

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE EXCRETA BOVINA PARA PRODUCIR BIOGÁS, EN UNA GRANJA DE CIUDAD VALLES, S. L. P.

Recibido: 13 de agosto de 2018

Aceptado:

C. Mójica Mesinas¹

B. Rueda Chávez²

E. Vidal Becerra³

D. C. Acosta Pintor⁴

RESUMEN

Los residuos orgánicos agrícolas y de animales, son considerados como recursos de biomasa, la cual puede transformarse para obtener bioenergéticos. Cuando los residuos orgánicos de plantas y animales se degradan por efecto de la descomposición microbiana, se producen gases de efecto invernadero como el metano y bióxido de carbono. Considerando el contexto anterior, el presente proyecto se enfocó en la necesidad de estudiar las características físico-químicas de los residuos orgánicos (estiércol) de una granja de bovinos del municipio de Ciudad Valles, S.L.P. para su uso potencial en la producción de biogás y contribuir de esta manera a la gestión integral de los residuos. Se obtuvieron cuatro muestras frescas de estiércol en el sitio de la granja, para ser analizadas. Se realizaron las pruebas físicas del estiércol bovino correspondientes a los porcentajes de: humedad, sólidos totales, cenizas y sólidos volátiles. Así mismo se analizaron las características químicas, obteniendo los porcentajes de: proteína, grasas, carbohidratos, carbono, nitrógeno total, relación carbono-nitrógeno, calcio, magnesio y pH. El estiércol bovino analizado presentó cantidades adecuadas de carbono y nitrógeno, por lo que se puede degradar eficazmente para la producción de biogás y utilizar este último como fuente de calor.

PALABRAS CLAVE

Biogás, residuos, caracterización físico - química.

ABSTRACT

Organic agricultural and animal waste are considered as biomass resources, which can be transformed to obtain bioenergetics. When the organic residues of plants and animals are degraded by the microbial decomposition effect, greenhouse gases are produced such as methane and carbon dioxide. Considering the previous context, this project focused on the

¹ Profesor del programa de Ingeniería Ambiental. cuitlahuac.mojica@tecvalles.mx

² Profesora del programa de Ingeniería Industrial. belzabet.rueda@tecvalles.mx

³ Profesora del programa de Ingeniería Industrial. elia.vidal@tecvalles.mx

⁴ Profesora del programa de Ingeniería Industrial. dulce.acosta@tecvalles.mx

need to study the physical and chemical characteristics of organic waste (manure) from a cattle farm in Ciudad Valles, S.L.P., México. Based on the potential use of it to the biogas production and to contribute in the integral management waste. Four fresh samples of manure were obtained at the farm site, to be analyzed. The physical tests of bovine manure corresponding to the percentages of: humidity, total solids, ash and volatile solids were carried out. Likewise, the chemical characteristics were analyzed, to get the percentages of: protein, fats, carbohydrates, carbon, total nitrogen, carbon-nitrogen, calcium, magnesium and pH. The bovine manure analyzed presented adequate amounts of carbon and nitrogen, so it can be degraded effectively for the production of biogas and then to use biogas as a source of heat.

KEY WORDS:

Biogas, waste, physical and chemical characteristics

INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante a considerar en los Sistemas de Producción es el enfoque de la sustentabilidad, entendiéndose este como realizar actividades viables económicamente, en donde se usen recursos de manera racional y haya una mejora en la calidad de vida de los agricultores y la sociedad. Ante esta situación, organismos como la ONU y la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), han adoptado directrices para un desarrollo más sustentable. Existen actividades como las del sector agropecuario, donde se corre el riesgo de llegar a la sobreexplotación de los recursos, tienen un alto impacto ambiental, contaminan el agua (acuíferos) y el suelo por los agroquímicos (nitratos, sulfatos y pesticidas). Además, los residuos agropecuarios cuando se degradan, son una fuente importante de contaminación atmosférica, por las emisiones de gases de efecto invernadero (metano, bióxido de carbono y óxido nitroso) por el proceso de combustión de la biomasa. Además generan la pérdida de la biodiversidad y efectos nocivos sobre la salud humana situación que vulnera a las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades primarias (Varnero Moreno, 2011).

Los residuos orgánicos agrícolas y de animales, son considerados como recursos de biomasa, la cual puede transformarse para obtener bioenergéticos (García Bustamante & Mas, 2016).

