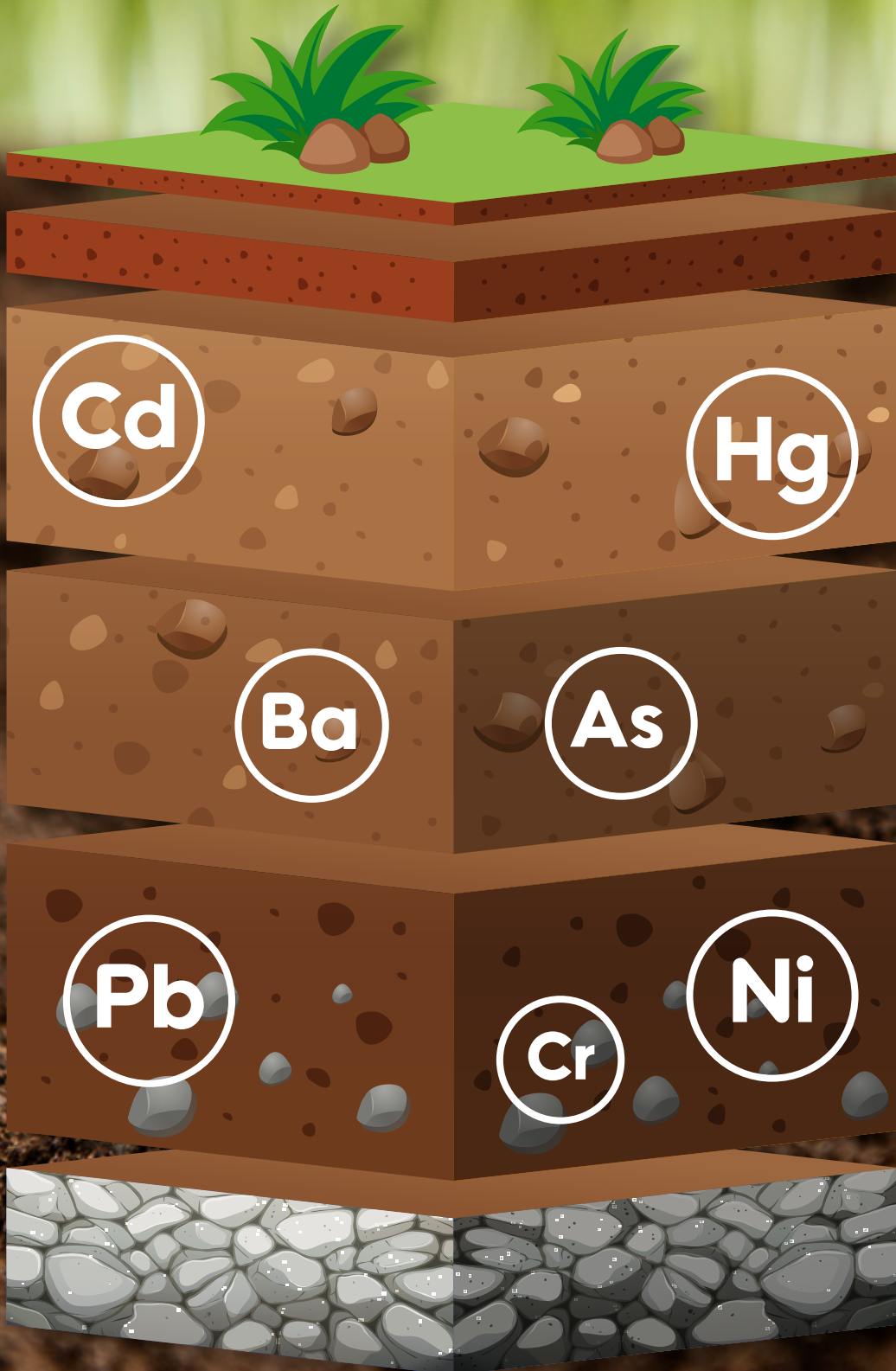




Nota técnica:

# ¿Por qué analizar metales pesados y elementos traza?



Hoy en día, además de conocer la disponibilidad nutrimental del suelo o los aportes nutrimentales del agua de riego, es de suma importancia conocer también los elementos denominados; metales pesados y elementos traza. Un metal pesado y elemento traza se define como un elemento químico que, en concentraciones elevadas, puede volverse tóxico para el ambiente y el ser humano. Estos elementos se originan naturalmente como consecuencia de procesos geológicos y por agentes de meteorización y formación del suelo.

