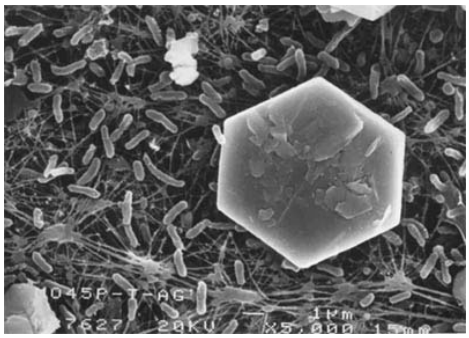
BIOHIDROMETALURGIA APLICADA A LA OBTENCIÓN DE METALES Y A LA DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS Y EFLUENTES LÍQUIDOS

Descripción



Tecnología que participa de la interfase entre la biotecnología y los materiales, tratando de resolver distintos aspectos relacionados con la **extracción de metales** (biolixiviación), la **descontaminación de efluentes líquidos** bioadsorción y bioacumulación), la **descontaminación de suelos** (biorremediación) y la producción, migración, control y abatimiento de aguas ácidas (drenajes ácidos de mina). Todo ello, con la ayuda directa o indirecta de seres vivos.

Figura 1. *Bacterias mesófilas Acidithiobacillus rodeando un cristal de molibdenita.*

¿Cómo funciona?

Los fundamentos de las distintas disciplinas que confluyen en la **biohidrometalurgia** se concretan en los siguientes apartados:

La **biolixiviación**, también denominada lixiviación bacteriana, consiste en el ataque químico de distintas materias primas naturales, de residuos o de productos reciclados mediante la participación directa o indirecta de bacterias. Estas son generalmente mesófilas, como *A. ferrooxidans*, aunque cada vez se utilizan más las de naturaleza termófila con temperaturas de crecimiento de hasta 80 ºC.

La **bioacumulación o bioadsorción** son dos técnicas que utilizan biomasas, vivas o muertas, con origen en distintos tipos de microorganismos, para la descontaminación de efluentes líquidos cargados en metales pesados. Son técnicas complementarias a otras más comúnmente utilizadas como la precipitación química de hidróxidos y de sales metálicas de diversa naturaleza; sin embargo, estas técnicas son aplicables a concentraciones muy bajas donde las convencionales no pueden llegar a actuar con efectividad. Se fundamentan en fenómenos, normalmente, de intercambio iónico sobre la superficie de la biomasa utilizada y los iones de la disolución acuosa contaminada.



Figura 2. *Columnas de biolixviación: tratamiento de uranio a escala semipiloto.*

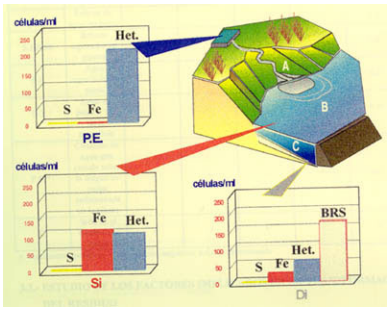
La **biorremediación** supone un conjunto de técnicas que se utilizan en este caso para degradar y, simultáneamente, descontaminar distintos compuestos retenidos en suelos y tierras de naturaleza urbana e industrial con la ayuda, también directa o indirecta, de microorganismos (hongos, levaduras y bacterias, generalmente). Estos métodos son especialmente útiles para el tratamiento de suelos y tierras contaminados con vertidos muy refractarios al tratamiento con los métodos convencionales de limpieza.

Finalmente, los **drenajes ácidos de mina** son un problema que cada vez está adquiriendo una mayor importancia como consecuencia del abandono en el medio ambiente de productos con un cierto contenido en azufre soluble. El resultado de la interacción del medio ambiente oxidante y húmedo con estos productos es la generación de aguas ácidas (pH 2-3) cargadas en ácido sulfúrico y con una alta capacidad de deterioro del medio ambiente y de movilización de metales pesados. La presencia de microorganismos, como los que toman parte en la biolixiviación, es causa de una aceleración muy importante de los procesos naturales propiciados por la oxidación del azufre en condiciones atmosféricas normales.

© Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación – UCM
Facultad de Medicina. Edificio Entrepabellones 7 y 8.
C/ Doctor Severo Ochoa, 7. 28040 Madrid.
comercia@ucm.es

Ventajas

Estas tecnologías están **en pleno desarrollo**; en este sentido, o bien ya **son competitivas** con las convencionales abióticas o bien están en período de implantación y desarrollo para que en los próximos años su aplicación a escala industrial sea un hecho. Por ejemplo, la biolixiviación se aplica ya a escala industrial al **tratamiento de minerales de cobre, uranio y oro**, siendo competitiva con otros métodos.



Sin embargo, la bioadsorción todavía no se aplica a escala industrial, aunque se encuentra en un grado de desarrollo suficiente para poder ser utilizada a gran escala en los próximos años. En general, todos estos métodos tienen la gran ventaja de ser **mucho menos contaminantes** que las tecnologías convencionales al estar mediadas, muchas veces, por microorganismos vivos que se encargan de mantener el sistema en unas condiciones medioambientales aceptables.

Figura 3. *Drenajes ácidos de mina: caracterización microbiológica de una presa de estériles.*

¿Dónde se ha desarrollado?

Esta línea de investigación y aplicación tecnológica se ha desarrollado en el **Departamento de Ingeniería Química y de Materiales** de la **Facultad de Ciencias Químicas** de la Universidad Complutense de Madrid. El Grupo que trabaja en este campo tiene una **amplia experiencia** que abarca un periodo de trabajo de más de 30 años.

En el área de biolixiviación se han firmado importantes contratos de investigación aplicada destacando los realizados con la empresa española ENUSA y la americana BHP Copper. En este campo se tiene una amplia experiencia en la resolución de los problemas más importantes de esta técnica: su lenta cinética. Para ello, se han utilizado distintos medios como la presencia iones metálicos en disolución para la catálisis del proceso y el aislamiento y uso de microorganismos termófilos y de otros nuevos aislados por primera vez por el grupo en cuestión.

Con relación a los estudios realizados de generación de aguas ácidas se ha trabajado con la empresa Almagrera, SA, que es una importante mina de sulfuros complejos polimetálicos, ubicada en la Faja Pirítica del Suroeste español, con el fin de determinar las razones de producción este tipo de efluentes en sus diques de materiales estériles.

En el apartado de descontaminación de efluentes líquidos por bioadsorción se tiene una amplia experiencia en el tratamiento de sistemas monometálicos y también multimetálicos, lo cual no es muy normal cuando se aborda este tipo de problemáticas. Se han realizado diversos estudios para el modelado de estos sistemas utilizando distintos tipos de software especialmente diseñados a estos efectos. Además, se está desarrollando en la actualidad el proyecto *BIOMETAL Demonstration Plant for the Biological Rehabilitation of Metal Bearing-Wastewaters* (BIOMETAL DEMO) financiado por la Unión Europea, que tiene como objetivo principal el diseño de 3 plantas de descontaminación con distintas biomasas a utilizar por las empresas participantes en el consorcio.

Adicionalmente, el grupo de investigación ha realizado distintos trabajos de biorremediación de suelos contaminados con productos derivados del petróleo con o sin transformar; en dichos trabajos mostraron su interés las empresas REPSOL-YPF y ENUSA.

Por último se está desarrollando el proyecto MAT2014-59222-R concedido por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), con el que se pretende diseñar procesos de biosíntesis de compuestos sólidos de hierro mediante la utilización de diferentes tipos de microorganismos, tanto reductores como oxidantes de Fe, con el fin de utilizarlos en aplicaciones medioambientales, especialmente para la remediación y tratamiento de efluentes industriales contaminados con metales pesados.

Y además

El grupo de investigación que realiza este tipo de desarrollos biotecnológicos tiene capacidad, en este momento, para abordar el estudio de **cualquier problema relacionado con las técnicas antes aludidas** a escala de

laboratorio y semipiloto. Por otro lado, se han impartido distintos **cursos** para la difusión de estas tecnologías y el grupo tiene capacidad para formar a quien pueda estar interesado.

Responsable de la investigación

Nombre y apellido: Antonio Ballester Pérez ambape@quim.ucm.es
Departamento: Ingeniería Química y de Materiales
Facultad: Ciencias Químicas