



Guía del ciudadano: El uso de microorganismos endógenos y exógenos en la rehabilitación biológica

Oficina de Innovación Tecnológica

Perfil Tecnológico

CONTENIDO	
	Página
¿Qué es la rehabilitación biológica?	1
¿Qué son los microorganismos endógenos y exógenos?	1
¿Cómo se usan los microorganismos endógenos?	2
¿Cómo se usan los microorganismos exógenos?	3
¿Cuáles sitios son propicios para el uso de los microorganismos endógenos y cuáles para el de los microorganismos exógenos?	3
Para mayor información	4

EL SUPERFUND

Esta guía forma parte de una serie producida y patrocinada por el Programa Superfund de la EPA (Agencia de Protección Ambiental en inglés). El Superfund es líder en el desarrollo de nuevas tecnologías para responder a las necesidades de descontaminación nacional en forma rápida y eficiente. Es compromiso de la EPA llevar a la población a un mejor entendimiento de los métodos de limpieza ambiental y de las nuevas técnicas disponibles para este fin.

¿Qué es la rehabilitación biológica?

La rehabilitación biológica usa microorganismos que se dan en forma natural (gérmenes, hongos y/o bacterias) para degradar (sintetizar) sustancias tóxicas, convirtiéndolas en sustancias no tóxicas. Los microorganismos, al igual que los humanos, se alimentan extrayendo y digiriendo sustancias orgánicas para obtener sus nutrientes y energía. Ciertos microorganismos pueden digerir sustancias orgánicas que son tóxicas para los humanos. Los contaminantes orgánicos se degradan en productos inertes que por lo general consisten en dióxido de carbono y agua. Algunos ejemplos de contaminantes orgánicos incluyen combustibles como los derrames de petróleo y algunos solventes.

Es necesario que los microorganismos proliferen para que la rehabilitación biológica se lleve a cabo. Además de la fuente de alimentos provista por los contaminantes orgánicos, algunos microorganismos requieren de nutrientes adicionales. Para ayudar a los micro-

organismos a proliferar, se han desarrollado varias técnicas de rehabilitación biológica. La técnica específica a usar se determina en base al tipo de microorganismos presentes y las condiciones del lugar. Los tipos de microorganismos presentes son una consideración importante porque diferentes microorganismos degradan diferentes tipos de compuestos y proliferan bajo distintas condiciones.

¿Qué son los microorganismos endógenos y exógenos?

Los microorganismos **endógenos** son aquellos microorganismos provenientes del lugar de tratamiento mismo. Para estimular el crecimiento de estos microorganismos endógenos, las condiciones del suelo, tales como la temperatura, el pH y el contenido de oxígeno y nutrientes, puede requerir de ciertos ajustes.

Si los microorganismos necesarios para degradar los contaminantes no están presentes en el suelo a tratar, se añaden otros microorganismos provenientes de otros lugares, cuya efectividad haya sido comprobada en el laboratorio.

Perfil de la técnica del uso de los microorganismos endógenos y exógenos

- Los microorganismos endógenos se encuentran presentes desde el principio en el lugar de tratamiento y se usan para degradar los contaminantes orgánicos y convertirlos en sustancias no tóxicas.
- Los microorganismos exógenos no son nativos del lugar. Estos microorganismos pueden ser cultivados en un laboratorio o en el sitio de tratamiento para degradar los contaminantes.

¿Qué otras Industrias usan microorganismos?

Además de la degradación de sustancias tóxicas, los microorganismos tienen un largo historial de usos por varias industrias. Por ejemplo, la industria médica usa un hongo para producir la penicilina, misma que sirve como antibiótico para combatir las bacterias nocivas. La industria cervecera, por su parte, utiliza levaduras durante el proceso de fermentación que ocurre en la elaboración de bebidas alcohólicas.

Estos son los llamados microorganismos exógenos. Las condiciones del suelo algunas veces requieren de ciertos ajustes para asegurar un medio propicio para la proliferación de los microorganismos exógenos.

¿Cómo se usan los microorganismos endógenos?

