

Suelos saludables, comunidades saludables

Metales en suelos de jardines urbanos

Los **metales** están presentes de forma natural en la roca, el suelo y otros materiales. También se utilizan en materiales fabricados (*antropogénicos (anthropogenic)*), y las actividades humanas pueden incrementar los niveles de metales en el suelo. Con frecuencia, los suelos urbanos poseen niveles más altos de metales que los suelos rurales porque los primeros fueron afectados en mayor medida por la actividad humana. La jardinería en los suelos urbanos puede incrementar su exposición a los metales si usted ingiere o respira partículas del suelo o si consume alimentos cultivados en el suelo.

¿Qué tipos de metales pueden encontrarse en los jardines urbanos?

La tabla de esta página enumera diversos metales que pueden encontrarse con frecuencia en suelos de jardines urbanos, junto con los valores orientativos desarrollados para proteger la salud humana y los intervalos de niveles de "referencia" encontrados generalmente en suelos rurales y urbanos en el estado de Nueva York (NYS) y en la ciudad de Nueva York (NYC).

Las siguientes páginas proporcionan información básica para jardineros y horticultores acerca de cada uno de estos metales: de dónde provienen (fuentes naturales y antropogénicas), cómo se comportan en el suelo, consideraciones para la salud humana y de las plantas y qué pueden hacer los jardineros y horticultores para ayudar a reducir la exposición a los metales en los suelos de jardines.

¿Qué niveles de metales son aceptables en los suelos de jardines?

No existen normas de protección para la salud pública específicamente establecidas para metales en suelos de jardines en el NYS, pero existen valores orientativos desarrollados para otros propósitos que los jardineros y horticultores pueden tener en cuenta. Los valores orientativos que figuran en la tabla de esta página son objetivos de limpieza de suelos residenciales desarrollados por el Departamento de Conservación Ambiental del NYS (NYS Department of Environmental Conservation) y el Departamento de Salud del NYS (NYS Department of Health) para los Programas de Remediación Ambiental del NYS (consultar Referencias, pág. 9). Estos valores se desarrollaron para analizar las exposiciones residenciales, incluida la jardinería. Sin embargo, estos valores suponen que usted vive en la propiedad con el suelo y que está expuesto de alguna forma todos los días y durante toda su vida. La exposición a los metales en el suelo de un jardinero u horticultor urbano puede ser menor que esto.

Estos valores orientativos también suponen generalmente que los metales se encuentran en una de las formas químicas más tóxicas y disponibles, lo que no siempre representa lo que sucede con los metales en el suelo de los jardines. Los metales pueden estar presentes en el suelo en diferentes formas químicas. El comportamiento de los metales en el ambiente, la tendencia a ser absorbidos por las plantas, los efectos tóxicos en las plantas y el potencial de efectos en la salud de los humanos expuestos a esos metales dependen de su forma química. Por ejemplo, algunas formas de metales pueden disolverse rápidamente en agua (solubles) y, por lo tanto, pueden ingresar en las plantas y el cuerpo humano de manera más fácil que las formas que no pueden disolverse fácilmente (insolubles). La toxicidad en los humanos y las plantas depende de la cantidad de metal que ingresa en el cuerpo o en la planta.

¿Debería preocuparme por la exposición a metales en el suelo de mi jardín?

Algunos metales son esenciales en pequeñas cantidades en la dieta para una buena salud, pero ingerir o beber grandes cantidades de estos metales puede producir efectos en la salud. Otros metales pueden producir efectos en la salud incluso en

Metales encontrados con mayor frecuencia en suelos urbanos:

Valores orientativos y niveles de referencia^a

Metal	Nivel en suelo (partes por millón (ppm))		
	Valores orientativos de protección para la salud pública	Niveles de referencia rurales en NYS	Niveles de referencia urbanos en NYC
Arsénico (Arsenic)	16	< 0.2 a 12	4.1 a 26
Bario (Barium)	350	4 a 170	46 a 200
Cadmio (Cadmium)	2.5	< 0.05 a 2.4	0.27 a 1.0
Cromo (Chromium)	36	1 a 20	15 a 53
Cobre ^b (Copper)	270	2 a 32	23 a 110
Plomo (Lead)	400	3 a 72	48 a 690
Mercurio (Mercury)	0.81	0.01 a 0.20	0.14 a 1.9
Níquel ^b (Nickel)	140	0 a 25	10 a 43
Zinc ^b (Zinc)	2200	10 a 140	64 a 380

^a Referencias, página 9

^b Puede ser tóxico para las plantas a niveles inferiores a los valores orientativos de protección para la salud pública.



Department of Health



Cornell University
College of Agriculture and Life Sciences
Department of Crop and Soil Sciences



Cornell University
Cooperative Extension
New York City



pequeñas cantidades. El plomo puede causar determinados problemas de salud, especialmente en los niños pequeños. La probabilidad de que se produzcan efectos en la salud depende no solo del metal específico, sino también de quién está expuesto, en qué cantidad, con qué frecuencia y por cuánto tiempo. En general, cuanto más altos son los niveles, más grave es el problema.

La mayor parte de lo que conocemos sobre los efectos potenciales en la salud causados por la exposición a los metales proviene de estudios en los que animales de laboratorio recibieron grandes cantidades de metales, o de estudios de personas que sufrieron exposiciones en accidentes o en el lugar de trabajo. Un jardinero u horticultor urbano estaría menos expuesto a estos metales presentes en el suelo. Sin embargo, los metales que producen efectos en la salud después de exposiciones a altos niveles también pueden incrementar el riesgo de efectos en la salud en personas expuestas a bajos niveles durante largos periodos.

En los suelos de jardines urbanos, no es poco común encontrar metales en niveles cercanos o superiores a los valores orientativos. No pueden descartarse los riesgos de salud asociados a los metales presentes en los suelos a niveles leves o moderadamente superiores a los valores orientativos, pero estos riesgos probablemente sean bajos.

Hay más información disponible sobre estos metales en la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)). Las hojas informativas con preguntas frecuentes sobre metales y otras sustancias químicas (ToxFAQs™) de la ATSDR están disponibles en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp>.

Glosario:

Adsorber: adherirse, unirse (p. ej., unirse a una partícula del suelo).

Antropogénico: provocado por la actividad humana.

Carcinógeno: una sustancia que puede provocar cáncer.

CCA: conservante que contiene cobre, cromo y arsénico y que se utilizaba en la madera tratada. La madera tratada con CCA ya no está disponible a nivel comercial.

Exposición: contacto (tocar, respirar, ingerir o beber una sustancia).

Fitorremediación: uso de las plantas para reducir la contaminación ambiental del suelo.

Fitotóxico: perjudicial para las plantas.

Fosfato: nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, presente en muchos fertilizantes.

Hiperacumuladora: planta que concentra metales del ambiente.

Insoluble: generalmente incapaz de disolverse en agua.

Materia orgánica: material hecho de compuestos formados de la descomposición de seres vivos, por ejemplo, el abono orgánico.

pH: medida de la acidez (bajo pH) o alcalinidad (alto pH). Los suelos de jardines urbanos generalmente se ubican dentro de un intervalo de pH de entre 5 (alta acidez) y 8 (baja acidez). Un pH de entre 6.5 y 7.5 se considera neutro.

ppm: partes por millón, que son las unidades usadas para medir los niveles de metales en el suelo. Un nivel de 1 ppm significa que existe una partícula de metal en un millón de partículas de suelo. Esto equivale a aproximadamente una cucharada de té en 10,000 libras de suelo.

Salino: que contiene sales adicionales (que pueden afectar el crecimiento de la planta).

Soluble: que es capaz de disolverse fácilmente en agua.

Suelos de serpentinita: suelos que contienen determinadas características minerales de la roca serpentinita, común en diversas áreas.

