

ELIMINACIÓN DE ANTIMONIO Sb(III) Y Sb(V) MEDIANTE RL PROCESO DE REDUCCIÓN BIOLÓGICA DE SULFATO.

María Rosario Sánchez Macías¹, Jesús Leobardo Valenzuela García¹, Guadalupe López Avilés¹, Kareen Krizzan Encinas Soto¹, Francisco Javier Cervantes Carrillo¹, Aurora M. Pat Espadas¹

¹ Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia. División de Ingeniería. Universidad de Señora. Hermosillo, Sonora, CP 83000. México. mosariosm92@gmail.com

² Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Agua (LIPATA), Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería de la UNAM, Santiago de Querétaro. México.

³ Estación Regional del Noroeste (ERNO. Instituto de Geología UNAM), Hermosillo, Sonora. CP 83000. México

Palabras Claves: Antimonio, Bacterias sulfato-reductoras, reducción del sulfato

Introducción: Los procesos biológicos son una de las tecnologías utilizadas para el tratamiento de aguas contaminadas con metales, ya que es un método económico y pueden ser aplicados para la recuperación de metal(oides) valiosos presentes en efluentes contaminados. La producción de biosulfuro por las bacterias sulfato reductoras (BSR), permite la bioprecipitación de antimonio (Sb) ya que el sulfuro generado mediante la reducción del sulfato permite la posterior precipitación del sulfuro de Sb. Para entender las variables que afectan el proceso y el intervalo de concentraciones en el cual puede ser aplicable este proceso biológico, es necesario realizar estudios con inóculos que permitan identificar las rutas de transformación del Sb, así como el producto obtenido. Los sulfuros de Sb pueden ser empleados para endurecer aleaciones de metales para soportes, para terminales de baterías y en semiconductores.

El objetivo de este estudio fue recuperar el Sb mediante reducción biológica de sulfato.

Metodología: Como inóculo se utilizó lodo anaerobio proveniente de una planta cervecera ubicada en Ciudad Obregón, Sonora. El medio de cultivo empleado fue el Postgate B modificado y como donador de electrones se adicionó lactato de sodio (10 mM). Se llevaron a cabo experimentos en etapas consecutivas con concentraciones iniciales de Sb(V), 200, 400 y 1000 mg/L y para los experimentos con Sb (III) a concentraciones de 80, 150 y 500 mg/L, esto con el propósito de comprobar y evaluar la actividad sulfato-reductora en presencia de Sb. Para preparar las concentraciones deseadas para cada ensayo, se preparó una solución stock de 2000 mg/L empleando como reactivo H₆KO₆Sb, para Sb (V) y C₈H₄K₂O₁₂Sb 3H₂O, para el Sb (III). Todos los experimentos se realizaron, utilizando botellas serológicas con volumen útil de 100 mL. El sulfuro disuelto se cuantificó mediante el método de Cord-Ruwisch y la absorbancia se midió en el espectrofotómetro (HACH DR 3900). La determinación de la concentración de sulfato se realizó mediante el método turbidimétrico, NMX-AA-074-SCFI-2014. La medición de DQO (Demanda química de Oxígeno), se realizó de acuerdo con el método 5220. Para la caracterización del líquido obtenido, se utilizó la técnica de determinación del Sb total por MP-AES, con una longitud de onda de 206.833 nm, realizando tres réplicas por muestras.

Resultados: Los resultados demuestran que el proceso de sulfato-reducción se lleva a cabo satisfactoriamente, aun teniendo altas concentraciones de Sb que podrían afectar la sulfato-reducción o causar toxicidad en la comunidad microbiana. Los valores obtenidos muestran un aumento de las concentraciones de sulfuro asociadas a la reducción de sulfato. La disminución de sulfuro observada se debe a que reacciona abióticamente para formar el sulfuro de Sb(III), insoluble.

Tabla 1. Comportamiento de la concentración de Sulfato, Sulfuro y Sb (V)

Experimento	Sulfato (mg/L)		Remoción SO ₄	Sb V (ppm)	Remoción Sb
	to	tf	%	tf	%
200 ppm	1629.90	425.13	73.92	21.77	89.12
400 ppm	1498.36	296.58	80.21	24.37	93.91
1000 ppm	1588.05	504.35	68.24	64.60	93.54

Tabla 2. Comportamiento de la concentración de Sulfato, Sulfuro y Sb (III)

Experimento	Sulfato (mg/L)		Remoción SO ₄	Sb V (ppm)	Remoción Sb
	to	tf	%	tf	%
80 ppm	1689.692	434.102	74.309	41.85	47.688
150 ppm	1157.561	353.385	69.472	52.33	65.111
500 ppm	1414.658	347.406	75.442	50.90	89.820

Conclusiones: Se eliminaron altas concentraciones de Sb mediante un cultivo de BSR, demostrando la importancia de las BSR en la remediación y recuperación de Sb. Los resultados demostraron que la disociación de los complejos antimonio y sulfuro podría dar como resultado la precipitación de Sb como Sb₂S₃.

Agradecimientos: Se cuenta con el apoyo del laboratorio de Ciencias Ambientales de la Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología UNAM.

Bibliografía:

1. G. Zhang, X. Ouyang, H. Li, Z. Fu, and J. Chen, 2016, "Bioremoval of antimony from contaminated waters by a mixed batch culture of sulfate-reducing bacteria," *Int Biodeterior Biodegradation*, vol. 115, pp. 148–155
2. Y. Ramírez Rodríguez, 2019, "Estudio sobre la influencia del proceso de Sulfato-Reducción en la biotransformación de Sb(V)", Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 126–126.
3. T. T. Hien Hoa, W. Liamleam, and A. P. Annachhatre, 2007, "Lead removal through biological sulfate reduction process," *Bioresour Technol*, vol. 98, no. 13, pp. 2538–2548.
4. S. C. Wilson, P. v. Lockwood, P. M. Ashley, and M. Tighe, 2010, "The chemistry and behaviour of antimony in the soil environment with comparisons to arsenic: A critical review," *Environmental Pollution*, vol. 158, no. 5, pp. 1169–1181.