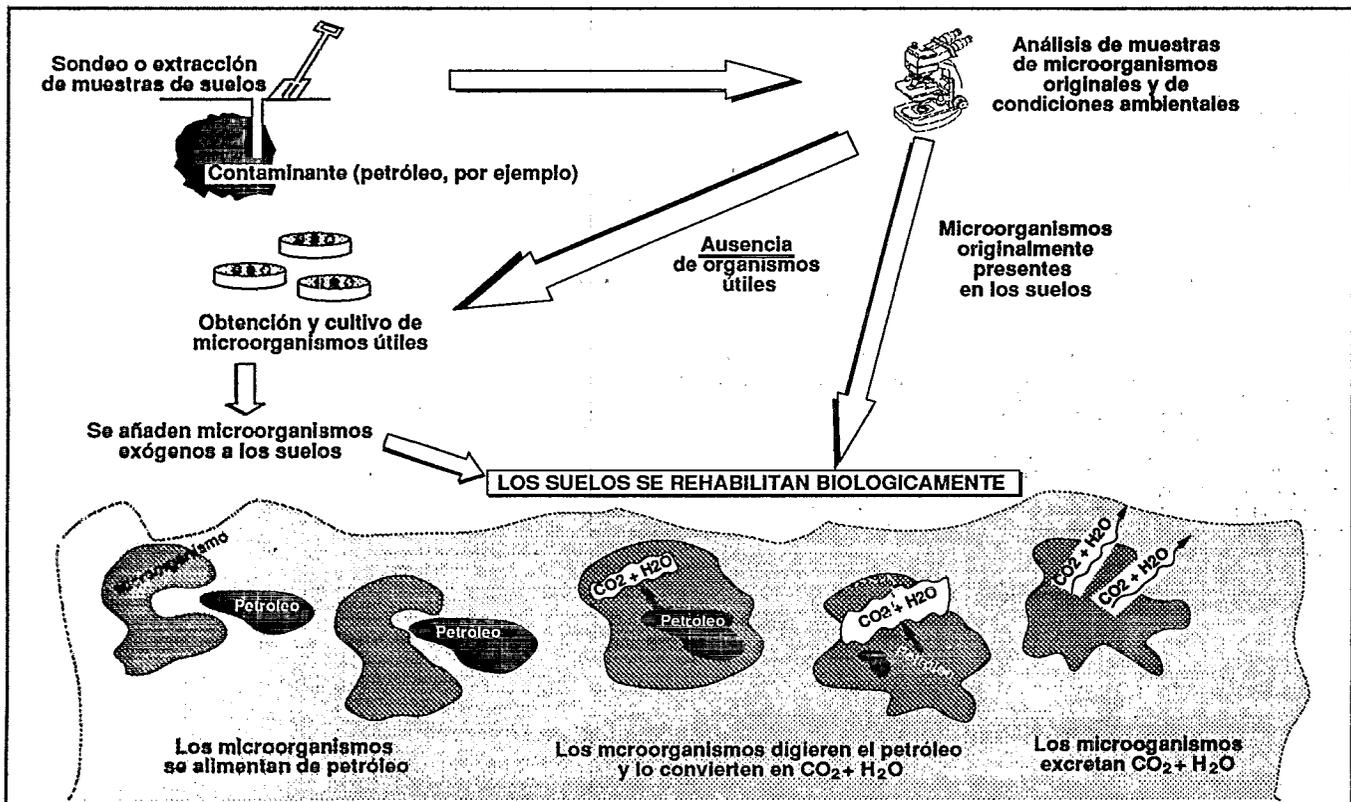
La figura 1 de abajo ilustra el uso de microorganismos endógenos y exógenos. En la mayoría de los sitios en que se aplica la rehabilitación biológica se usan microorganismos endógenos. El proceso comienza al examinar los

suelos contaminados. Estas muestras se trasladan a un laboratorio para ser estudiadas. En el laboratorio se determina qué tipo de microorganismos se encuentran presentes en los suelos contaminados y se investigan sus óptimas condiciones de vida. Si los microorganismos endógenos tienen la capacidad de degradar eficazmente los contaminantes, los microorganismos exógenos no son necesarios.

Si las condiciones del suelo son propicias, los microorganismos endógenos aprovechan los contaminantes del suelo como fuente de alimento, convirtiendo el mismo en sustancias no tóxicas. Los principales productos derivados de esta reacción de conversión son el dióxido de carbono y el agua ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Para saber si la rehabilitación biológica se está llevando a cabo, se monitorea el nivel de los productos derivados ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) para ver si hay un aumento en sus niveles, asimismo se examinan los contaminantes para ver si sus niveles disminuyen. Si la reacción no está ocurriendo, las condiciones del suelo pueden requerir de ciertos ajustes.

Al concluir la degradación de los contaminantes, la mayoría de los microorganismos endógenos mueren después de haberse agotado su fuente de alimentación. Los microorganismos muertos no presentan riesgo alguno de contaminación porque ya se han degradado y por tanto, convertido los contaminantes en sustancias inertes.

Figura 1
El uso de microorganismos endógenos y exógenos



¿Cómo se usan los microorganismos exógenos?

De la misma manera que con la rehabilitación biológica endógena, el primer paso de este proceso es el sondeo del suelo. Las muestras son llevadas al laboratorio para ser estudiadas. Allí se identifican los tipos de microorganismos existentes. Si se observa que los microorganismos aptos para degradar los contaminantes no están presentes, se puede considerar la posibilidad de introducir los microorganismos exógenos en los suelos.

