

Digestión anaerobia de granos gastados de cervecería para la producción de metano: efecto del pretratamiento ultrasónico

María Isabel Garrudo Guirado¹, Daniel Simón Olivo Alanís¹, Juana Suhey Ponce Hernández¹, Fernanda Aguiar Contreras², Víctor Manuel Villafañá Velarde³, Noemi Nava Valente^{1,*}

¹ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Unidad Noreste, Autopista Monterrey-Aeropuerto, Vía de la Innovación 404, Parque PIIT, 66628, Apodaca, Nuevo León, México

² Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Tecnológico, 64849, Monterrey, Nuevo León, México

³ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Toluca. Av. Eduardo Monroy Cárdenas 2000, San Antonio Buenavista, 50110 Toluca de Lerdo, México

*Autor de correspondencia: nava@ciatei.mx

Energía Renovable (Biomasa). Ponencia Presencial

Recibido: 21 de agosto de 2023 Aceptado: 5 de octubre de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: Digestión Anaerobia; Grado de hidrólisis; Metano; Pretratamiento; Ultrasonido

Introducción. El grano gastado de cervecería (BSG por sus siglas en inglés) es un subproducto generado durante el procesamiento de la cerveza. El uso de BSG está limitado, y dadas sus características como contenido de fibra, hemicelulosa y celulosa, proteínas, lignina y lípidos, lo hacen un candidato para su valorización como biomasa para la producción de bioenergía (Pabbathi et al., 2022). La digestión anaerobia (DA) es una tecnología de tratamiento eficiente para la producción de biogás a partir de residuos con alto contenido de carga orgánica (Lins et al., 2023). No obstante, dadas sus características como contenido de fibra (30-50 % m/m), hemicelulosa y celulosa, proteínas (19-30% m/m), lignina, lípidos, minerales y vitaminas, pudieran disminuir la eficiencia del proceso, razón por la cual, la aplicación de un pretratamiento lo favorecería. El ultrasonido (US), es un pretratamiento empleado para aumentar los rendimientos y la producción de biogás en la DA (Buller et al., 2022). El presente estudio investigó el efecto del pretratamiento ultrasónico en el grado de hidrólisis y producción de metano vía digestión anaerobia de grano gastado de cervecería.

Materiales y Métodos. Tratamiento Ultrasónico: Las siguientes condiciones de ultrasonido fueron: frecuencia de 40kHz, potencia de ultrasonido de 300W, tiempo (5, 10 y 15 min). Se analizó el contenido de Demanda Química de Oxígeno (DQO) total y soluble para determinar el grado de hidrólisis de la materia orgánica como se presenta en la Ecuación 1.

$$\text{Grado de hidrólisis} = \frac{S_s}{S_t} \cdot 100 \quad (1)$$

Donde S_s es la DQO soluble (mg/L) de la muestra luego del tratamiento ultrasónico, S_t es la DQO total (mg/L) de la muestra sin pretratamiento (Berhe et al., 2023).

Digestión anaerobia en discontinuo: Se trabajó a una $T = 37 \pm 2^\circ\text{C}$, por un tiempo de 22 días. Se emplearon frascos serológicos de vidrio sellados con y 80 mL de volumen útil. El inóculo tuvo las siguientes características: $\text{pH} = 7.34$, 4.19% Sólidos Totales (ST) y 63.17% Sólidos Volátiles (SV). Se monitoreó pH, ST y SV, así como volumen acumulado de metano (APHA, 2017).

Resultados. Pretratamiento ultrasónico: El efecto del pretratamiento en el grado de hidrólisis (GH) fue proporcional al aumento del tiempo de sonicación, alcanzándose porcentajes de GH de 49, 52, y 54% para los 5, 10 y 15 min respectivamente. De acuerdo con Yang et al., 2020, el GH en BSG puede resultar de la alteración en la conformación molecular de las macromoléculas presentes en el residuo, lo que permite la liberación de moléculas solubles.

Digestión anaerobia. El efecto del tratamiento por US en la producción de metano se observa en la Figura 1.

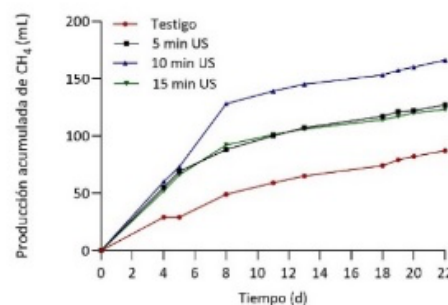


Figura 1. Metano acumulado en DA para diferentes tiempos de US.

El mayor valor de producción de metano es el correspondiente a los 10 minutos de pretratamiento (166mL); esto puede deberse a que un mayor tiempo de exposición al US propicia la aparición de un mayor número de especies reactivas de oxígeno (OH^* , H_2O_2), los cuales pueden actuar no solo en la hidrólisis del sustrato, sino también contra microorganismos que pudieran estar presentes (Zupanc et al., 2019), y afectar la posterior etapa de DA, resultando en una menor producción de metano.

Conclusiones. La implementación del pretratamiento ultrasónico en BSG favoreció el GH por encima del 50%. El tratamiento con US favoreció el proceso de DA, obteniendo el mayor volumen de metano acumulado (166mL) para la DA del sustrato que fue sometido a 10min de pretratamiento ultrasónico, evidenciando que efectivamente este pretratamiento conlleva a una mayor producción de metano.

Bibliografía.

- American Public Health Association. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Water Works Association, & Water Environment Federation.
- Berhe, S., & Leta, S. (2023). Anaerobic co-digestion of agro-industrial wastes using anaerobic sequencing batch reactor for bio-energy recovery: Focus on process performance and stability of the methanogenic step. *Journal of Water Process Engineering*, 54, 103993. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.103993>.
- Buller, L. S., Sganzerla, W. G., Lima, M. N., Muenchow, K. E., Timko, M. T., & Forster-Carneiro, T. (2022). Ultrasonic pretreatment of brewers' spent grains for anaerobic digestion: Biogas production for a sustainable industrial development. *Journal of Cleaner Production*, 355(131802).
- Lins, L. P., Martinez, D. G., Furtado, A. C., & Padilha, J. C. (2023). Biomethane generation and CO₂ recovery through biogas production using brewers' spent Grains. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 48, 102579. <https://doi.org/10.1016/j.BCAB.2022.102579>
- Pabbathi, N. P. P., Velidandi, A., Pogula, S., Gandam, P. K., Baadhe, R. R., Sharma, M., Sirohi, R., Thakur, V. K., & Gupta, V. K. (2022). Brewer's spent grains-based biorefineries: A critical review. *Fuel*, 317, 123435. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123435>.
- Yang, X., Wang, L., Zhang, F., & Ma, H. (2020). Effects of multi-mode S-type ultrasound pretreatment on the preparation of ACE inhibitory peptide from rice protein. *Food Chemistry*, 331, 127216. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127216>.
- Zupanc, M., Pandur, Ž., Stepišnik Perdih, T., Stopar, D., Petkovšek, M., & Dular, M. (2019). Effects of cavitation on different microorganisms: The current understanding of the mechanisms taking place behind the phenomenon. A review and proposals for further research. In *Ultrasonics Sonochemistry* (Vol. 57, pp. 147–165). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.05.009>.