El uso de los metales pesados y elementos traza se ha intensificado con el aumento de la industrialización, la quema de combustibles fósiles, la minería, la fundición y otras técnicas de procesamiento que liberan cantidades relativamente grandes de estos elementos a la atmósfera, especialmente en las zonas que rodean las industrias. Esta situación provoca que estos elementos sean arrastrados hacia el suelo y cuerpos de agua. Otra forma de contaminación de los suelos con metales pesados es el uso de aguas residuales en la agricultura, las cuales además de realizar aportes nutrimentales al suelo también traen consigo metales tóxicos y contaminantes microbiológicos. El final del ciclo de estos elementos tóxicos y no esenciales es el ser humano, ya que estos se encuentran acumulados en la leche, harina, carne, frutas y vegetales; mismos que son consumidos por la población.

El análisis de metales pesados y elementos traza en suelo, agua y tejido vegetal es importante ya que proporciona información crucial sobre la calidad e inocuidad de estos. Esta información permite evaluar el riesgo que representan estos elementos en el ambiente y la salud pública.



## Metales pesados y elementos traza en suelos

La presencia de metales pesados y elementos traza en el suelo en concentraciones altas pueden afectar de forma negativa: la estructura del suelo, la capacidad para retener agua, y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. El análisis de estos elementos permite evaluar la salud general del suelo e identificar posibles problemas que podrían afectar la productividad agrícola o la capacidad del suelo para la producción de alimentos. En el Cuadro 1 se pueden observar las concentraciones normales y anormales de metales pesados y elementos traza, donde algunos elementos son micronutrientes vegetales, los cuales en concentraciones altas también se consideran contaminantes o tóxicos.

**Cuadro 1.** Concentraciones geoquímicas normales y anormales de algunos elementos traza en suelos (Bowie y Thornton, 1985).

<b>Elemento</b>	<b>Rango normal (ppm)</b>	<b>Rango anormal (ppm)</b>
Arsénico	<5 - 40	Hasta 2,500
Cadmio	<1 - 2	Hasta 30
Plomo	10 - 150	10,000 o más
Selenio	<1 - 2	Hasta 500

El suelo actúa filtrando, descomponiendo, neutralizando o almacenando contaminantes y evitando en gran parte su biodisponibilidad. Esta capacidad depuradora de un suelo depende de los contenidos en materia orgánica, carbonatos, proporción y tipo de minerales de la arcilla, de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, del pH, textura, permeabilidad y actividad microbiana. Sin embargo, el poder depurador de un suelo tiene un límite, cuando se superan esos límites para una o varias sustancias, el suelo se convierte en una fuente de contaminantes.

La presencia de metales pesados y elementos traza en el suelo puede deberse a actividades industriales (desechos residuales), uso de fertilizantes contaminados o deposición atmosférica.

## Metales pesados y elementos traza en tejido vegetal

Los metales pesados y elementos traza pueden acumularse en las plantas y representar riesgos para la salud humana y el ecosistema si se encuentran en niveles elevados. Estos elementos, al estar disponibles en la solución del suelo son absorbidos por las plantas y causan el fenómeno conocido como fitotoxicidad, es decir, el efecto dañino de alguna sustancia en el tejido vegetal que impacta negativamente el crecimiento y desarrollo de la planta, e incluso puede ocasionar la muerte de ésta.

En el Cuadro 2 se presentan las concentraciones suficientes o tóxicas y excesivas de algunos elementos traza en tejido vegetal.

**Cuadro 2.** Concentraciones aproximadas de elementos traza en tejido vegetal (Kabata-Pendias y Pendias, 2001).

Elemento traza	Suficiente o tóxico (mg/kg)	Excesivo (mg/kg)
Arsénico	1 - 1.7	5 - 20
Cadmio	0.05-0.2	5-30
Cromo	0.1-0.5	5-30
Cobalto	0.02-1	15-50
Plomo	5-10	30-300

En el Cuadro 3 se enlistan los síntomas por toxicidad de metales pesados y elementos traza. Es importante destacar que los síntomas específicos pueden variar según el tipo de metal pesado o elemento traza involucrado, la concentración presente en el suelo y la sensibilidad del cultivo en cuestión. La prevención y la gestión adecuada de la contaminación por metales pesados y elementos traza son fundamentales para proteger la salud de las plantas y, en última instancia, la salud de los ecosistemas y los seres humanos.

