

# EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA UTILIZADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN CICABA Y PESABA

Laura Elisa Rodríguez Reyes (1), Germán Cuevas Rodríguez (2)

1 [Universidad de Guanajuato, wera\_rodriguez94@outlook.es]

2 [Universidad de Guanajuato, german28@ugto.mx]

## Resumen

El giro de la industria cárnica ha trabajado en la investigación para la reducción de sus residuos orgánicos, en el presente trabajo se muestran como en el clúster, las empresas CICABA y PESABA implementaron cuatro biodigestores, tres y uno respectivamente, como una alternativa para la reducción o eliminación de residuos orgánicos, implementando la biodegradabilidad anaerobia, con el sistema hermético e impermeable, se analizó el potencial de cada uno de los residuos que se generan y cuáles de ellos podrían llegar a tener potencial en la producción de biogás, se hace una comparación de la generación del biogás en los diferentes meses y porque varia. Se mencionan los beneficios que les han proporcionado los biodigestores, tanto ambientales, económicos como sociales y algunas problemáticas que se presentan en la empresa y como podrían solucionarse y si el porcentaje de combustóleo ahorrado con el uso de esta fuente alterna.

## Abstract

The turn of the meat industry has worked in the research for the reduction of its organic waste, in the present work are shown as in the cluster, the companies CICABA and PESABA implemented four biodigesters, three and one respectively, as an alternative for the reduction Or disposal of organic waste, implementing the anaerobic biodegradability, with the hermetic and waterproof system, analyzed the potential of each of the residues generated and which of them could have potential in the production of biogas, a comparison is made Of the biogas generation in the different months and because it varies. The benefits of biodigestors, both environmental, economic and social, and some problems that arise in the company and how they could be solved, and whether the percentage of fuel oil saved by the use of this alternative source are mentioned.

## Palabras Clave

Biodigestión anaerobia, residuos orgánicos, biogás, biofertilizante.

## INTRODUCCIÓN

En el clúster de cárnicos de Pénjamo se encuentra la empresa CICABA que es una industrializadora de cárnicos, en ella entran 2100 puercos a diario, el proceso cuenta desde que entran a su matanza hasta que llegan a obrador para realizar sus cortes y pasan al empaquetamiento y en PESABA es una industria productora de harina de carne y harina de sangre, donde utilizan el decomiso de CICABA para su elaboración.

En algunas empresas los residuos que se obtienen de sus procesos son en grandes cantidades y no aprovechados, así que las empresas optan por un mecanismo de biodigestores para la transformación y el aprovechamiento de esta, en CICABA y PESABA tienen tres y uno, respectivamente. Estos son contenedores cerrados herméticamente e impermeables donde se deposita la carga orgánica y se fermenta, cuenta con un sistema de agitación para hacer una distribución uniforme y no violenta, en ellos se encuentra un consorcio de bacterias sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno[1], utilizando el proceso de la digestión anaerobia son posibles las reacciones para la generación de biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, sin embargo no trabajan al 100% ya que siguen tirando grandes cantidades de subproductos cárnico que podría ser aprovechado para la alta generación de biogás y bajar las pérdidas económicas que tienen la industria.

Por lo tanto el objetivo de esta investigación es llevar a cabo una evaluación técnica del funcionamiento de los biorreactores anaerobios utilizados para la producción de biogás con el objeto de proponer mejoras para incrementar sus eficiencias.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron visitas a la zona de tratamiento de agua en donde se encuentran los biodigestores, 3 en CICABA y uno en PESABA, para conocer y comenzar la investigación, las medidas de estos

son 58X40X6.5, con una capacidad total de 11 305.67 de c/biodigestor, los sistemas son de geomembranas color negro que ayudan a elevar la temperatura interna.

En CICABA los biodigestores funcionan en serie, mientras uno se alimenta, al otro le extraen el biogás y al tercero lo agitan, esto con la finalidad de crear un funcionamiento continuo, es decir, ningún día se detiene el proceso, la alimentación es con agua residual que la planta de tratamiento, la cual lleva excremento de cerdo, sólidos de 5mm (grasas principalmente), agua de uso doméstico y sangre con coágulos.

En PESABA el biodigestor es de operación continua, se alimenta de vísceras, sangre, coágulos, grasa, intestino grueso, delgado, viril, nana, agua de la producción de harina y agua tratada, esta última para desazolvarse porque tiene un exceso de materia orgánica, al inicio de su apertura le dejaron ir tripas para comenzar el funcionamiento, pero no se limitaron y siguieron arrojando, lo que causó que las tripas estén al límite del biodigestor y este bajando la capacidad para el biogás, esto porque no se cuenta con tratamiento previo, ya que todos los residuos pueden pasar por la alcantarilla e irse directo al tanque homogeneizador y taparlo, además tiene un tiempo de retención demasiado corto y su salida va directo a la presa de Palo Alto, otro problema observado es que por la cantidad de agua de lluvia que se queda encima de la geomembrana se está fisurando y dañando el biodigestor.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los beneficios que se muestran con la implementación de biodigestores y el aprovechamiento de los residuos orgánicos abarcan la parte ambiental, social y económica;

El potencial que tiene el uso de estos en la parte ambiental es que disminuyes las cantidades de residuos que podrías verter al medio y con ello se disminuye la contaminación que causa ya sea en suelo y agua, se mueren las bacterias y gérmenes por la falta de oxígeno y se reduce la producción de gases efecto invernadero, la materia orgánica expulsa grandes cantidades de metano que es uno de los más perjudiciales para la capa de ozono y la

generación de biofertilizante puede cambiar la agricultura tradicional por una orgánica, la producción de este es rico en fósforo, nitrógeno y potasio.

