

## Producción fermentativa de biohidrógeno en continuo a partir de lactosuero real

Brenda Aranda-Jaramillo<sup>1</sup>, Mirelli Archundia-Amador<sup>1</sup>, Mario Calderón-Prado<sup>1</sup>, Elizabeth León-Becerril<sup>1,\*</sup>, Octavio García-Depraect<sup>2</sup>, Oscar Aguilar-Juarez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Tecnología Ambiental, Institución, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Guadalajara, Jalisco, México

<sup>2</sup> Instituto de Procesos Sostenibles, Universidad de Valladolid, Valladolid, España

\* Autor de correspondencia: [eleon@ciatej.mx](mailto:eleon@ciatej.mx)

**Energías Renovables (Biocombustibles). Ponencia Virtual.**

Recibido: 7 de mayo de 2023

Aceptado: 15 de junio de 2023

Publicado: 23 de noviembre de 2023

**Palabras clave:** ácido láctico, bioenergía, fermentación oscura, hidrógeno, lactosuero.

**Introducción.** El lactosuero es un agua residual generada por la industria láctea, la cual posee un alto potencial contaminante (Ahmad et al., 2019). Debido a su contenido de materia orgánica (DQO= 40-60 g/L) y azúcares como la lactosa, este residuo puede ser aprovechado para obtener productos de valor agregado (Ramos et al., 2021). Uno de los productos de interés es el biohidrógeno, que puede ser utilizado como combustible limpio y renovable o como materia prima en diversas aplicaciones industriales. En el estado del arte, el proceso de fermentación oscura es quizás la mejor alternativa para producir hidrógeno a partir de biomasa (Ubando et al., 2022). Sin embargo, el proceso de fermentación oscura utilizando lactosuero como sustrato ha sido comúnmente inhibido debido a al excesivo crecimiento de bacterias ácido-lácticas (BAL). El objetivo del presente estudio es investigar la producción de hidrógeno en continuo a partir de lactosuero utilizando un consorcio especializado capaz de fermentar lactato en hidrógeno. Este enfoque novedoso pretende aprovechar la simbiosis entre BAL y bacterias productoras de hidrógeno (BPH) (García-Depraect et al., 2020).

**Materiales y Métodos.** Se utilizó un reactor de tanque agitado (2.5 L) con un volumen de trabajo de 1 L. Las condiciones de cultivo fueron: 35 °C, 150 rpm, pH 5.8 ± 0.02, y tiempos de retención hidráulica (TRH) de 24 y 18 h. Se usó lactosuero (103 g DQO/L, 13 g/L azúcares reductores, 94.8 gST/L, 82.6 gSV/L) como sustrato y un inóculo compuesto por BAL y BPH (10 % v/v). Se determinó la remoción de azúcares, DQO, así como la productividad de hidrógeno (L H<sub>2</sub>/L-d).

**Resultados.** Se observó que al operar con un TRH de 24 h el sistema alcanzó una productividad estable al día 12 de operación de 6.53 ± 0.56 L H<sub>2</sub>/L-d. El cambio de TRH de 24 a 18 h derivó en un aumento en la productividad (7.8 L H<sub>2</sub>/L-d), la cual es hasta ahora la mayor velocidad de producción de hidrógeno reportada para lactosuero real. En ambas condiciones evaluadas, se obtuvieron remociones de azúcares mayores al 95% y remociones de DQO entre 17.4–19.6%. Después de 50 días de operación, el sistema mostró una oscilación marcada en la productividad de hidrógeno independientemente del TRH probado (datos no mostrados), lo que sugiere una alternancia en la actividad de BAL y BPH. Actualmente se está a la espera de resultados de análisis de ácidos orgánicos (HPLC-UV) así como de las comunidades microbianas (16S rRNA secuenciación), lo que aportará más información del proceso.

Tabla 1. Resumen del desempeño del proceso de fermentación oscura en continuo utilizando lactosuero real.

Parámetro	TRH 24 h	TRH 18 h
Remoción de azúcares reductores (%)	96.2 ± 0.9	98.9 ± 0.8
Remoción de DQO (%)	17.4 ± 0.8	19.6 ± 0.7
Productividad de H <sub>2</sub> (LH <sub>2</sub> /L-d)	6.5 ± 0.6	7.8 ± 0.4

**Conclusiones.** La producción en continuo de hidrógeno a través del proceso de fermentación oscura basado en lactato fue investigada utilizando lactosuero real como sustrato. Se observó aumento en la productividad de hidrógeno de 6.5 a 8.5 L H<sub>2</sub>/L-d cuando se redujo el TRH de 24 a 18 h. Las velocidades de producción de hidrógeno alcanzadas son prometedoras. Sin embargo, el proceso propuesto aún necesita ser optimizado para garantizar una buena estabilidad, principalmente, en el largo plazo de operación.

**Agradecimientos.** Se agradece el financiamiento de CONACYT por la beca de doctorado de BAJ 2021-000001-01NACF-14448 y al proyecto CF-2023-G-648.

### Bibliografía.

- Ahmad, T., Aadil, R. M., Ahmed, H., ur Rahman, U., Soares, B. C., Souza, S. L., ... & Cruz, A. G. (2019). Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 361-372.
- García-Depraect, O., Castro-Muñoz, R., Muñoz, R., Rene, E. R., León-Becerril, E., Valdez-Vazquez, I., ... & Buitrón, G. (2021). A review on the factors influencing biohydrogen production from lactate: the key to unlocking enhanced dark fermentative processes. *Bioresource technology*, 324, 124595.
- Ramos, G. L. de P. A., Guimarães, J. T., Pimentel, T. C., da Cruz, A. G., de Souza, S. L. Q., & Vendramel, S. M. R. (2021). Whey: generation, recovery, and use of a relevant by-product. In *Valorization of agri-food wastes and by-products* (pp. 391–414). Elsevier.
- Ubando, A. T., Chen, W. H., Hurt, D. A., Rajendran, S., & Lin, S. L. (2022). Biohydrogen in a circular bioeconomy: A critical review. *Bioresource technology*, 366, 128168.