**Cuadro 3.** Efectos generales por toxicidad de metales pesados y elementos traza (Benton Jones, 2003).

<b>Elemento</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Arsénico</b>	Manchas necróticas de color marrón rojizo en hojas viejas, coloración amarillenta y marrón de las raíces, marchitez de las hojas nuevas.
<b>Cadmio</b>	Margen marrón de las hojas, clorosis, venas y pecíolos rojizos, hojas rizadas y raíces marrones atrofiadas; reducción severa del crecimiento de raíces, puntas y número de macollos (en arroz); conductividad reducida de los tallos causada por el deterioro de los tejidos del xilema.
<b>Cromo</b>	Clorosis en hojas nuevas, manchas necróticas y violáceas, crecimiento de raíces con lesiones.
<b>Cobalto</b>	Clorosis intervenal en hojas nuevas seguida de clorosis por hierro inducida; márgenes y puntas de las hojas blanquecinas y puntas de las raíces dañadas.
<b>Mercurio</b>	Atrofia grave de plántulas y raíces, oscurecimiento de las puntas de las hojas.
<b>Plomo</b>	Hojas de color verde oscuro, marchitez de las hojas más viejas, follaje atrofiado y raíces cortas de color marrón.

## **Metales pesados y elementos traza en agua**

Los metales pesados pueden ingresar al agua de riego a través de diversas fuentes, como desechos industriales, aguas residuales urbanas, lixiviados de vertederos o actividades agrícolas. El riego con agua contaminada por metales pesados puede llevar a la acumulación de estos elementos en el suelo a lo largo del tiempo. Esto puede afectar la calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Por otro lado, el Sistema de Reducción de Riesgos de Contaminación y las auditorías de inocuidad que deben cumplir productores agrícolas y empacadoras deben realizar análisis de agua periódicos para identificar la acumulación de metales pesados y elementos traza y evitar problemas en la salud humana y animal, en caso de producción de forrajes. De acuerdo con el Anexo Técnico 2. Requisitos generales para la aplicación de Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) o Buen Uso y Manejo de Plaguicidas (BUMP) bajo la modalidad de áreas de la Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera (DGIAPP) del SENASICA, se debe aplicar un procedimiento de monitoreo de metales pesados en las fuentes de agua de acuerdo con la NOM-127-SSA1-2021.

El análisis de los niveles de metales pesados y elementos traza en suelo, agua y tejido vegetal permite:

- Identificar si se encuentra algún metal pesado y tomar las medidas correctivas para mitigar los impactos ambientales y proteger la salud humana. Si dichos elementos se acumulan en los cultivos o en el agua subterránea utilizada para el riego, pueden ingresar a la cadena alimentaria y afectar a las personas que consumen esos alimentos.
- Cumplir con regulaciones y estándares establecidos para limitar los niveles de metales pesados y elementos traza. Los análisis son esenciales para garantizar el cumplimiento de estas normativas y tomar medidas correctivas cuando sea necesario.

En resumen, aun con la existencia de diversas prácticas y tecnologías para remediar la contaminación por metales pesados en el medio ambiente, tales como: la fitoextracción, la fitorremediación y la encapsulación; siguen ocurriendo contaminaciones en el medio ambiente con consecuencias perjudiciales para la salud del suelo, la flora y la fauna; además del riesgo latente para la salud humana. Por lo tanto, el análisis de metales pesados y elementos traza es una herramienta esencial para evaluar la calidad ambiental y los riesgos para la salud humana, así como para garantizar el cumplimiento de normativas y regulaciones ambientales. Aunado a esto, es importante monitorear y regular las actividades industriales para prevenir o mitigar la liberación descontrolada de metales pesados y elementos traza al ambiente (aire, suelo y agua, etc.).



# Referencias

**Benton Jones, J. Jr. 2003.** Agronomic Handbook: management of crops, soils, and their fertility. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

**Bowie, S. H. U., and D. R. Thornton. 1985.** Environmental Geochemistry and Health. Kluwer Academic Publ., London, UK.

**Kabata-Pendias y Pendias, 2001.** Trace elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

**SENASICA-DGIAPP. 2021.** Anexo Técnico 2. Requisitos generales para la aplicación de Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación (SRRC) o Buen Uso y Manejo de Plaguicidas (BUMP). Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera (DGIAPP). Ciudad de México, México.