



PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO A PARTIR DE EFLUENTES VITIVÍNICOLAS EN SISTEMAS DE BIOMASA FIJA: EFECTO DEL TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA

Marcela del Carmen Zavala-Méndez, Alejandro Vargas-Casillas, Julián Carrillo-Reyes. Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas, Instituto de Ingeniería, Unidad Académica de Juriquilla, Universidad Nacional Autónoma de México. Blvd. Juriquilla 3001, Qro., México, C.P. 76230
e-mail: MZavalaM@iingen.unam.mx

Palabras clave: Tasas de carga orgánica, fermentación oscura, ácidos grasos volátiles.

Introducción. El Hidrógeno (H_2) es un combustible prometedor por poseer un alto rendimiento energético (141.9 J/kg), en comparación con otros combustibles, además de obtener agua como único residuo de su combustión (1). Una manera de obtener hidrógeno de forma sustentable es mediante la fermentación oscura, en donde los residuos orgánicos son convertidos en H_2 , dióxido de carbono (CO_2), y metabolitos solubles como los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) (2). Un ejemplo de estos residuos son los efluentes de la industria vitivinícola, los cuales cuentan con una alta concentración de carbohidratos (alrededor de 50 g/L) y una DQO de 221 g/L (3), convirtiéndolos en un sustrato apto. La producción de hidrógeno en continuo es factible en sistemas de biomasa fija, basados en biomasa granular o biopelícula, ya que son capaces de soportar las altas tasas orgánicas de los efluentes vitivinícolas, además de poder evaluar tiempos de retención hidráulico (TRH) bajos que favorecen la productividad de hidrógeno. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto del TRH en la producción de H_2 operando dos sistemas de biomasa fija; reactor granular (UASB, por sus siglas en inglés) y un reactor tipo filtro percolador basado en biopelícula (TBR, por sus siglas en inglés).

Metodología. Se llevó a cabo el arranque de dos sistemas en modo continuo; siendo un reactor UASB y un reactor TBR con volumen de 1.5 y 1 L, respectivamente. Ambos reactores se alimentaron con efluentes de la industria vitivinícolas, sometidos a condiciones de operación reportadas ideales para la producción de H_2 (pH 5.5, temperatura de 37°C, TCO = 505 g DQO/L-d) (4). Se evaluaron dos diferentes tiempos de retención hidráulica (4 y 5.5 h), los cuales fueron operados durante 20 días. El biogás producido se midió en un flujómetro (μ flow, Bioprocess Control, Suecia), mientras que su composición (H_2 y CO_2) se analizó en un cromatógrafo de gases con detector TCD (SRI 8610C, Torrance, CA, USA). También se analizó la composición de ácidos grasos volátiles (AGV) en el efluente de los reactores mediante un cromatógrafo de gases con detector FID (7890B, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA).

Resultados. En el TRH de 5.5 h se obtuvo la mayor productividad de hidrógeno en el TBR con una diferencia del 69% con respecto al UASB. Sin embargo al disminuir el TRH a 4 h el UASB aumentó su producción de hidrógeno en un 54% en comparación al sistema de biopelícula en la misma condición, no obstante no se alcanzó la mayor productividad obtenida.

La producción de H_2 en ambos reactores posiblemente está derivada a la ruta metabólica ácido acético-butírico, siendo estos los metabolitos en mayor proporción en las concentraciones evaluadas.

Tabla 1. Producciones de H_2 estables a distintos TRH

Tipo de Reactor	Carga Orgánica (gDQO/L-d)	TRH (h)	Tasas de producción de hidrógeno (mL/L _{Reactor} -h)
TBR	467	5.5	128.4±4.2
UASB			89.4±4.6
TBR	642	4	59.2±9.4
UASB			109±10.4

Tabla 2. Cuantificación de AGV's en los diferentes TRH

Tipo de reactor	TRH (h)	Concentración de metabolitos (g/L)		
		Acético	Propiónico	Butírico
TBR	5.5	4.73	1.29	2.03
UASB		2.17	0.47	4.35
TBR	4	2.25	0.48	2.61
UASB		3.32	1.53	7.94

Conclusiones. En el TRH tuvo un efecto significativo en la productividad de hidrógeno, siendo el sistema de biopelícula el que desarrollo la mejor productividad a un valor de 5.5 h, pero la mayor carga orgánica afectó la productividad de H_2 . Por otro lado, el reactor de biomasa granular soportó una mayor carga orgánica a TRH de 4 h, mejorando la productividad en comparación con el TRH de 5 h. La menor concentración de AGV's a un TRH de 4 h en el TBR sugiere que la biopelícula tiene una menor velocidad de consumo que la biomasa granular.

Agradecimientos. Fondo de Sustentabilidad Energética SENER-CONACYT, Clúster Biocombustibles Gaseosos, 247006; CONACYT 255537, PAPIIT IA100518 (UNAM).

Bibliografía.

- (1) Buitrón, G., Prato-García, D., & Zhang, A. (2014). Int J Hydrogen Energy, 39(11). 19249-19255.
- (2) Trad, Z. *et al.*, (2016). Renewable energy, 98, 264-282.
- (3) Mejía-Saucedo, C. (2018), Tesis de maestría en Ingeniería ambiental, Instituto de Ingeniería, UNAM.
- (4) Cortez-Cervantes, J. (2019), Tesis de maestría en Ingeniería ambiental, Instituto de Ingeniería, UNAM.