¿Los metales pueden afectar la salud de mis plantas?

Sí. Algunos metales, como el cobre y el zinc, son absorbidos por las plantas y pueden ser tóxicos para ellas (fitotóxicos (phytotoxic)) a niveles por debajo de los valores orientativos de protección para la salud pública. Los niveles de metales fitotóxicos que pueden preocupar a los jardineros y horticultores se analizan en las siguientes secciones. Otros metales pueden no perjudicar la salud o el crecimiento de las plantas, pero pueden ser un problema para la salud humana. Además, algunos metales no son absorbidos fácilmente por las plantas en condiciones frecuentemente presentes en los jardines.

¿Existe alguna planta que pueda cultivar para eliminar metales del suelo de mi jardín?

Usar plantas para eliminar metales del suelo (un tipo de *fitorremediación* (*phytoremediation*)) generalmente no es eficaz para reducir los niveles de metales en los suelos de jardines urbanos. Muchos metales no son absorbidos por el tejido de la planta cuando el pH del suelo es casi neutro (de entre 6.5 y 7.5), lo típico en jardines urbanos. En el caso de los metales que son absorbidos más fácilmente por las plantas (como el cadmio (cadmium), el cobre (copper), el níquel (nickel) y el zinc (zinc), las plantas que los absorben más fácilmente son relativamente pequeñas y de crecimiento lento y se necesitaría muchos años para “limpiar completamente” los suelos con niveles de metales incluso moderadamente superiores a los valores orientativos. Además, a diferencia de algunos contaminantes, los metales no se descomponen en compuestos menos tóxicos mediante la fitorremediación. Los metales que se eliminan del suelo ingresan en las raíces u otras partes de las plantas, lo que significa que las plantas deben eliminarse adecuadamente sin consumirlas ni usarlas para abono orgánico.

¿Cómo puedo reducir la exposición a metales presentes en el suelo de mi jardín?

Las siguientes secciones describen las medidas que los jardineros y horticultores pueden tomar para reducir la exposición a metales específicos encontrados en los suelos de jardines urbanos. En el caso de muchos metales, ajustar el pH del suelo y agregar materia orgánica (como el abono orgánico) puede ayudar a evitar que los metales del suelo sean absorbidos por las plantas. Además, las prácticas de jardinería saludables, como cultivar en canteros elevados rellenos con tierra limpia y abono orgánico, lavar meticulosamente los vegetales y tener cuidado de no llevar tierra al interior del hogar, pueden ayudar a reducir la exposición a todos los metales y a otros contaminantes que pueden estar presentes en los suelos de los jardines. Puede encontrar más información sobre las prácticas de jardinería saludables en la página web “*Healthy Soils, Healthy Communities*” (*Suelos saludables, comunidades saludables*) en <http://cwmi.css.cornell.edu/healthypoils.htm>.

Arsénico (Arsenic)

Fuentes: *Natural:* los niveles de trazas están generalmente asociados a minerales de roca y arcillas en todos los suelos. Hay niveles mayores presentes en minerales de cobre y plomo, en minerales de sulfuro (piritas (pyrites)) extraídos como metales, y en el esquisto negro y el carbón. *Antropogénico:* arsénico que históricamente se usó en madera tratada a presión (el tipo de “CCA” más antiguo) y algunos pesticidas. También puede encontrarse en cenizas de carbón.

Forma y comportamiento en el suelo de jardines: el arsénico se presenta generalmente en la forma de arseniato, que se comporta químicamente como un fosfato y, por lo tanto, es fácilmente absorbido por las plantas. Se adsorbe de manera deficiente a la materia orgánica pero bien en arcillas y óxidos de hierro. Se encuentra más disponible para las plantas en suelos no ácidos (pH mayor de 6.0) que en los ácidos (pH menor de 6.0). La absorción en las plantas comestibles puede ser importante si los niveles de arsénico en el suelo son excepcionalmente altos. Las verduras de hoja verde son los mayores acumuladores de arsénico.