Los microorganismos exógenos son trasladados desde otras localidades y cultivados en el laboratorio. Esto significa que los microorganismos son habilitados en óptimas condiciones de vida (temperaturas perfectas y una abundante fuente de nutrientes, por ejemplo) de tal manera que puedan proliferar. Cuando se han reproducido en forma satisfactoria, estos microorganismos pueden ser trasladados al sitio de tratamiento y añadidos al suelo contaminado.

Si las condiciones del suelo son las adecuadas, los microorganismos endógenos usarán los contaminantes de los suelos como fuente de alimento para a su vez convertirlos en sustancias no tóxicas. Los principales productos derivados de esta reacción de conversión son el dióxido de carbono y el agua ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Para saber si la rehabilitación biológica está ocurriendo, el nivel de los productos derivados ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) se monitorea para ver si hay un aumento en sus niveles. Asimismo, se examinan los contaminantes para ver si sus niveles han disminuído. Si la reacción no está ocurriendo, las condiciones del suelo pueden requerir de ciertos ajustes.

¿Qué es una técnica innovadora de tratamiento?

Las técnicas de *tratamiento* son los procesos que se aplican durante el ciclo de tratamiento de desechos tóxicos o materiales contaminados, para alterar permanentemente su condición, ya sea por medios químicos, biológicos o físicos. Las técnicas que se han probado, elegido o empleado para el tratamiento de desechos tóxicos o materiales contaminados, que carecen de datos precisos en cuanto a su costo y rendimiento bajo diversas condiciones de operación, se conocen como técnicas *innovadoras de tratamiento*.

¿Se están usando microorganismos diseñados mediante la Ingeniería genética?

El diseño genético de microorganismos para la rehabilitación biológica está en las etapas de investigación y desarrollo y no se ha usado todavía en forma comercial en los Estados Unidos. A medida que el conocimiento y el uso de la Ingeniería genética aumenta, ésta puede ser una forma importante de mejorar la técnica de la rehabilitación biológica. Los usos de los microorganismos diseñados genéticamente para la rehabilitación biológica están regidos por el *Toxic Substance Control Act (TSCA)*.

Una vez concluida la degradación de los contaminantes, la mayoría de los microorganismos endógenos mueren al agotarse su fuente de alimentación. Los microorganismos muertos no presentan riesgo alguno de contaminación porque ya han sido degradados y, consecuentemente, convertido los contaminantes en sustancias inertes. Los microorganismos exógenos no afectan permanentemente la composición del suelo.

¿Cuáles sitios son propicios para el uso de los microorganismos endógenos y cuáles para el de los microorganismos exógenos?

Ya sea la rehabilitación biológica endógena o exógena, o una combinación de ambas, puede ser útil dependiendo de las condiciones del lugar. La dependencia en microorganismos endógenos es apropiada si existen rastros útiles y concentrados en el área de contaminación. Si los organismos endógenos están ya sobreviviendo en las condiciones originales del suelo, el proceso de optimizar las condiciones de la tierra para estos microorganismos no es tan complicado como lo es para con los microorganismos exógenos. El uso de microorganismos endógenos también tiende a ser menos costoso que el cultivo e introducción de microorganismos exógenos en los suelos. Por estas razones, la mayoría de las técnicas de rehabilitación biológica utilizan los microorganismos endógenos siempre que sea posible. Sin embargo, los microorganismos exógenos son necesarios cuando no existen microorganismos útiles en el área.

Es necesario realizar una evaluación exhaustiva de los suelos contaminados, así como de sus características, a fin de determinar si los microorganismos endógenos o exógenos harán la rehabilitación biológica más efectiva.

Para mayor Información

La EPA ha preparado esta guía para aportar información básica en cuanto a la técnica del uso de microorganismos endógenos y exógenos en la rehabilitación biológica. A continuación se enlistan otros reportes técnicos (publicados únicamente en inglés). Las publicaciones con la clave "PB" se encuentran disponibles. Comuníquese con el *National Technical Information Service* (NTIS) al 1-800-336-4700, o escribiendo a:

National Technical Information Service
Springfield, VA 22161

Otros números pueden solicitarse por fax al (513) 891-6685, o escribiendo a:

U.S. Environmental Protection Agency
National Center for Environmental Publications and Information
11029 Kenwood Road, Building 5
Cincinnati, OH 45242-2419

Puede ser que haya un cargo por estos documentos.

- *La rehabilitación biológica de la superficie de suelos contaminados*, PB90-164047.
- *Boletín de Ingeniería: Una biodegradación dudosa*, EPA/540/2-90/016.
- *Guía del ciudadano: Un mejor entendimiento de la rehabilitación biológica*, EPA 540/2-91/002.

NOTA: Este documento es solamente una guía de información general. No pretende, ni puede usarse para conferir derecho alguno aplicable a ninguna parte en litigio con los Estados Unidos. Asimismo, la Agencia se reserva el derecho de cambiar esta guía en cualquier momento sin previo aviso al público.