
PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE LA CO-DIGESTIÓN DE MELAZAS DE CAÑA DE AZÚCAR CON ESTIÉRCOL DE VACA

1. Cisneros de la Cueva Sergio

Universidad Autónoma de Chihuahua
Chihuahua, Chih., México
sdelacueva@uach.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5320-1904>

2. Zavala Díaz de la Cerna Javier

Universidad Autónoma de Chihuahua
Chihuahua, Chih., México
fzavala@uach.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6488-2132>

3. Valles Aragon Cecilia

Universidad Autónoma de Chihuahua
Chihuahua, Chih., México
valles.cecilia@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1694-763X>

4. Salmeron Ochoa Ivan

Universidad Autónoma de Chihuahua
Chihuahua, Chih., México
isalmeron@uach.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1182-2571>

RESUMEN

Actualmente las concentraciones de gases efecto invernadero generados a partir del uso de combustibles fósiles han inducido al efecto del cambio climático, por lo que es necesario el uso de combustibles a partir de energías renovables. La producción y uso del biogás puede ser una alternativa para desahogar el uso de gas natural y mitigar las emisiones de gas efecto invernadero. En este estudio se probó el efecto de diferentes mezclas de dos residuos agroindustriales que fueron: caña de azúcar y estiércol de vaca para la producción de biogás por co-digestión anaerobia. Para evaluar la producción de biogás en las diferentes mezclas se utilizaron botellas de plástico de 400mL llevando la co-digestión anaerobia en modo batch. Cada botella fue cargada de acuerdo con las siguientes relaciones melaza/estiércol de vaca (% m/m basado en sólidos totales): 75/25, 50/50, 25/75, 0/100, 100/0 y 50/50. Los máximos valores de biogás de 334.95 mL fueron obtenidos para la mezcla 0/100, mientras que los valores más bajos de 66 mL fueron obtenidos para la mezcla 100/0. Este comportamiento se puede atribuir a que durante todo el proceso de digestión anaeróbica en los tratamientos 0/100, los valores de pH se mantuvieron en 7.0, mientras que en los demás tratamientos el pH bajó drásticamente en aproximadamente 4, lo que atribuimos afecto la producción de biogás. Los resultados de este estudio exhiben el uso de la co-digestión anaerobia como una alternativa para el tratamiento y obtención de biogas a partir de residuos como melaza y estiércol de vaca

Palabras clave: Biogas, Co-digestion, Digestion anaerobia, Residuos Agroindustriales

ABSTRACT

Currently, the concentrations of greenhouse gases generated from the use of fossil fuels have induced the effect of climate change, therefore, the use of fuels from renewable energies is necessary. The production and use of biogas can be an alternative to relieve the use of natural gas and mitigate greenhouse gas emissions. In this study, the effect of different mixtures of two agroindustrial wastes was tested: sugarcane molasses and cow manure for the production of biogas by anaerobic co-digestion. To evaluate the production of biogas in the different mixtures, 400mL plastic bottles were used carrying out the anaerobic co-digestion in batch mode. Each bottle was loaded according to the following molasses/cow manure ratios (% m/m based on total solids): 75/25, 50/50, 25/75, 0/100, 100/0 and 50/50. The maximum values of biogas 334.95 mL were obtained for the 0/100 mixture, while the lowest values of 66 mL were obtained for the 100/0 mixture. This behavior can be attributed to the fact that throughout the anaerobic digestion process in the 0/100 treatments, the pH values remained at 7.0, while in the other treatments the pH dropped drastically by approximately 4, which we attribute affected biogas production. The results of this study show the use of anaerobic co-digestion as an alternative for the treatment and obtaining of biogas from waste such as molasses and cow manure.

Keywords: Biogas, Co-digestion, Anaerobic digestion, Agroindustrial Waste

1. INTRODUCCIÓN

Los gases emitidos por la combustión de combustibles fósiles es una de las principales causas del calentamiento global del planeta y sus efectos negativos sobre el medio ambiente, la economía y la salud de las personas. Los biocombustibles gaseosos y líquidos son una alternativa prometedora para sustituir los combustibles fósiles, ya que pueden producirse a partir de materia orgánica contenida en residuos urbanos e industriales (Mynat et al., 2020).

La digestión anaeróbica es una tecnología que ofrece el tratamiento de aguas residuales, estiércol animal, desechos agroindustriales y desechos domésticos con la producción de biocombustibles gaseosos como el biogás (Zhang et al., 2013). El biogás producido a partir de biomasa agroindustrial ofrece beneficios tanto ambientales como económicos, ya que puede convertirse en una fuente de ingresos para quien lo produzca (Comino et al., 2012).

