Evaluación de antraquinona-2-sulfonato (AQS) disuelto e inmovilizado en carbón activado durante la fermentación oscura de glucosa con lodo anaerobio granular

Marina M. Atilano-Camino [a], Cindy D. Luévano-Montaño [a], Alcione García-González [a], Daniel S. Olivo-Alanis [a], Luis H. Álvarez-Valencia [b], Refugio B. García-Reyes[a,*]

[a] *Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Facultad de Ciencias Químicas, Av. Universidad S/N, Cd. Universitaria, C.P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.*
[b] *Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 5 de Febrero 818 Sur, C.P. 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México.*
**e-mail autor responsable: refugio.garciary@uanl.edu.mx*

Palabras clave: fermentación, biohidrógeno, AQS, inmovilización

Introducción

La producción de hidrógeno por fermentación oscura ha surgido recientemente como un enfoque para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la combustión de hidrocarburos (Yang y Wang, 2018). Como estrategia de mejora, los mediadores redox son aditivos del bioproceso para mejorar el rendimiento de producción de hidrógeno, la tasa de producción de hidrógeno y la asimilación del sustrato complejo (Martínez y Álvarez, 2018). Los mediadores redox como antraquinona-2-sulfonato (AQS), antrahidroquinona-2,6-disulfonato (AH_2QDS), riboflavina, lawsona, etc., pueden mejorar la transferencia de electrones (Popovic et al., 2017, Atilano-Camino et al., 2020). En este trabajo se evaluó la adición de AQS, en forma soluble e inmovilizada en carbón activado, durante la fermentación oscura de glucosa empleando un lodo anaerobio granular pretratado.

Metodología

La inmovilización de AQS en carbón activado (AC) se llevó a cabo de acuerdo con la metodología reportada por Álvarez et al. (2017). El AC es expuesto con $ZnCl_2$ en HCl, lavado y secado. Luego, se añadió el material seco (AC-Cl) en 1 L de solución de 1.5 g/L de AQS y se agitó continuamente por 48 h.

El lodo anaerobio granular se obtuvo de un digestor anaeróbico de una industria cervecera. El lodo fue sometido a un pretratamiento térmico para inactivar a los microorganismos metanogénicos. Después, el lodo fue aclimatado en un biorreactor UASB (TRH de18 h) a temperatura ambiente durante 25 días. Para la evaluación del efecto del AQS inmovilizado y soluble se realizaron cinéticas de producción de H_2; se emplearon 84 mL de volumen de trabajo, el inóculo fue 1 g_{SVT}/L, 3 g/L de glucosa, bajo agitación continua a 150 rpm y 37°C, en condiciones anóxicas. La concentración de H_2 y subproductos líquidos se analizaron por cromatografía de gases. Por último, se estimaron los parámetros cinéticos de la producción de H_2 usando el modelo de Gompertz modificado.

Resultados y discusión

La inmovilización de AQS en AC alcanzó una capacidad de adsorción final de 0.523 mmol/g, 10.2% mayor que lo reportado por Álvarez et al. (2017). Además, después de cinco ciclos de desorción usando medio basal se obtuvo un porcentaje bajo de desorción (1.24%), lo que corrobora el mecanismo de inmovilización covalente del mediador en el AC.

Por otro lado, el uso de AQS soluble causó un efecto positivo en la velocidad de producción de H_2 (Rmax) aumentando 12.9% en comparación del control (lodo anaerobio aclimatado); mientras que el AQS inmovilizado en AC (AC-AQS) no muestra efecto en la producción de H_2 (Tabla 1). Sin embargo, el AC-AQS provocó un incremento en la acumulación de subproductos líquidos, principalmente ácido acético y butírico (Fig. 1).

Tabla 1. Parámetros cinéticos de la producción de hidrógeno.

	Hmax (mL)	IC	Rmax (mL/h)	IC	λ (h)	IC
Control	71.65	1.71	18.54	0.74	1.36	0.17
AC	70.56	3.48	17.67	1.03	1.32	0.16
AQS	73.37	4.37	20.93	1.72	2.50	0.12
AC-AQS	72.20	0.38	18.71	0.59	1.38	0.18

Hmax: Producción máxima de H_2; Rmax: Tasa de producción de H_2; l: Tiempo de fase lag; IC: Intervalo de confianza

Conclusiones

El AQS disuelto aumentó la tasa de producción de hidrógeno, mientras que el AQS inmovilizado en carbón activado incrementó significativamente la acumulación de subproductos líquidos. El efecto sinérgico entre el carbón activado y AQS inmovilizado mejoró la transferencia de electrones hacia las rutas metabólicas solventogénicas.

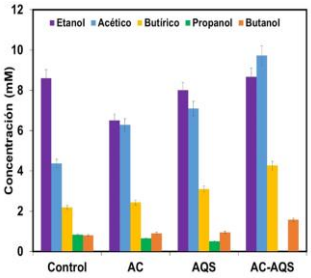

Fig 1. Perfil de subproductos de la fermentación oscura empleando AQS soluble e inmovilizado (AC-AQS).

Referencias

Alvarez, L.H., Arvizu, I.C., García-Reyes, R.B., Martinez, C.M., Olivo-Alanis, D., Del Angel, Y.A. Quinone-functionalized activated carbon improves the reduction of congo red coupled to the removal of p-cresol in a UASB reactor. J. Hazard. Mater. 2017, 338, 233–240.

Martinez, C.M., Alvarez, L.H. Application of redox mediators in bioelectrochemical systems. Biotechnol. Adv. 2018, 36: 1412-1423.

Popovic, J., Ye, X., Haluska, A., Finneran, K.T. Ferric iron and extracellular electron shuttling increase xylose utilization and butanol production during fermentation with multiple solventogenic bacteria. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2017,101: 8053-8061.

Yang, G., Wang, J. Enhanced Hydrogen Production from Sewage Sludge by Co-fermentation with Forestry Wastes. Energy and Fuels 2017, 31, 9633–9641.

Atilano-Camino Marina M., Luévano-Montaño Cindy D., García-González Alcione, Olivo-Alanis Daniel S., Álvarez-Valencia Luis H., García-Reyes Refugio B. Evaluation of dissolved and immobilized redox mediator son dark fermentation: driving to hydrogen or solventogenic pathway, Bioresource Technology, 2020, 317, 123981. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123981