La bioenergía se obtiene de biomasa, que es la materia derivada de los seres vivos. El biogás se genera por la degradación del estiércol y cuando este proceso se lleva a cabo en biodigestores, se obtiene un residuo sólido (lodo) y un efluente líquido que se pueden utilizar como fertilizantes. El biogás producido se puede utilizar como fuente de calor para cocinar, así como para iluminación y calefacción doméstica. Una de las ventajas de utilizar este biogás es que reduce las emisiones a la atmósfera y la contaminación. (Prehn & Cumana, 2010).

Considerando el contexto anterior, el presente proyecto se enfocó en la necesidad de estudiar las características físico-químicas de los residuos orgánicos (estiércol) de una granja de bovinos del municipio de Ciudad Valles, S.L.P. para su uso potencial en la producción de biogás y contribuir de esta manera a la gestión integral de los residuos en el municipio, a la reducción del impacto ambiental derivado de la disposición final de los

residuos en superficies a cielo abierto y por consecuencia a la mitigación de los gases de efecto invernadero. Así mismo, para revalorizar los residuos y obtener beneficios económicos.

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en una granja de bovinos del municipio de Ciudad Valles, S.L.P. que pertenece a la región huasteca. Se obtuvieron las muestras frescas de estiércol en el sitio de la granja donde se reúne el ganado para la ordeña, para ser analizadas posteriormente en el laboratorio de química del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. El muestreo se realizó semanalmente, durante cuatro ocasiones. Cada semana se colectaron muestras de cinco sitios, de manera aleatoria, las cuales se mezclaron antes de ser analizadas, obteniéndose una muestra compuesta por semana. Lo anterior dio lugar a cuatro muestras compuestas.

Se realizaron las pruebas físicas del estiércol bovino correspondientes a los porcentajes de: humedad, sólidos totales, cenizas y sólidos volátiles. Así mismo se analizaron las características químicas, obteniendo los porcentajes de: proteína, grasas, carbohidratos, carbono, nitrógeno total, relación carbono-nitrógeno, calcio, magnesio y pH.

Para el porcentaje de humedad se introdujeron las muestras en una estufa de secado a 105 °C, hasta obtener peso constante entre dos pesadas consecutivas. Para calcular el porcentaje de humedad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(B-A) - (C-A)}{B-A} \times 100$$

Donde:

A= Peso del frasco a peso constante (g)

B= Peso del frasco a peso constante con muestra húmeda (g)

C= Peso del frasco con muestra seca (g)

Por diferencia respecto al porcentaje de humedad, se determinaron el contenido de cenizas y de sólidos volátiles (NOM-Y-607-NORMEX, 2013). Cenizas: Se tomaron dos gramos de los residuos a los que se les determinó la humedad y se calcularon los porcentajes de cenizas. Este porcentaje se obtuvo por diferencia de pesos, usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(\text{Peso del crisol} + \text{cenizas}) - (\text{peso del crisol})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Las grasas se determinaron por el método Soxhlet y el nitrógeno total por el método Kjeldahl, basado en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado (NOM-Y-607-NORMEX, 2013).

Grasas: Se realizaron las extracciones de cada uno de los residuos. Se hizo la determinación de extracto etéreo por el método Soxhlet. Se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{P - p}{M} \times 100$$

Donde:

P= Masa del matraz con grasa (g)

p= Masa del matraz sin grasa (g)

M= Masa de la muestra (g)

Nitrógeno total: Se determinó por el método Kjeldahl, basado en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado. Debido a las reacciones químicas se libera amoníaco, que es recuperado por destilación y recibiéndolo en ácido sulfúrico. Al reaccionar se forma sulfato de amonio, el exceso de ácido es titulado (valorado), con hidróxido de sodio usando como indicador rojo de metilo (NOM-F-90-S, 1980).

El pH se determinó con el potenciómetro. Así mismo se determinaron el calcio y el magnesio por el método volumétrico (NOM-Y-607-NORMEX, 2013).