En la parte social se evitan conflictos con los lugares aledaños a la empresa, en primer lugar reduce los malos olores, la proliferación de fauna nociva (moscas, ratas, garzas y sancudos) y se reduce el riesgo de transmisión de enfermedades, ya que se destruyen hasta el 95% de huevos de parásitos y bacterias causantes de enfermedades gastrointestinales, y por último, el dueño regalo sus lodos provenientes de la laguna de sedimentación, esto hizo que el suelo se enriqueciera y tuviera más frutos. Además el biogás presenta menos riesgo en relación con el gas comercial.

Y los beneficios económicos es que por el uso de biogás, en el 2015 se ahorraron 1, 880, 949.15 pesos y en el 2016 hasta el mes de mayo se ahorraron 166,679.1 pesos, la diferencia de ahorro es por el precio del combustóleo, ya que el año pasado se mantuvo en \$6.7 y este en \$6.3, mientras que su inversión fue de \$1, 260, 834.50 €/biodigestor, además de que por cada m<sup>3</sup> de biogás producido, se remplazan 2 litros de combustóleo, es decir, ahorro de \$12.60 por cada m<sup>3</sup> usado.

Se identificaron los residuos que no son aprovechados en el clúster como pelo, pezuñas, sangre, membrana de vejiga, grasas, pedazos de tripas, vísceras, hígados, buche, pasto verde y se analizaron para determinar cuáles podrían ser utilizados en el aprovechamiento para la generación de biogás, esta depende de la proporción de sólidos volátiles (SV) y por tanto de la proporción de sólidos totales (ST) en la mezcla [2], y por la relación de carbono/nitrógeno que tiene la mezcla debe estar entre 20 y 30, es decir 20 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno, si la relación C/N es alta, el nitrógeno será consumido rápidamente por las bacterias metanogénicas para formar proteínas y no reaccionará con el material restante, por tanto la producción de gas será alta. Y si la relación es muy baja, donde el nitrógeno sea abundante, el nitrógeno será liberado y acumulado en forma de amoníaco, el cual incrementará el pH de la carga en el digestor. Un pH mayor que 8.5 comenzará a mostrar efectos

tóxicos en la población de bacterias metanogénicas. Los materiales con una relación

C/N alta pueden mezclarse con aquellos de baja relación C/N para dar la relación promedio deseada a la carga, que es de 20 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno [1].

Para la adición de elementos se debe de analizar la composición ya que algunos productos pueden inhibir la producción de biogás, como son las grasas, residuos medicinales (antibióticos), detergentes, sustancias con elementos halógenos, elementos que contengan Cu, Cr, Ni, CN y Ca [3] y se encuentran algunos que benefician con su adición como son el pasto verde que es un residuo que sacan a diario 50 kg y este genera 0.4 m<sup>3</sup>/Kg, por su contenido en lípidos, proteínas, lignina, celulosa que también son necesarios en la generación de biogás [3], a este tipo de residuos se tendrían que pasar por una trituradora como la InsinkEerator, Waste Xpress que hace que se reduzcan los desechos ya que los hace pulpa, procesa 317.5Kg por hora y en la planta de CICABA se generan 1251.84Kg por día (hígados, vísceras, buche, nana, y los demás residuos no aprovechados), así que si se prendiera cada dos horas serían 250.37 Kg más los residuos orgánicos que se generan en la cocina de la planta, aun así estaría en el rango de la maquinaria y se reducirían 85% de su volumen original de los residuos sólidos [4], lo que se pretende es ingresar los residuos frescos ya que esto aumentará la producción del biogás porque no tendrá el peligro de acidificarse.

Substrato	Sólidos Totales - ST (g kg <sup>-1</sup> )	Materia Orgánica (% ST)	Proteína* (g kg <sup>-1</sup> )	Grasa (g kg <sup>-1</sup> )
Grasa porcino	500-550	95-98	75-95	400-450
Grasa bovino	800-850	95-98	20-40	820-850
Descamisos(vísceras)	230-250	85-95	150-170	40-60
Tripería	180-190	95-98	70-80	85-90
Contenido ruminal	115-120	90-95	70-80	85-90
Sangre	150-200	92-95	145-200	Nd
Harinas de carne	950-970	70-80	520-560	110-130
Residuo Avícola	307-310	86-88	150-155	75-80
Lodos primarios EDAR	49.54	80.8	15.1	Nd
Lodos concentrados	77.95	79.3	20.4	Nd

#### Grafico 1. Datos de CICABA en el consumo de biogás.

De Enero de 2015 a Mayo de 2016 se ha logrado disminuir el uso de combustóleo en un rango del 38.52 al 50.33 por ciento y la cantidad de \$2, 047, 628.25.

