

LA BIOTECNOLOGIA AL SERVICIO DE LA MINERIA: CASO DEL MERCURIO

*Jasmin E. Hurtado*¹

Universidad Peruana Cayetano Heredia

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal presentar avances de biotecnologías desarrolladas para bioremediar ambientes contaminados por la minería informal. La minería informal está desarrollándose en 21 regiones del Perú y produce ambientes contaminados con mercurio. Las biotecnologías principalmente desarrolladas, están basadas en el empleo de microorganismos. La bioremediación de suelos permitió la reducción de 100%, 92% y 90% de mercurio de los suelos con 10, 50 y 100 ppm de mercurio. También se pudo eliminar en una hora el 97% de mercurio presente en una solución de 5 ppm. Adicionalmente, se está trabajando con otras alternativas biológicas como fitoremediación.

Abstract

The aim of this paper is to present advances in biotechnologies developed for bioremediation of environments contaminated by informal mining. Informal mining is being developed in 21 regions of Peru and produces mercury-contaminated environments. Biotechnologies are developed primarily based on the use of microorganisms. Soil bioremediation allowed reduction of 100%, 92% and 90% of mercury from soil containing 10, 50 and 100 ppm of mercury. Also, it was possible to remove 97% of the mercury present in a solution of 5 ppm in 1 hour. Additionally, we are working on biological alternatives as phytoremediation.

Palabras clave: Bioremediación, Minería Informal, Mercurio, Microorganismos, Suelos. Aguas, Perú. Fito remediación

¹ Profesora Principal de la Facultad de Ciencias y Filosofía

Introducción

La pequeña minería y la minería artesanal, están relacionadas desde hace mucho tiempo con la extracción de oro; estas constituyen actividades sobresalientes en países como Perú, donde las oportunidades de empleo son muy limitadas; solventando en la actualidad la ocupación directa de 30,000 trabajadores, de esta manera, aquellas son una parte importante de quienes perdieron sus puestos de trabajo o han emigrado de áreas de extrema pobreza. La utilización del mercurio en el proceso de extracción del oro, como amalgamación (técnica sencilla, eficaz y de poca inversión) es el método más difundido, preferido y aplicado por los mineros artesanales y lavadores auríferos peruanos que realizan operaciones ya sea en yacimientos primarios (vetas) o secundarios “placers” del territorio peruano. A su vez el mal uso del mercurio se da tanto en la fase de preparación de la amalgama, como en la del quemado o “refogado” de la misma. Como puede apreciarse, la importancia económica y obviamente social; del sector de “mineros artesanales y lavadores auríferos”, es indiscutible; sin embargo, utilizan intensivamente mercurio en su proceso productivo.

El principal problema ambiental está relacionado al uso de quimbaletes y quema de amalgamas que permite la liberación de mercurio en agua, suelos y sedimentos (*United Nations Environmental Programm* 2002: 137). Hurtado y col. (2006:340-345) demostraron que los niveles de mercurio en la orina de personas que trabajan y viven en estos sectores en la zona sur del Perú, están por encima de niveles permitidos por la Organización Mundial de la Salud, OMS. Asimismo, la concentración de mercurio en zonas de minería informal en el Perú está entre 50 y 100 ppm en promedio (Hurtado y Berastain, 2007). Existen varias alternativas de tratamiento de ambientes contaminados y una de ellas es la Bioremediación.

Los primeros seres vivos de los que se tiene fósiles, fueron las bacterias que aparecieron en la Tierra hace 3,500 millones de años y se mantienen hasta ahora y, son los seres vivos más abundantes del planeta. Estos microorganismos pioneros se han enfrentado a todos los compuestos químicos que han aparecido de manera natural o han sido creados por el hombre y han aprendido a convivir con ellos. Otros seres vivos han aparecido posteriormente. Todos ellos, han tenido también que desarrollar mecanismos de transformación, volatilización,

acumulación, decodificación de los diferentes elementos. Y esa es la base de la bioremediación; buscar seres vivos (bio) que reparen los daños (remediación).

La bioremediación entonces, si se encuentra el organismo que realice la actividad adecuada en un tiempo razonable, podría ser aplicada a la eliminación de cualquier contaminante. Existen procesos desarrollados de bioremediación para diferentes compuestos que son aplicados en diversas partes del mundo.

