



## EVALUACIÓN DEL EFECTO INHIBITORIO DE ADITIVOS DE LA INDUSTRIA CERCERERA EN LA ACTIVIDAD METANOGÉNICA ESPECÍFICA DE LODOS ANAEROBIOS

Juan A. Yáñez Varela<sup>1</sup>, Sergio E. Viguera Carmona<sup>1</sup>, Ulises Durán Hinojosa<sup>2</sup>, Adalberto Noyola Robles<sup>2</sup>

<sup>1</sup> División de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Ecatepec de Morelos, C.P. 55210, Estado de México.

<sup>2</sup> Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria, C.P. 04510. México, D.F. [sviguera@tese.edu.mx](mailto:sviguera@tese.edu.mx)

*Palabras clave: digestión anaerobia, inhibición, efluente cervecero.*

**Introducción.** La industria cervecera emplea una amplia variedad de aditivos para mejorar las propiedades organolépticas de la cerveza y frecuentemente son descargados a las aguas residuales. El tren de tratamiento típico para las aguas residuales de la industria cervecera tiene un digestor anaerobio como unidad principal, y hay evidencias de que la presencia de aditivos limita el funcionamiento de esta unidad [1]. Se ha reportado que estos aditivos podrían tener un efecto inhibitorio o tóxico sobre los microorganismos a nivel metabólico, fisiológico y bactericida [2]. Sin embargo, no se ha evaluado el grado de inhibición o toxicidad de estos aditivos para proponer estrategias operacionales que eviten que la eficiencia del proceso disminuya.

El objetivo de este trabajo fue determinar el grado de inhibición de diversos aditivos en la actividad metanogénica, mediante ensayos en lote con los lodos anaerobios utilizados para el tratamiento de aguas residuales de la industria cervecera.

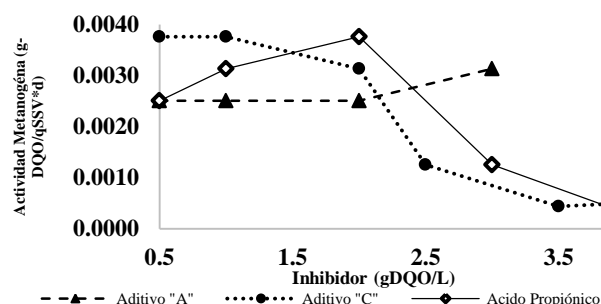
**Metodología.** Se realizó una cinética inicial con concentraciones de cerveza de 0.25 a 5.0 g DQO/L para determinar la actividad metanogénica máxima ( $q_{max}$ ) y la constante de saturación ( $k_s$ ) de lodo granular en condiciones mesofílica. Posteriormente, se probó el efecto inhibitorio sobre la AME de dos aditivos A, C y ácido propiónico como inhibidor de referencia, utilizando 3 g DQO/L de cerveza y concentraciones de los aditivos y el ácido propiónico de 0.5, 1, 2 y 3 g DQO/L. El grado de inhibición se determinó utilizando el modelo de inhibición de Dixon, ecuación 1.

$$\frac{1}{q} = \frac{\left(1 + \frac{k_s}{[S]}\right)}{q_{max}k_i} [I] + \frac{1}{q_{max}} \left(1 + \frac{k_s}{[S]}\right) \quad \text{Ecuación 1}$$

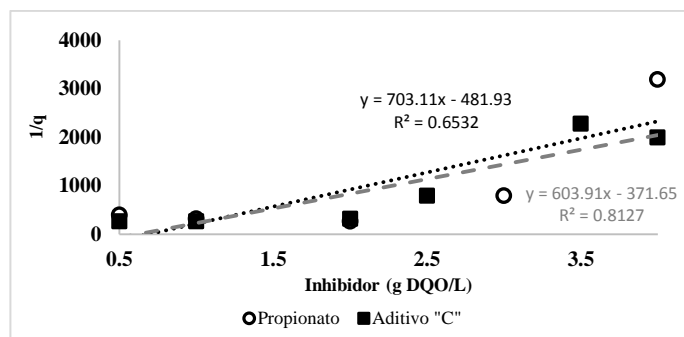
Donde  $K_i$  es la constante de inhibición (g DQO/L).

**Resultados.** Utilizando la linealización de dobles recíprocos de Lineweaver-Burk se obtuvo una  $q_{max}$  de  $2.27 \times 10^{-3} \text{ d}^{-1}$  y una  $k_s$  de  $2.34 \text{ g-DQO}_{\text{cerveza}}/\text{L}$ . La Figura 2 muestra que el ácido propiónico a una concentración de 3 g DQO/L tuvo un efecto inhibitorio en la AME cercano al 65%. También se observa que el aditivo "C" tuvo un efecto inhibitorio progresivo hasta causar un 50% de inhibición sobre la AME. La Figura 3 es la representación gráfica de la ecuación 1 para C y ácido propiónico, mediante regresión lineal se obtuvo el valor de la pendiente  $(1+K_s/[S])/k_i$  y se calculó  $k_i$  para ambos, obteniéndose un valor de 1.1 g DQO/L para C y 0.92 g

DQO/L para ácido propiónico, este último se encuentra dentro del orden de magnitud del reportado por Fukuzaki y colaboradores [3].



**Fig. 2.** Efecto de las sustancias problema sobre la actividad metanogénica.



**Fig. 3.** Ajuste de datos de aditivo "C" y ácido propiónico al modelo de Dixon

**Conclusiones.** Se identificó que el aditivo "A" no mostró algún efecto inhibitorio y el aditivo "C" es inhibitorio para la metanogénesis y se ajusta al modelo de inhibición no competitiva de Dixon.

**Agradecimiento.** M. en C. Margarita Elizabeth Cisneros Ortiz y al Dr. Daniel de los Cobos Vasconcelos por su apoyo para el desarrollo de este proyecto.

### Bibliografía.

- García, M.C. & Díaz, M.C. (2003). Evaluating brewery wastewater toxicity using a methanogenic activity inhibition test. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 5(2): 23-31.
- Nagel, P., Urtubia, A., Aroca, G., Chamy, R., & Schiappacasse, M. (1999). Methanogenic toxicity and anaerobic biodegradation of chemical products in use in a brewery. *Water science and technology*, 40(8): 169-176.
- Fukuzaki, S, Naomichi, N, Manabu, S. and Shiro, N (1990). *Appl. Environ. Microbiol.* Vol. 53. No. 6. 719-723