Si se considera una DQO de 6000 mg/l en agua residual de un matadero, se concluye que por cada 1 m<sup>3</sup> de agua que entra al biodigestor se producen de 2 a 3 m<sup>3</sup> de biogás y en la CICABA la DQO total es de 6977.5 mg/l, es decir, es lo que

aproximadamente se está produciendo de biogás y si el flujo de agua residual es de 1000 m<sup>3</sup>/día se generan de 2000 a 3000 m<sup>3</sup>/día [5] y en CICABA es de 719.887 m<sup>3</sup>/día entonces la generación de biogás es de 2718.7 m<sup>3</sup>/día, nos dice q la producción de biogás está en el margen de buena generación, basados en el mes de junio (3 biodigestores).

Los tres biodigestores de CICABA trabajan bien, por su continuidad, el problema es que por las tuberías canalizadas hacia el mismo lugar, tanto el agua de lluvia que diluye, el agua de uso doméstico con contaminantes como jabón, detergentes, orina, heces humanas y fármacos, así como la de descargas de producción, entonces cuando se juntan ya no pueden ser utilizadas para decomiso, así que si se canalizaran a líneas de desagüe diferentes se podrían retirar y usarlos en harina de carne.

El biodigestor de PESABA no está en su correcto funcionamiento por el exceso de vísceras estancadas, por falta de capacitación a los trabajadores y explicarles que solo eran ciertos días de adición de residuos, así que CICABA está mandando agua tratada para que salgan a presión pero está generando diluciones y baja producción de biogás, lo mejor sería hacerle un desazolve tomando las medidas preventivas para el buen funcionamiento, es decir, primero se debe sacar todo el biogás, quitar la cubierta y al limpiarlo se deja el 10% del lodo del fondo o de 10% a 30% del efluente como inóculo [3].

Además de las grasas, el otro residuo que no se puede anexar en el biodigestor es el pelo, ya que todo residuo con alto contenido en queratina y colágeno son difícil de degradar por sus proteínas tan complejas [6], ni los lodos salientes de la laguna de sedimentación ya que tienen poca materia orgánica, así que es mejor darle paso al agua proveniente de PTAR que llega rica en esta.

Otro beneficio con el uso de biodigestores es la generación de electricidad, este proyecto constaría de un nuevo sistema con un motogenerador que trabaja con biogás se hace una combustión interna y genera la electricidad, se manda a un doble tiro para estar alternando comisión y la planta de biogás. Por lo que los gastos se reducen de manera importante por lo ahorros obtenidos y tangibles en la facturación de la CFE. La obtención sería con Biogemex, misma que realizo los

proyectos anteriores, las ventajas de este serían, alta eficiencia en producción de corriente eléctrica 0.70m<sup>3</sup>/KW, tiempo de vida prolongado y recuperación de la inversión en periodo corto, el costo del biodigestor fue antes mencionado y el pago de luz es de \$ 558, 419.00, se llega a la conclusión que por altos gastos de esta energía, llegarían muchos beneficios económicos y ambientales.

## CONCLUSIONES

Se logra el objetivo establecido, ya que al evaluar los biodigestores y observar sus problemáticas se dan posibles soluciones, y al analizar los subproductos animales que no son aprovechados, se investigaron cada uno de ellos para ver si era posible su implementación para incrementar la producción de biogás.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo expuesto ha sido financiado en el marco de los proyectos de Veranos UG, junto con el convenio de la empresa y colaboración en la obtención y análisis de datos de CICABA y PESABA por la gerente general Diana Sánchez y la Ing. Isabel Sánchez. También el apoyo de mi tutor Dr. German Cuevas Rodríguez.

## REFERENCIAS

- [1] Prof. María Teresa Varnero Moreno, (2011), Manual del biogás, FAO., pp. 14, 30, 33, 35, 49.
- [2] Jordi Patsi, Ángela Rodríguez, Belén Fernández, Xavier Floats, (2010), Digestión anaerobia de subproductos de la industria cárnica. Ingeniería Alimentaria y Biotecnología. (#): 1-2.
- [3] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, CEPIS (1996), Fundamentos Básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales, pp.21, 40, 49.
- [4] Insinkerator [en línea]. Ver. Trituradores de desperdicios de comida. Paseo de la Reforma, 2076, Lomas de Vista Hermosa. <<http://www.insinkerator.mx/>> [Consulta: 05 julio 2016].
- [5] Aqua limpia Engineering, Aprovechamiento de desechos y Aguas residuales en mataderos para producir energía. <<http://www.aqualimpia.com/PDF/BD-Mataderos.pdf>> UELZEN-Alemania [Consulta: 07 julio 2016].