Salud humana: el arsénico es un reconocido carcinógeno humano (una sustancia que puede provocar cáncer). El arsénico presente en el suelo a niveles leve o moderadamente por encima del valor orientativo no representa un riesgo inmediato para la salud humana, pero puede haber un mayor riesgo si una persona está expuesta durante un largo periodo.

Salud vegetal: la fitotoxicidad del arsénico no es un problema concreto usual para los jardineros y horticultores. El crecimiento y la salud de las plantas probablemente no se verán afectados de manera importante hasta que los niveles en el suelo excedan los valores perjudiciales para la salud humana.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: a diferencia de la mayoría de los metales, el arsénico no se inmoviliza mediante la adición de materia orgánica o el encalado; de hecho, estas prácticas podrían incrementar la presencia de arsénico en los cultivos. La adición de sales de hierro (ferrosas (ferrous)) solubles u óxido de hierro ayudaron a reducir la presencia de arsénico en situaciones experimentales. La fitorremediación (*phytoremediation*) se demostró usando determinadas especies de helecho subtropical, que actúan como plantas “hiperacumuladoras” (“hyperaccumulator”) que absorben grandes cantidades de arsénico.



Bario (Barium)

Fuentes: *Natural:* el bario está asociado a minerales de roca comunes, como los feldespatos y las micas presentes en el suelo. También se encuentra en algunos alimentos, como las nueces de Brasil, las algas, el pescado y algunas plantas. *Antropogénico:* el bario se usa en el lodo de perforación de gas y petróleo (como lubricante para las brocas de taladros), en la producción de pinturas, ladrillos, azulejos y cerámicas, como aditivo en combustibles para aviones y como agente de contraste en los procedimientos radiográficos de diagnóstico. También puede encontrarse en los revestimientos de frenos de automóviles.

Forma y comportamiento en el suelo de jardines: el bario generalmente se presenta como sulfatos y carbonatos relativamente insolubles o unidos firmemente a arcillas y materia orgánica, que limitan el potencial de la absorción de las plantas. La absorción en frutas y verduras generalmente es baja. Puede haber un poco de absorción en las raíces y hojas verdes. El pH bajo en el suelo incrementa la solubilidad del bario presente en el suelo y la absorción en las plantas comestibles puede ser mayor si el suelo es ácido (pH menor de 6.0).

Salud humana: en animales de laboratorio, el efecto más sensible de la exposición a largo plazo al bario (en agua potable) es la toxicidad renal. El bario presente en los suelos generalmente se encuentra en una forma muy insoluble, que quizás sea menos tóxica. El valor orientativo en suelos para el bario se creó teniendo en cuenta las formas solubles del bario.

Salud vegetal: la fitotoxicidad del bario no es un problema concreto usual para los jardineros y horticultores. Si bien el bario puede considerarse levemente fitotóxico (al competir con el calcio necesario para el crecimiento de la planta), el crecimiento y la salud de las plantas probablemente no se verán afectados hasta que los niveles en el suelo excedan en gran medida los valores de protección para la salud pública.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: la adición de materia orgánica y el encalado (en suelos ácidos [pH menor de 6.0]) pueden reducir la absorción del bario por parte de las plantas comestibles. Se sabe poco sobre la eficacia potencial de la fitorremediación en el caso del bario.

Cadmio (Cadmium)

Fuentes: *Natural:* el cadmio puede encontrarse en esquistos negros, que en algunas partes del noreste de EE. UU. forman el material parental de los suelos. También puede estar presente en depósitos de fosfato en roca en todo el mundo, que se explotan para producir fertilizantes fosfatados comerciales. Está presente en suelos no contaminados en todo el mundo a niveles de traza. Muchos minerales de zinc contienen bajos niveles de cadmio. *Antropogénico:* el cadmio generalmente se encuentra como una impureza en el metal de zinc, que se usa en el acero galvanizado. El cadmio también puede encontrarse en residuos de galvanización, baterías, emisiones de la combustión de carbón e incineradores, y algunos fertilizantes.

