



Abanico Boletín Mexicano. Volumen 5, Enero-Diciembre, 2026.
Ficha Técnica. e2026-15.

Raíces que limpian: las plantas como aliadas frente a los metales pesados en la naturaleza

Los metales pesados derivados de las actividades humanas representan una amenaza para los ecosistemas debido a su persistencia y capacidad de acumularse en los suelos y cuerpos de agua. Ante este problema, la fitorremediación surge como una alternativa sustentable y de bajo costo frente a algunos métodos convencionales de remediación, mediante el uso de plantas capaces de extraer, inmovilizar o transformar contaminantes presentes en el ambiente. Este artículo explica qué son los metales pesados, cómo afectan a los ecosistemas y cual el papel de la vegetación terrestre y acuática en su remoción.

¿Qué son los metales pesados?

El término "metal pesado" se utiliza para referirse a un grupo de elementos metálicos que, por sus propiedades y comportamiento en el ambiente, pueden representar un riesgo para los seres vivos cuando se encuentran en determinadas concentraciones. Entre los elementos de mayor preocupación ambiental se encuentran el plomo (Pb) (Figura 1), el cadmio (Cd), el mercurio (Hg) y el cromo (Cr). El arsénico (As) aunque es un metaloide y no un metal, suele incluirse en este grupo debido a su toxicidad y relevancia como contaminante.

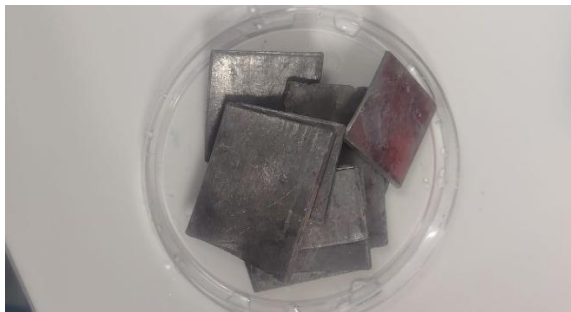


Figura 1. Placas de plomo industriales que pueden llegar al ambiente

A diferencia de muchos contaminantes orgánicos, los elementos metálicos no pueden destruirse mediante procesos naturales de degradación. Pueden permanecer en los suelos

y cuerpos de agua durante largos periodos y cambiar de forma química, movilizarse o acumularse en los organismos. Sus fuentes pueden ser diversas, entre ellas la minería, algunas actividades agrícolas e industriales y las descargas de aguas residuales.

Las plantas: las ingenieras ambientales de la naturaleza

Ante este panorama, la ciencia volvió la mirada hacia los vegetales. Lejos de ser organismos estáticos las plantas son verdaderos laboratorios químicos vivientes que han desarrollado estrategias altamente eficientes para interactuar con su entorno y obtener los nutrientes que necesitan, ya sea mediante raíces ancladas al suelo (Figura 2) o a través de estructuras adaptadas a la vida acuática.



Figura 2. Sistema radicular de una planta

En la naturaleza existen plantas conocidas como hiperacumuladoras, capaces de sobrevivir en ambientes con altas concentraciones de elementos potencialmente tóxicos y, además, de absorber y acumular grandes cantidades de metales en sus tejidos. Plantas flotantes como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) o la lenteja de agua (*Lemna minor*) han demostrado capacidad para absorber y retener diversos contaminantes presentes en cuerpos de agua, por lo que han sido estudiadas en procesos de fitorremediación.



¿Cómo absorben las plantas los metales pesados?

El proceso mediante el cual una planta incorpora metales pesados presentes en su entorno es un ejemplo de la compleja bioingeniería de células vegetales. La captación puede ocurrir a través de las raíces, hojas y otras superficies expuestas.

1) La absorción

○ En las raíces: captación y rizofiltración

Las plantas absorben del suelo y del agua los elementos minerales que necesitan para crecer, como hierro, zinc o magnesio, para ello cuentan con transportadores y canales especializados en las membranas de las células de la raíz.

○ La absorción foliar

Las hojas también pueden incorporar algunos contaminantes presentes en la atmósfera, estos pueden llegar en forma de gases, aerosoles o partícula. Una parte de estos compuestos puede penetrar a través de los estomas, pequeños poros que regulan el intercambio de gases, o atravesar la superficie de la hoja.

○ Absorción por tallos y corteza

La vía caulinar es la menos conocida, pero resulta fascinante: los tallos y la corteza de las plantas especialmente en árboles y arbustos leñosos funcionan como verdaderas esponjas para los metales pesados.

2) El ascensor hidráulico (Transporte)

Una vez adentro, el metal se sube al sistema circulatorio de la planta (el xilema). Impulsado por la evaporación del agua en las hojas (transpiración), el metal viaja hacia arriba a través de los tallos como si fuera un ascensor, distribuyéndose por toda la estructura de la planta.

3) La caja fuerte biológica

Si el metal anduviera libre por las células, destruiría la clorofila y mataría a la planta. Para evitarlo, ésta activa un mecanismo de defensa: produce unas moléculas llamadas fitoquelatinas, que actúan como "esposas" que atrapan al metal. Una vez sujeto, lo escoltan y lo encierran dentro de la vacuola, una especie de bolsa o caja fuerte dentro de la célula donde el metal queda aislado. Por esta razón, las hojas de árboles y otras plantas pueden actuar como superficies de captura y retención de contaminantes atmosféricos, aunque esto no significa que por sí solas "limpien" el aire.

Tallos y corteza: superficies de retención

Los tallos y, particularmente, la corteza de árboles y arbustos también pueden capturar y retener partículas metálicas depositadas desde la atmósfera. Su superficie rugosa y porosa puede favorecer la acumulación de partículas y contaminantes.

Es importante distinguir entre retener un contaminante en la superficie y absorberlo hacia los tejidos vivos. Aunque algunos elementos pueden penetrar en determinadas condiciones, la corteza funciona principalmente como una superficie de interceptación y acumulación de partículas. Además de participar en procesos de recuperación de suelos y cuerpos de agua, las plantas cumplen otra función importante en la ciencia: pueden actuar como bioindicadores. Un bioindicador es cualquier organismo que, mediante cambios en su crecimiento, anatomía, coloración o comportamiento, proporciona información sobre las condiciones ambientales de un ecosistema.

¿Qué señales debemos buscar?

Clorosis: Las hojas pierden su color verde y adquieren tonalidades amarillas

Necrosis: Aparecen manchas cafés o negras en las hojas (Figura 3).

Raíces cortas: Cuando la vegetación de una zona presenta un crecimiento menor que el de áreas cercanas, o desarrolla raíces más cortas y poco vigorosas.



Figura 3. Clorosis y necrosis en una hoja

Dayra Escobar Barrera y David Ramiro Aguillón Gutiérrez*. Universidad Autónoma de Coahuila, Laboratorio de Bioindicadores, Centro de Investigación y Jardín Etnobiológico.

*Autor de correspondencia:
david_aguillon@uadec.edu.mx