Para la determinación de calcio, Se tomar 5 ml de alícuota y vaciar en un matraz Erlenmeyer de 250 ml., se agregar 2.5 ml de NaOH al 5%, añadir una pizca de Murexida, y titular con Edta al 0.02 N hasta que vire de color rosa a lila. Para determinación de calcio – magnesio, tomar 5 ml de alícuota y vaciar en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, agregar 2.5 ml de solución Buffer pH 10, agregar 5 gotas de KCN (Cianuro de Potasio 5%), agregar 5 gotas de Clorhidrato de Hidroxilamina, agregar 5 gotas de Negro de Eriocromo y titular con Edta 0.02 N hasta que vire viraje de color púrpura a azul.

RESULTADOS

Los análisis físico – químicos se realizaron con base en 50 gramos de muestra, los resultados se muestran en la tabla siguiente

Tabla 1. Resultados del análisis físico – químico del estiércol bovino estudiado. Fuente propia.

MUESTRA	1	2	3	4
% Humedad	82.5	81.3	81.2	80.5
% Sólidos totales	17.5	18.7	18.8	19.5
% Cenizas	17.8	17.2	18.3	18.2
% Sólidos volátiles	82.4	83.1	82.0	82.3
% Proteínas	8.86	7.48	7.35	7.32
% Grasas	3.86	3.85	3.85	3.85
% Carbohidratos	87.28	88.67	88.80	88.83
% Nitrógeno total	1.42	1.20	1.18	1.17
% Carbono	39.27	38.75	38.50	39.99
Relación C/N	27.65	32.29	32.62	34.18
pH	7.4	7.6	7.5	7.5
Conduc. Eléctrica mS/cm	20.6	22.7	20.7	21.3
Calcio ppm	1200	1200	1200	1200
Magnesio ppm	320	320	320	320
% Fibra Cruda	2.12	2.02	2.64	2.27

Del análisis químico proximal realizado al estiércol bovino se obtuvieron resultados similares a los reportados en el Manual de Biogás de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en donde se reportan contenidos de nutrientes en el estiércol bovino tales como: sólidos totales 13.4 a 56.2%; cenizas 19.66%; Nitrógeno total 1.3%; Carbono 30%; la relación Carbono/Nitrógeno 25:1; concentración de proteínas 9.05% y los lípidos 3.23% (Varnero, 2011).

Cabe señalar que los sólidos totales están constituidos por los sólidos volátiles y los minerales presentes en el estiércol. Así mismo los sólidos volátiles se encuentran en las proteínas, carbohidratos y lípidos; los cuales también corresponden a las concentraciones reportadas en el Manual de la FAO.

Estos compuestos orgánicos y minerales son los nutrientes necesarios para que los microorganismos anaeróbicos responsables de la biodigestión, puedan obtener energía. Lo anterior garantiza que dichos residuos de estiércol bovino puedan ser tratados para la obtención de biogás. Además, todos estos nutrientes orgánicos y minerales encontrados representan una fuente importante para obtener un abono orgánico de alta calidad, resultante de la biodigestión, si estos residuos fueran tratados.

Es importante garantizar los niveles de nutrientes, para evitar que las bacterias se inhiban por falta de éstos. El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas. El carbono como fuente principal de energía y el nitrógeno para asegurar su reproducción. Debido a que estas bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, Varnero (2011) establece una relación óptima de C/N entre 20:1 y 30:1 a fin de asegurar una buena población de bacterias, capaz de degradar toda la materia orgánica para la producción eficaz de biogás, así como de abonos orgánicos. Los resultados para C/N obtenidos en este estudio oscilaron entre 28:1 a 33:1, lo que garantiza una cantidad óptima de nutrientes para las bacterias responsables del proceso de biodigestión.

Sin embargo, aunque la composición del estiércol es en su mayor parte, materia orgánica y minerales, ésta varía, dependiendo de varios factores como son: la edad de los animales, sus características, la cantidad y tipo de alimentos que consumen, así como del manejo del estiércol. Otros datos reportados de las características de estiércol de vacas lecheras son: materia orgánica 36%; Nitrógeno 1.5%; Calcio 3.21%; Magnesio 0.53% y pH 7.1 (García, L. et al, 2009).

Los resultados obtenidos de nitrógeno total en el estiércol bovino, fueron aproximados a los reportados por Ruvalcaba, et al (2012) quien indica concentraciones de 1.9%. Así mismo reporta datos de conductividad eléctrica de 17.5 ms/cm y una relación carbono/nitrógeno 22:1.

