactor se utilizó un tanque de polietileno de alta densidad con suncho metálico, acabado de color azul, capacidad de carga de 60 litros, peso de 3.5 kg y espesor de pared 3.00 mm, con las siguientes medidas: altura 61.0 cm, diámetro superior 31.5.0 cm, diámetro inferior 41.0 cm

Para la entrada de biomasa, se hizo un orificio de 2”, en el cual se instaló un adaptador de limpieza sanitario con tapa enroscable de 2” y unido a este, un segmento de tubo de 2” que va hasta más abajo de la mitad del tanque.

Para la salida del bioabono, se hizo un agujero de 1/2” a un lado del tanque en la parte superior, en el cual se instaló una válvula de bola PVC de ½ pulgada unida en la parte exterior a un pedazo de tubo de ½ pulgada, con un adaptador macho y un adaptador hembra, junto con un codo de 90 °. En la parte interior, unida un pedazo de tubo de ½ pulgada y a un codo de 45 °.



Figura 2. Medición y recorte de tubería.

Para la salida de los lodos o sedimentos, se hizo un agujero de 1/2" pulgada a un lado del tanque en la parte inferior, en el cual se instaló una válvula de bola pvc de 1/2 pulgada unida en la parte exterior a un pedazo de tubo de 1/2 pulgada, con un adaptador macho y un adaptador hembra.



Figura 3. Instalación de válvulas y tubería en el biodigester.

Para la salida del biogás, se hizo un agujero de 3/8 de pulgada, a un lado de la tapa del tanque. En la parte exterior, se utilizó un acople de 3/8 pulgada y se adaptó la llave de paso de 1/4 de pulgada, en la parte inferior va unida a un pedazo de tubo, con un adaptador macho y un adaptador hembra. Para almacenar el biogás (70 % de metano y 30 % CO₂) se utilizó un depósito de campana flotante, la manguera que viene del biodigester se introdujo al bidón pequeño de tal forma que el gas sube y mediante una válvula sale el gas.

Se realizó sellamiento de cada una de las válvulas con soldadura hasta dejar el tanque completamente hermético.

Enchaquetamiento

Para evitar las variaciones bruscas de Temperatura se realizó un sistema de enchaquetamiento del biodigester con aislante térmico de 5mm de espesor, lo que le permite mantener una T° optima y constante.



Figura 4. Enchaquetamiento de biodigester con aislante térmico de 5mm de espesor.

Preparación de la biomasa

Para la preparación de la biomasa se utilizó 26.1 kg de materia orgánica combinada de la siguiente manera: 12 litros de lactosuero, 7 kilogramos de estiércol bovino, 7 kg de residuos orgánicos en descomposición (frutas maduras, cascara, residuos de comida), finamente picados y diluidos, mas 100 gramos de levadura, activada con melaza.



Figura 5. Picado de residuos orgánicos en descomposición.

Tiempo de retención de sólidos

El lapso de tiempo que se mantuvo la biomasa dentro del biodigestor para alcanzar su degradación y realizar evaluación y pruebas de temperatura, producción de CH₄ y hermeticidad del biodigestor, fue establecida en tiempos de 30 60 y 90 días. Teniendo en cuenta que la degradación de la biomasa se relaciona directamente con la temperatura en la cual se encuentre el biodigestor. A una temperatura mayor a 20°C acelera la degradación y la generación de reacciones enzimáticas de los grupos microbianos existentes en las diferentes etapas que se desarrollan en un sistema de biodigestión anaeróbica. A temperaturas menores de 20 °C el proceso de degradación no es eficiente y para obtener mejores resultados se debe optar por tiempos de retención mayores a 60 días.

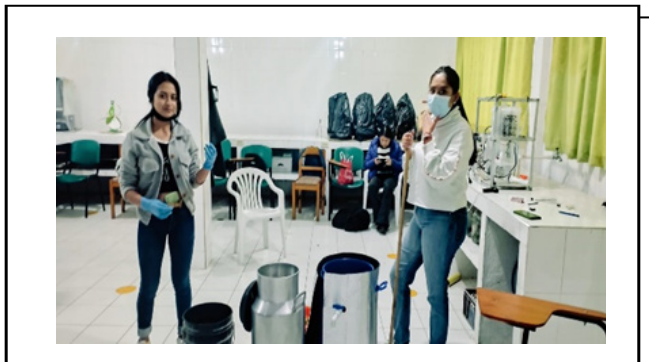


Figura 6. Carga del biodigestor de biomasa.

Resultados y Discusión

Ubicación del biodigestor

El biodigestor se ubicó en el laboratorio de química de la Institución Educativa Genaro León, considerado un espacio adecuado, teniendo en cuenta que es un ambiente interior en el cual la temperatura oscila entre los (10-18°C) de manera constantemente, y beneficia la actividad de los grupos microbianos y reacciones enzimáticas que intervienen en la descomposición de biomasa y producción de CH₄.

Construcción del biodigestor

Para la construcción del biodigestor anaeróbico experimental, tipo bidón, se instalaron cuatro (4) válvulas: En la tapa, entrada de biomasa y salida del biogás; en el tanque, salidas de los bioabonos y lodos.

Este montaje permitió hacer más didáctico el proceso de aprendizaje de los aprendices que hacemos parte de esta investigación.