La melaza es el subproducto más importante de las fábricas de azúcar de caña y se produce en grandes cantidades. Las aguas residuales de producción de melaza pueden causar serios problemas ambientales, debido a su alta concentración de materia orgánica, alto contenido de sal y bajo pH. La melaza contiene aproximadamente un 48% de azúcares, lo que la convierte en un sustrato muy atractivo para la producción de biogás, sin embargo, su pH ácido inhibe el proceso de digestión anaeróbica (Fang et al., 2011).

La digestión anaeróbica del estiércol de ganado a menudo está limitada por una relación C/N demasiado baja, una alta concentración de amoníaco-N y un pH alto de hasta 8.0. La co-digestión es una estrategia eficiente para mejorar la degradación anaeróbica porque mejora el equilibrio de macro y micronutrientes, proporciona una microflora más diversa y brinda mayor capacidad amortiguadora y carga orgánica (Zhang et al., 2013). En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar mediante co-digestión diferentes proporciones de melaza con estiércol de vaca

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de melaza de caña de azúcar y estiércol de vaca. La melaza utilizada para los diferentes experimentos fue obtenida de la industria local de Gómez Palacio Dgo., México. Entre las características fisicoquímicas se incluyen: °brix de 85, pH de 5.31, nitrógeno total de 31,4 g/L

y sólidos totales de 75% p/p. El estiércol de vaca utilizado presento un valor de pH de 7.85, nitrógeno total de 1.8 g/L y los sólidos totales de 4.8% p/p. A partir de la caracterización fisicoquímica se establecieron las mezclas de co-digestion anaerobia

Procedimiento experimental.

Los experimentos se realizaron en modo de fermentación por lote, los cuales se llevaron a cabo en botellas de plástico de 400 ml por triplicado. En cada botella se añadió la proporción correspondiente de melaza/estiércol de vaca (basado en % de sólidos totales) (Tabla 1).

Tabla 1. Diferentes proporciones utilizadas en los experimentos de co-digestión de melaza y estiércol de vaca.

Tratamiento	Estiércol de vaca (% m/m)	Melaza (% m/m)
T1	25	75
T2	50	50
T3	75	25
T4	100	0
T5	0	100
Control	50	50

Todas las botellas con diferente tratamiento fueron inoculadas con 10% p/p de inóculo excepto para el control. El inóculo provino de un biodigestor de escala doméstica que realiza la co-digestión con aguas residuales, estiércol de vaca y desechos orgánicos de alimentos. Luego, todas las botellas se incubaron a 35°C. Cada prueba continuó hasta que no se produjo biogás (figura 1).



Figura 1. Montaje experimental para evaluar la producción de biogás

Métodos analíticos

La medición de biogás se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Cisneros et al., 2021.

La medición de pH se realizó utilizando un electrodo HI 1131B conectado a un pH-metro HANNA® Instruments.

El nitrógeno total Kjeldahl y los sólidos totales se realizaron de acuerdo con los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales (2012)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH en los diferentes experimentos no fue controlado, pero si monitoreado. En el gráfico de la figura 2 se muestra que en los tratamientos control, T1, T2, T3 y T5, durante los primeros 5 días, el pH disminuyó drásticamente obteniéndose valores de pH entre 5.5 y 4 manteniéndose estos valores durante todo el periodo de digestión anaerobia. En el tratamiento T4 se muestra tuvo un comportamiento diferente respecto a los demás tratamientos, teniendo que, en los primeros cinco días, el pH disminuyó a 6.0, sin embargo, este se incrementó gradualmente hasta obtener valores de pH 7.5 y manteniéndose este valor durante todo el periodo de digestión anaerobia. Los resultados nos indican que en el tratamiento T4 se tuvo un efecto amortiguante del pH, mientras que con la adición de melaza propicio a la acidificación del medio afectando la capacidad buffer del medio.