Forma y comportamiento en el suelo de jardines: el cadmio generalmente se adsorbe de forma más intensa a las arcillas y la materia orgánica a medida que aumenta el pH, pero es liberado de manera relativamente fácil en la forma soluble y disponible para las plantas en comparación con otros metales. Los altos niveles de sales en los suelos pueden hacer que el cadmio sea más soluble. La absorción en las plantas comestibles, especialmente las verduras de hojas verdes, puede ser preocupante si el suelo posee altos niveles de sales o si el suelo es ácido (pH menor de 6.0), pero la mayoría de los suelos de los jardines urbanos tiene un pH casi neutro (de entre 6.5 y 7.5).

Salud humana: el cadmio es un reconocido carcinógeno humano (una sustancia que puede provocar cáncer). El cadmio presente en el suelo a niveles leve o moderadamente por encima del valor orientativo no representa un riesgo inmediato para la salud humana, pero puede haber un mayor riesgo si una persona está expuesta durante un largo periodo.

Salud vegetal: La fitotoxicidad del cadmio no es un problema concreto usual para los jardineros y horticultores. El crecimiento y la salud de las plantas probablemente no se verán afectados de manera importante hasta que los niveles en el suelo excedan en gran medida los valores perjudiciales para la salud humana.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: la adición de materia orgánica y el encalado (en suelos ácidos) deberían reducir la absorción del cadmio por parte de las plantas comestibles. La fitorremediación (a través de plantas como el sauce o plantas "hiperacumuladoras" ("hyperaccumulator") que absorben grandes cantidades de cadmio) es posible debido a la capacidad relativamente alta del cadmio para ser absorbido por las plantas. Sin embargo, es poco probable que

esta estrategia sea práctica para los jardineros y horticultores, ya que se necesitarían varias décadas o más para reducir los niveles de cadmio, incluso en suelos moderadamente contaminados, a niveles más adecuados para la jardinería.

Cromo (Chromium)

Fuentes: *Natural:* el cromo se encuentra en niveles altos en la serpentinita, que en algunas áreas (incluida Staten Island en la ciudad Nueva York) pueden conformar el material parental del suelo. Más comúnmente, se encuentra como elemento traza unido a la estructura de muchos minerales del suelo. *Antropogénico:* el cromo se usa para la galvanización, en la fabricación de acero y en las industrias textil, de curtido y del cuero, y como un componente en algunas pinturas y pigmentos. Está presente en residuos de la explotación minera y del procesamiento de minerales de cromita. El cromo históricamente se usó en madera tratada a presión (el tipo de “CCA” más antiguo).

Forma y comportamiento en el suelo de jardines: el cromo presente en suelos de jardines urbanos es muy probable que se encuentre en una forma llamada cromo “trivalente” (“trivalent”) en lugar de la forma “hexavalente” (“hexavalent”) que es más soluble y más tóxica (también conocida como “cromato” (“chromate”). Es poco probable que esta forma más tóxica esté presente a menos que la contaminación haya incrementado el cromo en el suelo a niveles altos (por ejemplo, por derrames u otro tipo de contaminación), el pH sea superior a 6.0 y el contenido de materia orgánica del suelo sea bajo. La forma trivalente se adsorbe de forma extremadamente fuerte a las arcillas y la materia orgánica en una amplia variedad de pH del suelo (de entre 5 y 8). La exposición a través del consumo de plantas comestibles es altamente improbable debido a la muy poca transferencia del cromo desde los suelos a las partes de la planta que se encuentran sobre la tierra. Una excepción son algunas especies de plantas que crecen en suelos con serpentinita y que pueden acumular altas concentraciones de cromo, probablemente debido a que absorben la forma soluble de cromato (el cromato, si está presente, puede ser absorbido por las plantas comestibles o filtrarse en el agua subterránea). Se debe tener en cuenta que las pruebas más comunes disponibles para los jardineros y horticultores generalmente no especifican la forma de cromo que está presente.

