



# XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería



## DISEÑO DE UN MODELO MATEMATICO PARA UN PROCESO DE ALTA EFICIENCIA EN LA BIO-REMOCION DE CADMIO VIA UN SISTEMA SULFATO REDUCTOR.

Pablo Antonio López Pérez<sup>1</sup>, Vicente Peña Caballero<sup>1</sup>, Rigel Valentín Gómez Acata<sup>1</sup>, Mauricio García Aguirre<sup>1</sup>, Juan Carlos Estrada Figueroa<sup>2</sup>, Maria Isabel Neria González<sup>2</sup> y Ricardo Aguilar López<sup>1</sup>.

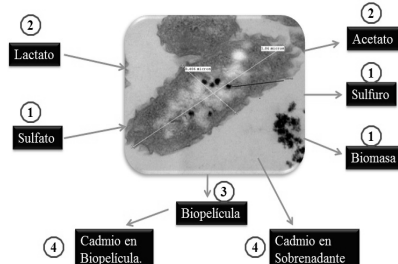
<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV-IPN, Av. Instituto Politécnico Nacional 2508 Col. San Pedro Zacatenco C.P. 07360 México, D.F. Tel. (0052) 57473800 ext.4307

<sup>2</sup>División de Ing. Química y Bioquímica del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec  
[pantlopez@hotmail.com](mailto:pantlopez@hotmail.com)

**Palabras clave:** Cadmio, modelo matemático, biopelícula.

**Introducción.** Entre los metales pesados el cadmio es considerado como uno de los más importantes contaminantes ambientales, debido a su gran versatilidad, en la fabricación de contenedores de alimentos, aleaciones, pinturas, baterías, cueros, etc. Existen procesos fisicoquímicos y biológicos para su remoción en efluentes. Los procesos biotecnológicos tienen un gran potencial y en específico las bacterias sulfato reductoras (BSR), estas tienen las características de llevar a cabo bajo un mismo sistema todos los mecanismos de remediación de metales pesados: Bio-precipitación ( $H_2S$ ), Bioadsorción (EPS- Biopelícula), Bio-lixiviación y Bio-transformación (Reducción). La optimización de estos procesos requiere una representación fenomenológica de su comportamiento ante diferentes condiciones de operación, una alternativa para realizar predicciones sobre estos sistemas es la utilización de modelos matemáticos a nivel macroscópico, ya que pueden ser empleados con fines prácticos tales como: escalamiento de biorreactores, diseño de condiciones de operación, diseño de equipos, simulación, control y para diagnóstico de fallas. Actualmente los modelos matemáticos en sistemas BSR no involucran todos los procesos de sulfato reducción en conjunto con la precipitación y Bioadsorción de cadmio (1), por lo que en este trabajo se propone diseñar un modelo matemático no estructurado que sea capaz de reproducir la dinámica de crecimiento de *Desulfovibrio alaskensis* 6SR y la remoción de cadmio en presencia de 170 mg/L de  $Cd^{2+}$  en un sistema anaerobio por lotes.

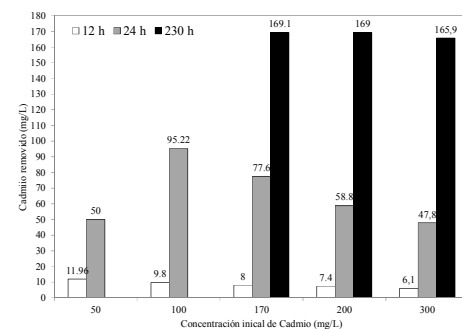
**Metodología.** La Fig.1 muestra los subprocesos involucrados en la remoción del cadmio.



**Fig. 1.** Los balances de materia se basaron en cuatro sub-procesos: 1) modelo de Levenspiel modificado para la respiración de la bacteria [sulfato- sulfuro y biomasa], 2) modelo de Moser- Boulton modificado

para el consumo de la fuente de carbono [lactato y acetato], 3) modelo de Monod-Loung modificado para la formación de biopelícula, 4) modelo de Levenspiel- Haldane modificado para la remoción de  $Cd^{2+}$  en la biopelícula y sobrenadante, estas estructuras se ajustaron con los datos experimentales para la obtención de parámetros cinéticos.

**Resultados.** El modelo tiene una reproducción de los datos experimentales con un coeficiente global de 0.9940 (Tabla1), además acopla los efectos referidos a la inhibición por  $H_2S$  y la posible inhibición-estrés del  $Cd^{2+}$ . En la fig. 2 se muestra la predicción del modelo a diferentes condiciones iniciales de  $Cd^{2+}$ : 50 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L, 300 mg/L y la experimental de 170 mg/L.



**Fig. 2.** La figura muestra las predicciones del modelo bajo diferentes condiciones iniciales de  $Cd^{2+}$ .

**Tabla 1.** Coeficientes de correlación y eficiencia del modelo matemático.

Variable	R <sup>2</sup>	Eficiencia del modelo
Sulfuro	0.9939	0.9957
Sulfato	0.9796	0.9927
Biomasa	0.9966	0.9733
Biopelícula	0.991	0.9887
Cadmio en liquido	0.9956	0.9980
Cadmio en biopelícula	0.9986	0.9973
Lactato	0.9984	0.9956
Acetato	0.9984	0.9976
Global	0.9940	0.9924

**Conclusiones.** En este trabajo se removió 165.13 mg/L correspondientes al 97.59% de 170 mg/L, el modelo matemático reproduce los datos experimentales con una eficiencia global de 0.9924.

**Agradecimiento.** Al personal técnico de la Central analítica del departamento de Biotecnología y Bioingeniería del CINVESTAV así como a CONACYT.

### Bibliografía.

1. Francisco J. Torner-Morales and German Buitron, Kinetic characterization and modeling simplification of an anaerobic sulfate reducing batch process, J Chem Technol Biotechnol 2010; 85: 453-459.