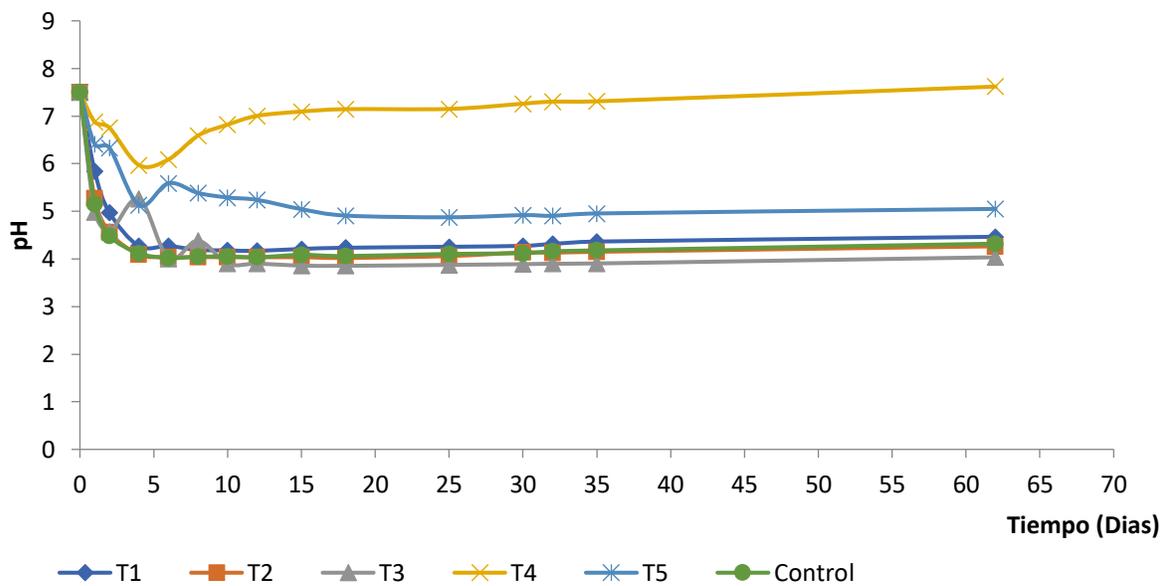


Figura 2. Comportamiento del pH a diferentes tiempos de la codigestión anaerobia de los diferentes tratamientos experimentales

En la figura 3 se muestra que en los tratamientos T4 se obtuvieron los valores más bajos de potencial oxido redox que fueron de -118.4 mV indicándonos que estos tratamientos se mantuvieron las condiciones de reducción en el medio. Mientras que en los otros tratamientos el POR se fue incrementando, obteniéndose valores de entre 6 y 125 mV indicándonos que en estos tratamientos no se mantuvieron las condiciones reductoras necesarias para la producción de biogás.

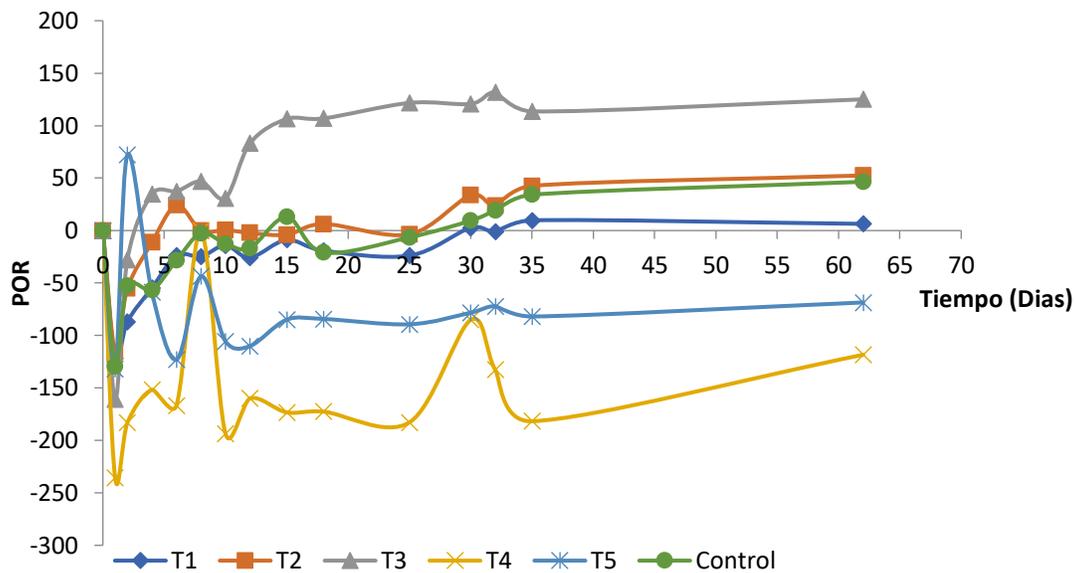


Figura 3. *Potencial oxido redox (POR) obtenido en la codigestion anaerobia de los diferentes tratamientos*

En el grafico 4 se muestran los diferentes valores de biogás obteniéndose los máximos valores de producción de biogás de 334.95 mL para el tratamiento T4. Por otro lado, los valores más bajos de producción de biogás se obtuvieron para los tratamientos T5, que solo contenían melaza con inóculo. Estos resultados indican que la adición de melaza tuvo un efecto inhibitor sobre la producción de biogás. Los valores de pH obtenidos pueden darnos una posible explicación del diferente comportamiento en la producción de biogás en los tratamientos. Esto se debe a que durante todo el proceso de digestión anaeróbica en los tratamientos T4 los valores de pH se mantuvieron en aproximadamente 7.0-7.5, mientras que en los demás tratamientos el pH bajó drásticamente a aproximadamente 4, lo que atribuimos a un efecto en la producción de biogás. En otros estudios, se ha informado que los componentes alcalinos del estiércol de ganado contribuyen a mantener la capacidad amortiguadora, mejorando así la estabilidad del sistema anaeróbico (Zhang et al., 2013)