Salud humana: una pequeña cantidad de cromo trivalente en la dieta es esencial para una buena salud. Por el contrario, el cromo hexavalente provocó cáncer en personas que trabajaron con él y lo inhalaron (respiraron) durante largos periodos. El cromo hexavalente también provocó cáncer en animales que lo ingirieron (comieron o bebieron) todos los días durante toda su vida. Se desconoce si la ingestión de cromo hexavalente provoca cáncer en humanos. El cromo hexavalente presente en el suelo a niveles leve o moderadamente por encima del valor orientativo no representa un riesgo inmediato para la salud humana, pero puede haber un mayor riesgo si una persona está expuesta durante un largo periodo.

Salud vegetal: en su forma estable en el suelo (cromo trivalente), el cromo es bastante insoluble y la fitotoxicidad no es una preocupación. Sin embargo, el cromo hexavalente soluble (cromato) es fitotóxico, pero es improbable encontrarlo en los suelos de los jardines.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: si hay cromo hexavalente presente, agregar material orgánico fresco puede ayudar a convertir la forma hexavalente tóxica en la forma trivalente mucho menos soluble, la cual es mucho menos probable que sea absorbida por las plantas. Aunque algunas plantas pueden absorber el cromo que está disuelto en el agua (en especial el cromo hexavalente), no se ha demostrado que la fitorremediación sea una solución práctica para los suelos contaminados con cromo.

Cobre (Copper)

Fuentes: *Natural:* el cobre se encuentra en muchos tipos de roca, con niveles más altos en esquistos negros y algunos basaltos. *Antropogénico:* el cobre históricamente se usó en madera tratada a presión (el tipo de “CCA” más antiguo) y también se encuentra en algunos productos de madera tratados recientemente. Se usa en fungicidas para orquídeas, viñedos y jardines. El cobre también puede encontrarse en abonos producidos con estiércol y lodos residuales.

Forma y comportamiento en el suelo: el cobre se adsorbe fuertemente a la materia orgánica cuando el pH del suelo es mayor de 5.5, pero también en minerales de arcilla en pH casi neutros (de entre 6.5 y 7.5). La solubilidad del cobre generalmente es bastante baja en el suelo a menos que el pH sea excepcionalmente bajo (menor de 5.5) o alto (mayor de 7.5). El cobre es un micronutriente esencial para la salud humana y se encuentra en muchos alimentos. El exceso de cobre en las plantas

comestibles es poco probable ya que este metal es retenido fuertemente en las raíces finas con relativamente poca transferencia a las partes de las plantas que se encuentran sobre la tierra.

Salud humana: una pequeña cantidad de cobre en la dieta es esencial para una buena salud. Una escasa cantidad de cobre puede producir una amplia variedad de efectos adversos graves, mientras que el exceso de cobre puede dañar el hígado.

Salud vegetal: el cobre presente en el suelo puede ser tóxico para las plantas (*fitotóxico*) en niveles más bajos que los perjudiciales para la salud humana. En niveles que superen las 75 a 100 ppm en el suelo, el cobre puede producir efectos tóxicos y retraso en el crecimiento de algunas plantas comestibles. Esto probablemente sea perjudicial si el pH es bajo.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: la adición de materia orgánica y el encalado (en suelos ácidos [pH menor de 6.0]) deberían reducir la absorción de cobre y sus efectos tóxicos en las plantas comestibles. La fitorremediación (mediante plantas "hiperacumuladoras" ("hyperaccumulator") que absorben grandes cantidades de cobre) es posible. Sin embargo, es poco probable que esta estrategia sea práctica para los jardineros y horticultores, ya que se necesitarían varias décadas o más para que estas plantas generalmente pequeñas y de lento crecimiento reduzcan los niveles de cobre, incluso en suelos moderadamente contaminados, a niveles más adecuados para la jardinería.

