



## EVALUACIÓN DEL USO DE PAPEL RECICLADO, COMO FUENTE DE CARBONO, DURANTE UN PROCESO DE SULFATO-REDUCCIÓN MICROBIANA

Juan A. Velasco; Alejandro de la Rosa y Tania Volke-Sepúlveda

Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental - Instituto Nacional de Ecología.

Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa 09340, D.F.

Tel. 5613 3787; Fax: 5613 3821; e-mail: [tvolke@ine.gob.mx](mailto:tvolke@ine.gob.mx)

*Palabras clave:* sulfato-reducción, sulfuro, papel

**Introducción.** En México, como consecuencia del acelerado desarrollo industrial, se registra una creciente contaminación ambiental, en parte, a raíz de siglos de actividad minera. La industria minera tiene un alto impacto ambiental, ya que afecta desde el subsuelo hasta la atmósfera, incluyendo suelos y cuerpos de agua. Debido a que los metales no pueden destruirse, una alternativa para el tratamiento de aguas o suelos contaminados, es la formación de complejos con baja solubilidad, como los sulfuros metálicos. Aunque dicha reacción de estabilización es netamente química, la generación de sulfuros (a partir de sulfatos) por vía microbiana, resulta de gran relevancia para su aplicación en la remoción de metales en solución. Las bacterias sulfato-reductoras (BSR) pueden utilizar una gama de compuestos orgánicos, como fuente de carbono, durante la reducción de sulfatos. Es frecuente que muchos efluentes contaminados con metales, contengan sulfatos metálicos (drenajes ácidos) y moléculas orgánicas, lo que permite la disponibilidad de los sustratos adecuados para la reacción de reducción. Estos factores, en su conjunto, pueden acoplarse para llevar a cabo la remediación de efluentes con ambos tipos de contaminantes, convirtiéndose en una alternativa altamente competitiva contra cualquier opción química (1, 2).

El objetivo del trabajo fue evaluar el uso de papel reciclado, como fuente de carbono, en la eficiencia de producción de sulfuro por BSR.

**Metodología.** Se empleó un reactor anaerobio (4 L) con agitación interna, inoculado con BSR. El sistema se mantuvo a 30 °C y pH 6, y se operó de la siguiente manera: (i) de forma continua por 95 días, con tiempos de residencia ( $T_R$ ) de 4 y 8 días, y (ii) en lote, de manera intermitente. El reactor se alimentó con sulfato (1.5 g/L), como aceptor de electrones, y papel reciclado (10 g/L), como fuente de carbono. Para comparar el desempeño del sistema, éste se operó en las mismas condiciones, pero con etanol (0.48 g/L) como fuente de carbono ( $T_R = 4$  días). La concentración de sulfato y sulfuro se determinó por espectrofotometría, por los métodos EPA-9038 y de Cord-Ruwisch (3), respectivamente. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

**Resultados y discusión.** En condiciones de alimentación continua (de 20 a 45 y de 60 a 72 días), con un  $T_R$  de 4 días, no hubo consumo de sulfato y por lo tanto la producción de sulfuro en el sistema no fue constante (Fig. 1a). Sin embargo, la producción de sulfuro en dichas condiciones alcanzó concentraciones superiores a 250 mg/L. El aumento en el  $T_R$  de la corriente con sulfato (Fig. 1b) favoreció la producción

continua de sulfuro en el sistema, alcanzando una concentración promedio de 250 mg/L y valores máximos superiores a 400 mg/L. Las fluctuaciones en la producción de sulfuro, pueden atribuirse a la lenta degradación de la celulosa, lo que dificulta mantener constante la actividad biológica de las BSR. Aunque el sistema mostró oscilaciones significativas en la producción de sulfuro, en comparación con el sistema alimentado con etanol (donde se obtuvo ~250 mg  $S^{2-}$ /L con  $T_R$  de 4 días), los resultados indican la factibilidad técnica de la utilización de celulosa como fuente de carbono.

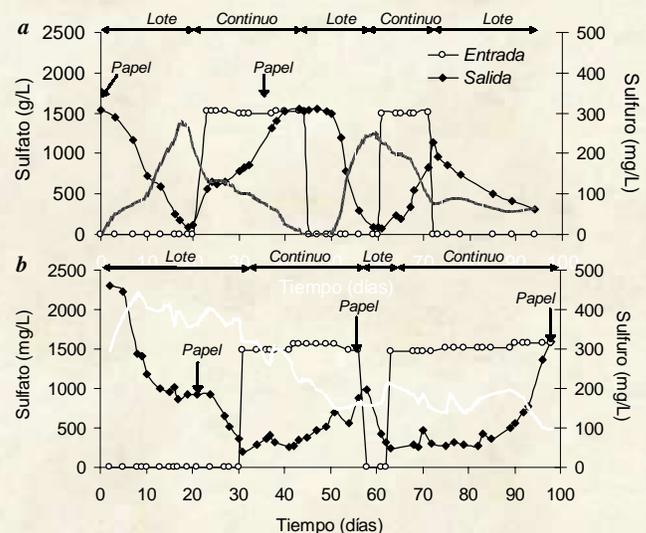


Fig. 1. Consumo de sulfato (○ y ◆) y producción de sulfuro (---) por BSR durante 95 días.  $T_R$ : (a) 4 días; (b) 8 días.

**Conclusiones.** Se demostró que la utilización de celulosa como fuente de carbono para la producción de sulfuro por BSR es técnicamente factible. La alimentación de papel para este tipo de reactores, es recomendable, ya que reduce costos de operación y los riesgos asociados al transporte de reactivos. El aumento en el  $T_R$  (8 días) mejora significativamente la producción continua de sulfuro en solución.

### Bibliografía

1. White, C.; A.K. Sharman y G.M. Gadd. 1998. An integrated microbial process for the bioremediation of soil contaminated with toxic metals. *Nat. Biotechnol.* 16: 572-575.
2. Eccles, H. 1999. Treatment of metal-contaminated wastes: why select a biological process?. *Trends Biotechnol.* 17: 462-465.
3. Cord-Ruwisch, R. 1985. A quick method for the determination of dissolved and precipitated sulfides in cultures of sulfate-reducing bacteria. *J. Microbiol. Methods.* 4: 33-36.