Enchaquetamiento

El aislante termino de 5mm de espesor se colocó alrededor y por la parte de abajo del biodigestor el cual ha permitido tener una temperatura promedio por más tiempo, evitando los cambios bruscos de la misma.

Preparación de la biomasa

La utilización simultanea de más de un sustrato en el proceso de digestión anaeróbica dentro del biodigestor (co – digestión) mejora el proceso de digestión anaeróbica creando un mejor balance de nutrientes y pH. Por lo mencionado es importante combinar buenos sustratos; en el caso del lactosuero, uno de los co –sustratos adecuados son las excretas bovinas.

Tiempos de retención de biomasa

Haciendo las respectivas evaluaciones de temperatura, hermeticidad del biodigestor y producción de metano en los tiempos de retención de solidos establecidos de 30 y 60 días, se pudo conocer:

Retención de sólidos de 30 días

En la prueba de hermeticidad del biodigestor, la cual se realizó utilizando agua jabonosa en las instalaciones de las válvulas, se detectaron fugas en las instalaciones de las válvulas de gas y entrada de biomasa, al presentar generación de burbujas a su alrededor.

Se registró una temperatura del ambiente interior del laboratorio entre los (10 -18) °C, haciendo más lenta la degradación de la biomasa y las reacciones enzimáticas que requieren temperaturas mayores a 20 °C.

Por lo tanto, para los primeros 30 días de retención de biomasa, no se detectó producción y almacenamiento de biogás CH_4 en la parte superior del biodigestor.

Se realizó sellamiento de las fugas encontradas con cica flex negra, con la cual se puede hacer sellamientos elásticos que permiten manejar diferentes presiones sin perder el adecuado sellamiento.

Retención de sólidos de 60 días

En la prueba de hermeticidad del biodigestor, la cual se realizó nuevamente utilizando agua jabonosa en las instalaciones de las válvulas, no se presentó generación de burbujas, indicando que las fugas se habían sellado correctamente.

Se registró una temperatura del ambiente interior del laboratorio entre los (9 -18) °C, un grado menos que en los primeros 30 días de retención; generándose así una degradación de la biomasa lenta y poco eficiente respecto a la producción de metano CH_4 , teniendo en cuenta que los grupos microbianos que permiten la degradación de la biomasa para realizar eficientemente las reacciones enzimáticas requieren temperaturas generalmente mayores a 20 °C.

Se detectó presencia de biogás (CH_4) aproximadamente por 3 segundos al abrir la válvula y prender la llama. Por lo tanto, para los 60 días de retención, hay degradación de biomasa, producción y almacenamiento de biogás CH_4 en la parte superior del biodigestor.

Retención de sólidos de 90 días

En la prueba de hermeticidad no se presentaron fugas, la temperatura del

ambiente interior del laboratorio se mantiene entre los (9 -18) °C, y se detecta producción de biogás. Pasados los 90 días de retención de sólidos, se retiró la biomasa considerada un bioabano de la alta calidad nutricional, el cual se evaluará posteriormente su eficiencia en cultivos y pastos.

Conclusiones

El sistema de biodigestión anaeróbico tipo bidón se implementó utilizando un tanque de polietileno de alta densidad de 60 litros, el cual nos permitió aprovechar una carga de biomasa de 26,1 kilogramos compuesta por lactosuero, estiércol bovino, residuos orgánicos en descomposición y levadura activada con melaza.

La implementación de un sistema de biodigestión anaeróbica permite el aprovechamiento del lactosuero, considerado un sustrato energéticamente valioso por medio de las fases biológicas de fermentación; minimiza el impacto de contaminación ambiental (generación de plagas, roedores y malos olores) y fuentes hídricas; mejora la gestión de residuos y potencia la producción de energías renovables a partir de biomasa.

El rendimiento y producción de biogás depende del sustrato, condiciones ambientales del biodigestor, parámetros de pH, temperatura y tiempo de retención.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a Tecnoacademia Itinerante Nariño por articularse con nuestra Institución Educativa y permitirnos hacer parte de este programa de formación de la línea de biotecnología, el cual nos ha brindado las herramientas técnicas para desarrollar diferentes procesos de investigación.

Referencias

[1] C. Y. Paredes Carlosama y E. H. Guancha Taramuel, Plan de Desarrollo Territorial Municipal Unidos Construyamos Futuro, Guachucal , 2020.

[2] N. M. Botero Penagos y C. Naranjo Penñuela, Aprovechamiento energético mediante cogeneración de biogás obtenido del lacto suero., UNAD, Bogotá, 2020.

[3] K. Garcia Amado, Codigestión anaeróbica de estiércol y lodos de depuradora para producción de biogás., Universidad de Cadíz, Sevilla, 2018.

[4] C. Fernández Rodríguez , E. Martínez Torres , P. A. Morán y X. Gomez Barrios, Procesos biológicos para el tratamiento de lactosuero con producción de biogás e hidrógeno, Universidad de la Rioja, Logroño, 2016.

[5] J. J. González Pérez y M. Lara Coira, Biogás y biometano como vectores energéticos, Universidad de Coruña, La Coruña, 2019.

[6] M. E. E. Toala, Diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogás a partir del estiércol de ganado en el rancho verónica, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, 2016.

