

LA DESNITRIFICACIÓN EN PRESENCIA DE BENCENO, TOLUENO Y *m*-XILENO COMO AGENTES REDUCTORES DEL NITRATO.

Armando Peña-Calva, Alejandro Olmos-Dichara, Flor de María Cuervo-López* y Jorge Gómez
 Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Avenida San Rafael
 Atlxco No186, Vicentina 09340 México, DF. Tel.-Fax: 5804-6408, e-mail: fmcl@xanum.uam.mx

Palabras claves: *desnitrificación, benceno, tolueno, m-xileno.*

Introducción: El benceno, tolueno y los xilenos (BTX) son compuestos tóxicos que se encuentran en la gasolina contaminando diversos ecosistemas, por lo cual deben ser eliminados del ambiente. La desnitrificación heterotrófica es una alternativa viable en la cual el tolueno y los xilenos podrían mineralizarse (1,2,3) y el nitrato reducirse a N₂.

El objetivo de este trabajo es estudiar en lote a la desnitrificación, utilizando BTX como agentes reductores y un consorcio microbiano sin aclimatación previa a hidrocarburos aromáticos.

Metodología. Se utilizaron botellas serológicas de 60 ml, con 48 ml de medio de cultivo suplementado con diferentes concentraciones de benceno, tolueno o *m*-xileno y nitrato, con una relación C/N cercana a 1. Las botellas se inocularon hasta una concentración de 1 g SSV/l. Al mismo tiempo se corrieron dos controles, uno con la fuente de nitrógeno y otro únicamente con el hidrocarburo aromático. Las botellas se incubaron a 30°C y a 150 rpm. A cada botella se le midió NO₃⁻, NO₂⁻ (electroforesis capilar), N₂O, N₂, CO₂ y BTX (cromatografía de gases), carbono orgánico e inorgánico (TOC). Los cultivos se pararon cuando la fuente reductora fue totalmente consumida o cuando no presento cambios.

Resultados y Discusión Bajo las condiciones anóxicas desnitrificantes no hubo consumo de benceno durante el tiempo de cultivo. El control que contenía benceno presentó el mismo perfil. En la Tabla 1, se observan las eficiencias de consumo de tolueno (E_{fT}), y nitrato (E_{fN}), así como los rendimientos ($Y_{P/S}$) en la formación de N₂ y HCO₃⁻. El consumo de tolueno fue similar entre sí, con una E_{fT} de 100%. Los $Y_{P/S}$ en la formación de HCO₃⁻ fueron superiores a 0.71. Del tolueno consumido, una parte se acumuló en forma de intermediarios como acetato, propionato, butirato y benzoato. La E_{fN} en los ensayos con 15 a 85 ppm de tolueno fue del 100% y los $Y_{P/S}$ para N₂, fueron superiores a 0.96. Con 100 ppm de tolueno, presentó una disminución de la E_{fN} del 3%, con respecto a los anteriores ensayos y el $Y_{P/S}$ no sufrió ningún cambio. Contrario a lo reportado (1,2,3), en el presente trabajo se muestran evidencias claras de que el proceso respiratorio fue desnitrificante y totalmente desasimilativo.

Al aumentar la concentración de 15 a 70 ppm de tolueno, la velocidad específica de consumo de tolueno (q_T) se incrementó de 0.0055 a 0.025 mg tolueno /mg SSV-d. A 85 ppm de tolueno, la q_T disminuyó en un 2.5%, y con 100 ppm, disminuyó un 21% con respecto al valor máximo.

En la Tabla 1, también se muestran los resultados de la desnitrificación en presencia de *m*-xileno. El proceso presentó eficiencias promedio de consumo, de *m*-xileno (E_{fX})

y nitrato (E_{fN}) de 53 y 60 %, respectivamente y rendimientos superiores a 0.85 y 0.95 para la formación de HCO₃⁻ y N₂. Los perfiles de consumo fueron muy similares entre sí, presentando tres etapas (no observadas con tolueno), la fase de retardo, la de consumo y por último la fase estacionaria. Durante la reducción del NO₃⁻ a N₂, se detectó la formación de intermediarios transitorios como nitrito y N₂O. Durante la oxidación del *m*-xileno (10 días) se observó la formación de acetato, propionato y butirato. Después de 10 días de cultivo, durante la fase estacionaria, se observó un aumento en la concentración de materia orgánica soluble, posiblemente debido al efecto disolvente del *m*-xileno sobre la microflora. Aunque sólo se eliminó un 53% de *m*-xileno, alimentado, el nivel de eliminación fue 2 o 3 veces mayor que en otros estudios (2, 3). Las velocidades específicas de consumo de *m*-xileno (q_X), mostraron incrementos de 0.0013 a 0.0039 mg *m*-xileno/ mg SSV-d.

Tabla 1. Resultados de la desnitrificación utilizando tolueno y *m*-xileno como agentes reductores.

tolueno (mg/l)	Eficiencia de consumo		Rendimiento de formación	
	E_{fT}	E_{fN}	HCO ₃ ⁻	N ₂
15	100	100	0.85	0.95
25	100	100	0.71	0.96
40	100	100	0.79	0.98
55	100	100	0.71	0.95
70	100	100	0.80	0.96
85	100	100	0.82	0.97
100	100	97	0.83	0.96
<i>m</i> -xileno (mg/l)	Eficiencia de consumo		Rendimiento de formación	
	E_{fX}	E_{fN}	HCO ₃ ⁻	N ₂
15	55	70	0.85	0.95
25	55	70	0.88	0.96
35	60	70	0.88	0.98
50	50	45	0.88	0.95
70	45	45	0.86	0.96

Conclusiones. El benceno no fue consumido como fuente de electrones en el proceso desnitrificante. El tolueno y el *m*-xileno se utilizaron como agentes reductores del nitrato y mostraron eficiencias, rendimientos y perfiles cinéticos diferentes entre sí. El *m*-xileno mostró mayor efecto disolvente sobre la microflora que el benceno y el tolueno.

Agradecimientos. CONACYT (400200-5-33668-U).

Bibliografía.

1. Elmén, J., Pan, W., Leung, S., Magyarosy, A. and Keasling, J. (1997). Kinetics of toluene degradation by a nitrate-reducing bacterium isolated from a groundwater aquifer. *Biotechnol. Bioeng.* **55**:82-90.
2. Hutchins, S., Kovacs and A. Smith (1991). Biodegradation of aromatic hydrocarbons by aquifer microorganisms using nitrate or nitrous oxide as the terminal electron acceptor. *Appl. Environ. Microbiol.*, **57**(8): 2403-2407.
3. Phelps, C. and Young, Y. (1999). Anaerobic biodegradation of BTEX and gasoline in various aquatic sediments. *Biodegradation.* **10**:15-2