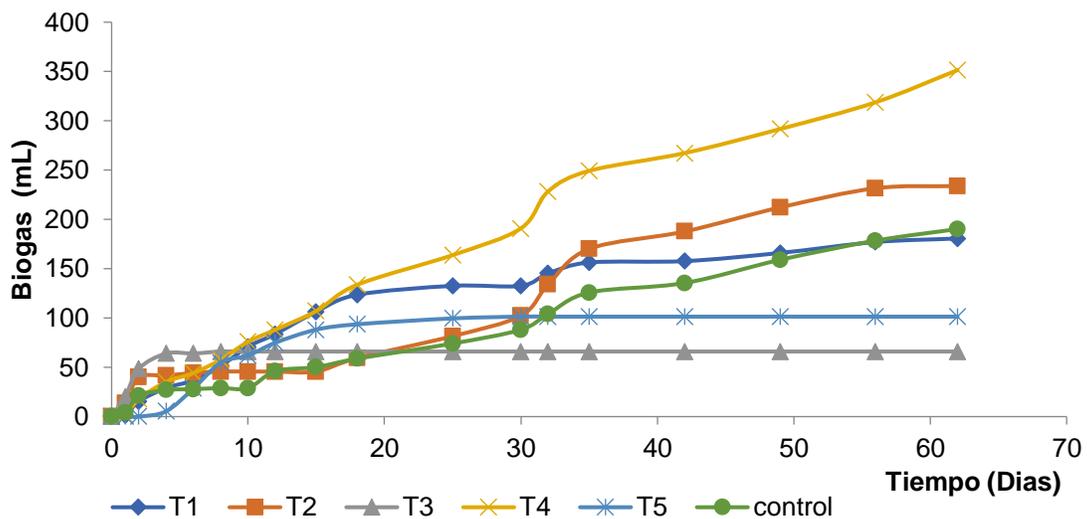


Figura 4. *Comportamiento cinético de producción de biogás obtenido a partir de los diferentes tratamientos experimentales*

5. CONCLUSIONES

Los resultados de los experimentos realizados nos mostraron que en las concentraciones en las que se añadió la melaza este afectó la producción de biogás, atribuible a una caída drástica de pH. Mientras que en los T4 se obtuvieron los valores más altos de biogás de 334.95 mL atribuible a que las condiciones de estos tratamientos favorecieron a tener una capacidad amortiguante en el medio y mantener el pH de 7.0 lo que favoreció a mantener condiciones reductoras y a la producción de biogás. Estos resultados nos muestran que en esas concentraciones de melaza se tuvo un efecto negativo en la producción de biogás, sin embargo, esto da pie a explorar concentraciones más bajas de melaza ya que creemos tendrá un efecto positivo e incrementar la producción de biogás con respecto al tratamiento T4 esto debido a que la melaza incorpora más carbono al medio que puede ser transformado a metano.

REFERENCIAS

- Mıynat, M.E., Ören, İ., Özkan, E., & Argun, H. (2020). Sequential dark and photo-fermentative hydrogen gas production from agar embedded molasses. *International Journal Hydrogen Energy*, 45 (60), 34730-34738. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.12.174>
- Zhang C., Xiao G., Peng L., Su H., & Tan T. (2013). The anaerobic co-digestion of food waste and cattle manure. *Bioresource Technology*, 129, 170-176. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.138>
- Comino E., Riggio V.A., & Rosso M. (2012). Biogas production by anaerobic co-digestion of cattle slurry and cheese whey. *Bioresource Technology* 114:46-53. <https://doi.10.1016/j.biortech.2012.02.090>
- Fang C., Boe K., & Angelidaki I. (2011). Anaerobic co-digestion of desugared molasses with cow manure; focusing on sodium and potassium inhibition. *Bioresource Technology*, 102, 1005-1011. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.09.077>
- Cisneros S., Balagurusamy N., & Pérez S.B. (2021). Effects of different nitrogen sources on methane production, free ammonium and hydrogen sulfide in anaerobic digestion of cheese whey with cow manure. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(3), 1-25.
- APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (22 th). American Public Health Association: Washington, DC, USA, 2012.

ⁱ Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2023 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.