

Riesgo para la salud por la utilización de suelos ricos en cadmio

Daniel del Olmo Rodrigo

Introducción y objetivos

El cadmio es un metal pesado, blando, blanco azulado, relativamente poco abundante, algo más maleable, dúctil, flexible y pesado que el zinc. Está presente en la corteza terrestre en una concentración aproximada de 0,1 mg/Kg. Es un elemento no esencial con una vida media de 10 a 30 años, ya que se acumula en tejidos de los seres vivos y su eliminación es muy lenta. Se trata de uno de los metales más tóxicos y así está considerado desde el fatídico suceso de Itai-Itai en Japón. No se encuentra como metal puro, sino que forma óxidos, sulfatos y carbonatos, menas de zinc, plomo o cobre y se emplea en la fabricación de pilas Ni-Cd.

Puede tener alta movilidad en el suelo, dependiendo de su pH, del potencial redox (Eh) y de la fracción coloidal. En las aguas, puede ser adquirido como iones libres y la concentración de estos determinará el grado de toxicidad.

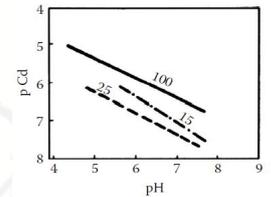
Objetivos: analizar su distribución y disponibilidad en los ecosistemas, identificar posibles riesgos de acumulación en el medio ambiente y en especies bioindicadoras, su bioconcentración hasta a la especie humana y estudiar métodos de eliminación, con el acento en la fitorremediación.

Tabla 1. Máximas concentraciones de metales (UE).

Elemento	Máxima concentración (mg/Kg)
Cadmio (Cd)	1-3
Cobre (Cu)	50-140*
Mercurio (Hg)	1-1'5
Níquel (Ni)	30-75*
Plomo (Pb)	50-300
Zinc (Zn)	150-300*

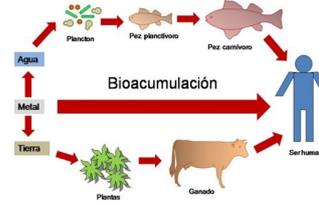
*Límite a ser incrementado en un 50% en suelos con pH > 7.

Solubilidad en suelos en función del pH.

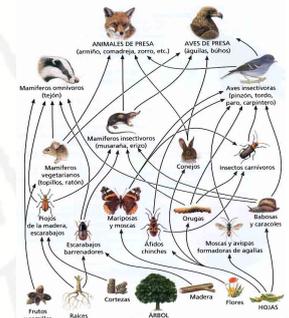


*Equilibrio a [Cd] de 15, 25 y 100 mg por cada 2 g de suelo.

Diferencia entre bioacumulación y bioconcentración



Si se encuentra en formas solubles puede acceder a la cadena alimentaria:



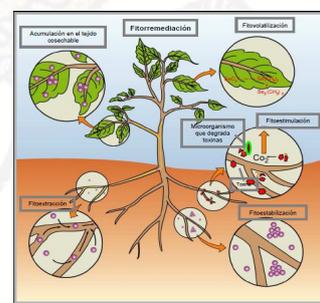
Bioindicadores

- Microorganismos:** disminuyen su biomasa y actividades enzimáticas, por sustitución de metales esenciales para su función y regulación. En consecuencia, se produce una pérdida de la diversidad del ecosistema y cambios en la estructura microbiana
- Plancton:** es importante evitar el acceso del cadmio a estos organismos ya que son uno de los primeros eslabones de la cadena alimentaria en el ecosistema marino
- Parásitos helmínticos:** son capaces de concentrar metales, por lo cual no deben ser vistos como una amenaza. Esta concentración puede ser varias veces superior a la del organismo hospedador.
- Moluscos:** están expuestos en gran medida a los metales, en especial los filtradores.
- Insectos:** se han documentado casos de plantas que consiguen disuadir a insectos que se alimentan de estas al acumular metales pesados en sus tejidos.
- Erizo de mar:** además de la acidificación del océano o su incremento de temperatura, el cadmio puede dañar a los embriones de erizo de mar. Gracias a la autofagia, se pueden renovar componentes celulares o inducir la apoptosis si el daño es irreversible.
- Peces:** pueden acumular grandes cantidades de cadmio, entre otros metales. Pueden ingerirlo o bien puede entrar a través de las branquias y acumularse en ellas.
- Arañas:** presentan diferencias intra e interespecíficas. Los efectos producidos dependen del metal de que se trate, de la vía de exposición, de la respuesta fisiológica, etc.
- Pájaros:** los huevos pueden ser clave para conocer el grado de contaminación de un área determinada. Diversos estudios realizados observan diferencias entre el contenido de cadmio en la cáscara y en el interior del huevo.
- Patos:** el cadmio se acumula en el riñón. La edad influye, ya que implica mayor tiempo de exposición. No hay diferencias significativas entre especies o entre distintos sexos.
- Roedores:** se ven expuestos al cadmio por ingestión, inhalación, a través de la placenta y llegar al feto o incluso por hábitos de aseo si están adheridos a su piel. En algunas especies el sexo o la edad puede afectar a las concentraciones.
- Murciélagos:** no se ha confirmado que el cadmio produzca directamente efectos adversos o aumente la mortalidad. Produce toxicidad hepática, renal, inmunitaria, neurológica y reproductiva. Es necesario investigar exposición a varios metales a la vez y a largo plazo, así como conseguir muestras que no obliguen a sacrificar al animal, como el guano.
- Rumiantes:** exposición por industria, minería y algunas prácticas agrícolas; o por tratarse de una región más rica en cadmio. Los niveles hallados en los tejidos se deben principalmente a la ingesta en la dieta. El límite de la UE está varias veces por debajo de la concentración mínima para producir efectos adversos en el ganado.
- Humanos:** mayor riesgo de efectos adversos al estar en el extremo de la cadena trófica (bioconcentración). La intoxicación por cadmio puede producir cardiomiopatía, daño renal y hepático, neumonitis, osteomalacia y cáncer. También puede ingresar por inhalación, teniendo los fumadores mayor riesgo; así como por exposición profesional en fábricas. Son necesarias medidas de protección como gafas y análisis rutinarios.

