



CULTIVO SEMICONTINUO Y USO DE LA METODOLOGÍA DE LAS SUPERFICIES DE RESPUESTA PARA EL DISEÑO DE PARÁMETROS DE UN PROCESO CONTINUO DE BIOLIXIVIACIÓN DE ARSÉNICO EN MINERALES DE PLOMO MEDIANTE *ACIDITHIOBACILLUS FERROOXIDANS*

Mario Makita; Margarita Esperón; Erasmo Orrantia

CIMAV. Miguel de Cervantes No 120, Complejo Industrial Chihuahua. Chihuahua, Chih. 31109. Fax 6144391158

mario.makita@cimav.edu.mx; makita1@prodigy.net.mx

Biolixiviación, arsénico, cultivo continuo

Introducción. La presencia de arsénico en los minerales, además de generar peligrosos gases contaminantes de la atmósfera durante su procesamiento, disminuye el valor comercial de los mismos, cuando llegan a ser aceptados en las plantas metalúrgicas. La lixiviación bacteriana, puede ser una alternativa conveniente para la limpieza del arsénico, ya que genera residuos líquidos más fáciles de tratar y más seguros de confinar (1). Existen muchos tipos de procesos de biolixiviación. El microorganismo que ha recibido más atención para su aplicación en estos procesos, es el *Acidithiobacillus ferrooxidans* (2). Debido a los grandes volúmenes que se manejan en la industria minero-metalúrgica, se requieren procesos que sean rápidos y efectivos. Una opción con mucho potencial en este sentido, es el cultivo continuo. El diseño de procesos continuos de biolixiviación de minerales de plomo, requiere del establecimiento de la concentración de la pulpa y de la velocidad de dilución que permitan maximizar la disolución de arsénico, esta tarea requiere de mucho tiempo de experimentación y a veces debe realizarse por ensayo y error. El objetivo de este trabajo es determinar estos parámetros, analizando los datos obtenidos de un cultivo semicontinuo mediante la metodología de las superficies de respuesta (RSM).

Metodología. Se utilizó un diseño central compuesto rotatorio ($\alpha=1.41421$) para dos factores, densidad de la pulpa y velocidad de dilución, con trece corridas experimentales. Los puntos centrales se fijaron en una velocidad de dilución semicontinua de 0.1 Días⁻¹ y una densidad de la pulpa de 7.5%. Se utilizó la cepa de *At. ferrooxidans* denominada T18 (3). Esta cepa se cultivó en una incubadora orbital a 30°C y 175 rpm en un medio estéril 9K, a un pH 2.0 ajustado con H₂SO₄ al 20% (4). Después de diez días en incubación, el cultivo se filtró y el líquido claro se utilizó como inóculo para cada corrida, en una proporción de 20% en volumen. Las corridas se realizaron en matraces Erlenmeyer de 500 ml, con 250 ml de la mezcla de medio, mineral e inóculo, en una incubadora orbital en las mismas condiciones utilizadas para el inóculo. Después de 10 días de crecimiento, las trece corridas se muestrearon cada 24 horas, extrayendo el volumen correspondiente a cada velocidad de dilución bajo prueba. El volumen extraído se compensó con la adición de la mezcla correspondiente. El cultivo extraído se dejó sedimentar, y se determinó la concentración total de arsénico y plomo en el sobrenadante. Se realizaron 16 muestreos diarios. Para el análisis de los datos y la obtención de las gráficas correspondientes se utilizó el paquete de computación Minitab versión 13.0.

Resultados y Discusión. Se definió la productividad como los mg de arsénico biolixiviado por Kg. de mineral-día de tratamiento. El nivel más alto de extracción es de 1200 mg de arsénico por Kg. de mineral. Las corridas más productivas combinan una baja densidad de pulpa con una velocidad mediana o alta de dilución. Los valores que maximizan la productividad son una densidad de pulpa del 1.136% y una velocidad de dilución de 0.1707 día⁻¹. Con los datos de productividad de arsénico biolixiviado, se graficaron las superficies de respuesta en cada uno de los 16 días de muestreo. A continuación se reproduce la gráfica correspondiente al último muestreo (Figura 1).

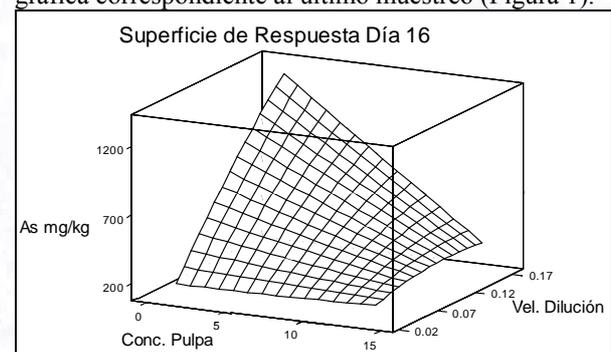


Figura 1: Superficie de respuesta para el muestreo del Día 16

Conclusiones. Las velocidades de dilución calculadas siguen siendo muy bajas a pesar de que la bacteria debiera estar bien adaptada al mineral. Conviene hacer notar que los cálculos se han realizado en un cultivo semicontinuo, que no representa las condiciones que se alcanzan en un cultivo en el que continuamente se está agregando medio fresco. Los parámetros calculados constituyen solo una estimación de los verdaderos valores que pueden funcionar en un cultivo continuo y deben de tomarse con ciertas reservas.

Bibliografía.

- Luganov VA, Kluev GP, Chnyrenkova T, Troncoso J. 2003. *Processing of arsenic bearing ores*. In: L. Lorenzen and D.J. Bradshaw (Ed.) *Proceedings: XXII Int. Min. Proc. Congr.* Cape Town, South Africa. 217-256
- Colmer AR, Hinkle ME. 1947. The role of microorganisms in acid mine drainage: a preliminary report. *Sci.* 106:253-256
- Orrantia E, Arévalo S, Cervantes C, Galán LJ, Medrano H, Pereyra B. 1999. Gold recovery from arsenopyrite ores by using an arsenic-resistant *Thiobacillus ferrooxidans* strain. *Rev. Lat-Am Microb.* 41:273-278
- Silverman MP, Lundgren DG. 1959. Studies on the chemoautotrophic iron bacterium *Ferrobacillus ferrooxidans*. I. An improved medium and a harvesting procedure for securing high cell yields. *JOB* 77:642-647