Al medir la conductividad eléctrica (CE), el valor obtenido osciló entre 20.6 y 22.7 mS/cm lo que corresponde con la publicación de la SAGARPA-INIFAP (2011) donde se reportan rangos de 20.09 a 20.22 mS/cm. Estos son valores óptimos para la producción de biogás y esta característica indica la presencia de sales solubles en la excreta (Ochoa, Figueroa-Viramontes, & Núñez Hernández, 2011).

Un parámetro adicional que se midió en la excreta de bovino, es la fibra cruda presente, dando como resultado 2.02% a 2.64%, lo que indica que del alimento ingerido, se digirió en su mayor parte. Reportes de Fernando Aguilar (2003) fueron de 20% de fibra cruda presente en el estiércol de ganado bovino lechero, estos valores son muy altos respecto a los encontrados en el presente estudio (NOM-Y-94, 1980).

CONCLUSIONES

El estiércol bovino analizado presentó cantidades óptimas de carbono y nitrógeno, por lo que se puede degradar eficazmente para la producción de biogás y utilizar este último como fuente de calor.

Los resultados obtenidos de pH fueron cercanos a la neutralidad, lo que favorece la actividad microbiana para la biodigestión y la obtención del biogás correspondiente, así como de abonos orgánicos de alta calidad.

En cuanto a la fibra cruda presente en la excreta, indica que la mayor cantidad del alimento consumidos por el ganado fue digerido.

Se determinó la presencia de nutrientes necesarios para la metanogénesis, como carbono, nitrógeno, calcio y magnesio, los cuales sirven de nutrientes a las bacterias anaeróbicas responsables de este proceso.

La relación carbono/nitrógeno en dicho sustrato se encontró de manera óptima, por lo que puede ser una materia prima adecuada para las bacterias metanogénicas, que son las responsables del proceso de biodigestión.

El estiércol de ganado bovino analizado, es factible de ser utilizado para producir biogás y la implantación de un biodigestor en la granja en estudio permitirá la gestión integral de los residuos con beneficios económicos y ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO. (2002). Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Informe resumido. Perspectivas para el medio ambiente Agricultura y medio ambiente. Roma. It: FAO.org. Recuperado el 11 de 09 de 2018, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4799842&fecha=27/03/1979
- García Bustamante, C. A., & Mas, O. (2016). Estado del Arte de la Bioenergía en México. Guadalajara, Méx.: Imagia Comunicación.
- Intagri. (09 de agosto de 2018). Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. Obtenido de La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>
- NOM-161-SEMARNAT-2011. (01 de 02 de 2013). Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan

- de Manejo. Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 17 de octubre de 2017, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5286505&fecha=01/02/2013
- NOM-F-90-S. (04 de Agosto de 1980). Que establece los criterios para la Determinación de Proteínas en Alimentos. Diario Oficial de la Federación, págs. 1-25. Recuperado el 11 de septiembre de 2018, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4799842&fecha=27/03/1979
- NOM-Y-21. (20 de Enero de 1995). Que establece los metodos de prueba para la Determinación de Calcio en Alimentos para Animales. Diario Oficial de la Federación, págs. 1-25. Recuperado el 9 de octubre de 2018, de http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4867284&fecha=20/01/1995
- NOM-Y-607-NORMEX. (27 de Agosto de 2013). Que establece el método de prueba para la determinación de cenizas totales en alimentos en general y bebidas no alcohólicas. Diario Oficial de la Federación, págs. 1-25. Recuperado el 15 de octubre de 2018, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5311757&fecha=27/08/2013
- NOM-Y-94. (31 de Enero de 1980). Que establece los metodos de prueba para la determinación de fibra cruda en Alimentos para Animales. Diario Oficial de la Federación, págs. 1-25. Recuperado el 25 de septiembre de 2018, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5218831&fecha=14/11/2011
- Ochoa, E., Figueroa-Viramontes, U., & Núñez Hernández, G. (2011). Caracterización de Excretas y Buenas Prácticas de Manejo para el Reciclado de Nutrimentos en Explotaciones Intensivas de Leche. México: SAGARPA-INIFAP.
- Prehn, M., & Cumana, I. (2010). La Bioenergía en México: Estudio de caso No. 1. México: Red Mexicana de Bioenergía, A.C.
- Skoog, D., & West, D. (1985). Introducción a la Química Analítica. Barcelona, Esp.: Reverte.
- Varnero Moreno, M. T. (2011). Manual de biogás. Roma, It.: FAO.org.