El empleo de microorganismos para tratamiento de aguas contaminadas con mercurio es una alternativa demostrada (Wagner-Dodler et al., 2003 y Sanchez y Hurtado 2009). Para el tratamiento de suelos contaminados ha sido reportado el uso de microorganismos (Puicon y Hurtado, 2013) y el uso de plantas (Rugh et al, 1998; Hur et al., 2011).

Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo presentar avances de biotecnologías desarrolladas en el laboratorio de Biotecnología Ambiental de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, UPCH, que podrían ser aplicadas para el tratamiento de ambientes donde se realiza minería informal.

Metodología

Aislamiento de microorganismos de suelos y aire y resistencia a mercurio

Se aislaron microorganismos presentes en suelos a utilizar y microorganismos presentes en aire y ambientes en los cuales se iban a realizar las pruebas y se determinó la resistencia a mercurio en los microorganismos aislados mediante crecimiento en medio sólido con diferentes concentraciones de mercurio.

Pruebas de Bioremediación

Para probar la capacidad de bioremediación de las cepas, se empleó muestras de suelo con 10, 50 y 100 ppm. de mercurio y el inóculo bacteriano formado. Después de un período de

bioremediación de una semana a temperatura ambiente, se midió la concentración del contenido final de mercurio en el suelo comparándolo con el control sin airear y un control aireado.

Para probar la capacidad de bioremediación de aguas, se trabajó con solución de 2 y 5 ppm. de mercurio y el inóculo bacteriano. Se pudo obtener la reducción del 97% de mercurio en una hora.

Análisis estadísticos

Se realizaron análisis estadísticos usando SPSS20. Se calcularon los valores estadísticos descriptivos y se verificó la normalidad por la prueba de Kolgomorov-Smirnof. Posteriormente se aplicó la prueba de ANOVA. Todas las pruebas se trabajaron con un nivel de significancia de 0.05.

Otras alternativas biológicas

Se está trabajando también en el empleo de bacterias sulfato reductoras para estabilizar el mercurio presente, así como plantas para fitoremediar suelos.

Conclusiones

Se ha podido demostrar que los microorganismos aislados trabajando en conjunto son capaces de bioremediar suelos y aguas contaminados con mercurio en las condiciones ensayadas. Se puede entonces, considerar la bioremediación como una alternativa de tratamiento que debería seguirse investigando para llegar a ser aplicado en el campo.

En nuestro país tenemos muy escasa aplicación de tratamientos biotecnológicos ambientales, debido principalmente a la falta de interés de las empresas de arriesgarse a invertir en innovación. Se espera que las nuevas políticas de control ambiental y apoyo a la investigación que están apareciendo en el país, permita revertir esta situación.

Referencias bibliográficas

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM

Global mercury Assessment report. The Inter-Organization Program for the sound Management of Chemicals. Geneva. Switzerland, 2002.

HURTADO, Jasmin., GONZALES, Gustavo y STEENLAND, Kyle.

Mercury exposures in informal Gold miners and relatives in Southern Peru. Int. J. Occup. Environ Health. 2006. 12:340-345

HURTADO, Jasmin y BERASTAIN, Arturo

Estimación de la dosis de exposición a mercurio en suelos de poblaciones de áreas de minería informal. 2007. Coloquio “Contaminación minera, Ambiente y salud“. Santiago, Chile.

WAGNER-DÖDLER, Irene

Pilot plant for bioremediation of mercury-containing industrial wastewater. Applied Microbiology Biotechnology; .2003. **62**: 124-133.

SANCHEZ, Johana y HURTADO, Jasmin

Mercury reduction by bacteria isolated from informal mining zones. Advanced Mat. Research. 2009. **71-73**: 637-640-

PUICON, Yuri y HURTADO, Jasmin

Bioremediación de suelos contaminados con mercurio utilizando Pseudomonas sp. aisladas de zonas de la minería informal. 2013. V Congreso Interamericano de Residuos sólidos. 22-24 Mayo, Lima-Peru

RUGH, Clayton; GRAYSON, Gay, MEAGHER, Richard y MERKLE, Scott

Toxic Mercury Reduction and Remediation Using Transgenic Plants with a Modified Bacterial Gene. 1998. HortScience 33:618-621

HUR, Moonsuk; KIM, Yongho; SONG, Hae-Ryong; KIM, Jong Min; CHOI, Young y YI,
Hana

*Effect of Genetically Modified Poplars on Soil Microbial Communities during the
Phytoremediation of Waste Mine Tailings.* Appl. Envir. Microbiol. 2011. 77: 7611 - 7619.