



MODELADO DEL PROCESO DE BIORREMIEDIACIÓN DE UN SUELO CONTAMINADO CON HTP's Y BIOTRATADO EN TAMBOR ROTATORIO

Miguel A Rodríguez Meza, Héctor Mario Poggi Varaldo, Ana María Mendoza Martínez y Josefina Barrera Cortés

Av. Instituto Politécnico Nacional No.2508 Col San Pedro Zacatenco CP. 07300 México D. F.

Fax. 5061-3313 Email. jbarrera@cinvestav.mx

Palabras clave: biorremediación, tambores rotatorios, modelado

Introducción. El desarrollo de modelos fenomenológicos para el estudio sistemático de la biodegradación de contaminantes, comenzó con trabajos clásicos como los de Dhawan (1) en agregados de suelos. Posteriormente, Woo y colaboradores (2) desarrollaron un modelo matemático para la biodegradación en un sistema de lodos, considerando la adsorción de los contaminantes. Debido a que el proceso de biodegradación en un sistema de lodos opera de manera dinámica, y con múltiples fases, los modelos en su mayoría requieren de condiciones iniciales y en la frontera.

Este trabajo presenta el desarrollo de un modelo matemático que permite describir la remoción de una mezcla compleja de hidrocarburos intemperizados contenidos en un suelo de textura arcillosa y tratados en un tambor rotatorio abierto a la atmósfera.

Metodología. La operación del tambor rotatorio se consideró isotérmica, con una concentración del 50% de sólidos y condiciones de mezclado perfecto, así como la transferencia convectiva de oxígeno. Se plantea un modelo matemático que describe la biorremoción de los HTPs contenidos en un suelo, consumo de oxígeno en un sistema de tambor rotatorio horizontal. El modelo asume que los componentes de los HTPs son la fuente de carbono para el crecimiento microbiano, el consumo de oxígeno y su transporte se incluyen en el presente modelo. En la solución del modelo se utilizó el método de Runge-Kutta con valores iniciales de μ_m (0.1-1.0), K_s (0.005-1000), Y (0.1-1.5) y Y_{ox} (1.5-3.5) estimados para los parámetros cinéticos.

Resultados y discusión. Se formuló el siguiente sistema de ecuaciones para describir el proceso de biorremediación en tambores rotatorios en donde los sólidos se encuentran totalmente suspendidos. El balance global de HTPs y oxígeno en el sistema fue:

$$\frac{\partial HTP_s}{\partial t} = -\frac{\mu_{max}}{Y_{X/HTPs}} (HTP_{s_{tot}} - HTP_{s_{biad}}) X \left(\frac{O_2}{K_{O_2} + O_2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial O_2}{\partial t} = k_L a (C^* - C_L) - \left(\frac{\mu \cdot X}{Y_{X/O_2}} + m_{O_2} \cdot X \right) \quad (2)$$

Los valores de los parámetros se ajustaron a cada iteración con la finalidad de obtener la curva más próxima a los datos experimentales.

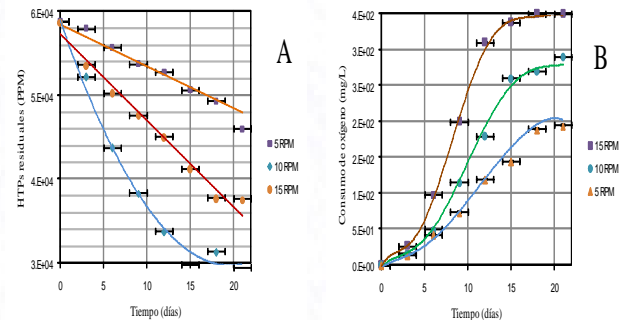


Fig. 1 Resultados experimentales y valores predichos por el modelo. Símbolos y líneas son datos experimentales y del modelo respectivamente.

En la figura 1 se presentan los resultados de la simulación para HTPs, consumo de oxígeno y biomasa. Los parámetros se ajustaron en 20 iteraciones con un error de aproximación de 2%. El modelo pronostica, que un aumento en la velocidad de rotación (5 a 15 RPM), conducen a una mayor remoción de los hidrocarburos, así como a un alto consumo de O_2 (tal como lo muestra la figura 1B). Al no presentarse limitaciones de biodisponibilidad de hidrocarburos y bajo las condiciones de operación utilizadas y en un mismo tiempo de cinética (21 días), la diferencia entre los valores experimentales y los predichos por el modelo fueron relativamente bajos. El modelo predice una adecuada remoción y biodegradación de los HTPs en el suelo contaminado.

Conclusiones. El presente modelo, puede servir de plataforma para el desarrollo tanto de criterios de escalamiento y diseño, como para las determinaciones de las mejores condiciones de operación para la biodegradación de HTPs en suelos intemperizados, mediante biorreactores de tambor rotatorio. Más experimentos están en progreso para validar los valores de los coeficientes cinéticos.

Agradecimiento. Proyecto SEMARNAT-2002-C01-0154.

Bibliografía.

- Dhawan, S., Fan, L.T., Erickson, L.E., Tuitemwong, P. (1991). Modeling, analysis, and simulation of bioremediation of soil aggregates. *Environ. Prog.* **10**: 251-260.
- Woo, S. H., Park, J. M., Rittman, B. E., (2001). Evaluation of the interaction between biodegradation and sorption of phenanthrene in soil slurry systems. *Biotechnol. Bioeng.* **73**(1): 12-24.