Métodos de eliminación clásicos

- Óxidos de Mn y Fe:** Los primeros oxidan el As y los segundos lo adsorben, en cultivos de arroz por inundación, que absorben menor cantidad de Cd.
- Silicio:** Estimula la complejación, quelación y coprecipitación de metales, sistemas antioxidantes, compartimentación y menor permeabilidad en las raíces.
- Biofortificación del arroz:** Aumentar el contenido en Fe y Zn, minimizando el Cd. Silenciando el gen OsNRAMP5 se limita la absorción de Cd sin afectar al contenido en hierro.

Fitorremediación



- Algas:** El Cd se une a metalotioneínas y fitoquelatinas, puede competir con transportadores de Zn, Fe o Ca.
- Musgos:** Se produce hiperacumulación por inducción de la síntesis de glutatión o por la presencia de una proteína de choque térmico (HSP70).
- Helechos:** Se consigue una alta absorción de Cd tras llevar a cabo tratamiento con sal.
- Angiospermas:** Producen gran cantidad de biomasa. Algunas plantas ornamentales pueden hiperacumular, aunque limitan la absorción a la raíz, sin que pase al resto de la planta.

Bibliografía

- Sharma A, Sachdeva S. Cadmium toxicity and its phytoremediation: A review. ResearchGate. IJSER. 2015;6(9):395-405.
- Lane E, Canty M, More SJ. DOI: 10.1016/j.rvsc.2015.06.004
- Suda A, Makino T. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.12.017.
- Zukal J, Píkula J, Bandochova H. DOI: 10.1016/j.mambio.2015.01.001.
- Morris T, Avenant-Oldewage A, Lamberth S, Reed C. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.01.027.
- Gali JE, Boyd RS, Rajakuruna N. DOI: 10.1007/s10661-015-4436-3.
- Nachev M, Sures B. DOI: 10.1016/j.seares.2015.06.005.
- Najm M, Fakhar M. DOI: 10.18869/acadpub.mj.9.4.26.
- Chiarelli R, Martino C, Agnello M, Bosco L, Roccheri MC. DOI: 10.1007/s12192-015-0639-3.
- Awbedi I, Ahmed AY, Faleh MA, Elwhaishi SS, Smida FA. Fish as bioindicators of heavy metals pollution in marine environments: a review. Indian Journal of Applied Research. 2016;5(8).
- Yang H, Peng Y, Tian J, Wang J, Hu J, Wang Z. DOI: 10.1007/s12665-016-5828-6.
- Khademi N, Riyahi-Bakhtiari A, Sobhanradakani S, Rezaie-Atagholipour M, Burger J. DOI: 10.1007/s00244-014-0084-9.
- Brinkowski LJ, Sawicka-Kapusta K. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2014.07.059.
- Slamet-Laedin IH, Johnson-Beebout SE, Injau S, Tsakirpaloglou N. DOI: 10.3389/fpls.2015.00121.
- Nelke KH, Mulak M, Luczak K, Pawlak W, Nienatowicz J, Szumny D, et al. DOI: 10.15244/ijpes/39551.
- Adrees M, Ali S, Rizwan M, Zia-ur-Rehman M, Ibrahim M, Abbas F, et al. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2015.05.011.

Conclusiones

- El cadmio puede entrar a la cadena alimentaria dependiendo del pH, la solubilidad, la presencia de otros componentes en el suelo.
- Los riesgos asociados al cadmio son, principalmente, afectación hepática y renal. La concentración alcanzada depende del nivel en la cadena trófica.
- Los métodos de eliminación clásicos conllevan una destrucción del ecosistema microbiano y son demasiado caros. Es recomendable fomentar el uso de técnicas verdes como la fitorremediación, utilizando plantas metalófitas capaces de hiperacumular metales. Son necesarios más estudios en busca de la inmovilización del cadmio, promoviendo las formas inactivas, por quelación o adsorción a sustancias no deletéreas para el medio ambiente. Además, seguir buscando nuevas especies metalófitas, para poder retirar la mayor cantidad posible de esos metales.