Plomo (Lead)

Fuentes: *Natural:* el plomo está presente en rocas, incluido el esquisto negro, donde está asociado a materia orgánica y sulfuros. Los depósitos minerales de sulfuro de plomo (galena (galena)) fueron explotados para extraer este metal durante siglos en el noreste de EE. UU. y otras áreas. *Antropogénico:* históricamente, los compuestos de plomo se usaron como aditivos en pinturas y gasolina, lo que provocó una gran contaminación del suelo, especialmente en las áreas desarrolladas. Otras fuentes incluyen las emisiones de incineradores, la explotación minera y las actividades de fundición, la eliminación y el reciclaje de baterías, la fontanería y los materiales para techos. El plomo se usó de forma habitual hasta 1960 en pesticidas usados en orquídeas, viñedos y jardines.

Forma y comportamiento en el suelo: el plomo se adsorbe fuertemente a la materia orgánica, en especial si el pH es superior a 5.0, pero también se adsorbe a las arcillas a pH más altos. En suelos muy contaminados, el plomo también puede encontrarse en la forma de minerales insolubles, como los carbonatos, hidróxidos o fosfatos. El plomo no es muy soluble en el suelo a menos que el pH sea excepcionalmente bajo (menor de 5.0) o alto (mayor de 7.5). El plomo generalmente no se transfiere con facilidad a las plantas comestibles debido a su baja solubilidad en los suelos y a la tendencia de unirse a las raíces que evita que migre hacia las hojas o frutas. Sin embargo, si el pH del suelo es bajo y la cantidad de materia orgánica es escasa, la transferencia a las plantas comestibles puede ser mayor. En determinadas condiciones (suelo con pH bajo, poco contenido de materia orgánica o altos niveles de plomo) el plomo puede ser absorbido por las raíces de las plantas y trasladarse a las frutas u hojas comestibles. Estas exposiciones pueden sumarse a las exposiciones al plomo proveniente de otras fuentes. La contaminación física de las plantas (en especial las verduras de hojas verdes) con partículas de suelo contaminadas con plomo que terminan en las superficies de las plantas puede ser una fuente importante de exposición al plomo a través de la dieta.

Salud humana: el plomo en el suelo puede representar un problema de salud en particular, especialmente en niños pequeños. El plomo puede perjudicar el crecimiento, la conducta y la capacidad de aprender de los niños pequeños. El plomo presente en el suelo puede suponer algunos riesgos incluso si los resultados de las pruebas son inferiores a los valores orientativos, y cuanto mayor sea el nivel de plomo en el suelo, más grave será el problema.

Salud vegetal: la fitotoxicidad del plomo no es un problema concreto usual para los jardineros y horticultores, ya que la mayoría de las plantas de jardín absorbe poca cantidad de plomo en comparación con los niveles del suelo.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: para limitar la exposición de los niños al plomo presente en el suelo, es importante observar con atención a los niños mientras están en el jardín, recordarles que eviten tocarse la boca después de tocar la tierra y asegurarse de que se laven las manos después de tocar la tierra. La adición de materia orgánica y el encalado (en suelos ácidos [pH menor de 6]) puede reducir la absorción de plomo en las plantas comestibles, y el uso de mantillo y otras prácticas para controlar el polvo probablemente reduzcan la contaminación física de las plantas comestibles con partículas del suelo. La adición de grandes cantidades de fertilizante con fosfato demostraron reducir la solubilidad del

plomo en algunos suelos muy contaminados, pero esto podría no ser práctico ni eficaz para los jardineros y horticultores. La fitorremediación (eliminación del plomo a través de las plantas) generalmente no es eficaz porque no existen plantas acumuladoras de plomo conocidas (“hiperacumuladoras”).

Mercurio (Mercurio)

Fuentes: *Natural:* el mercurio se encuentra en diversas formas en el medioambiente. Las concentraciones más altas que se presentan naturalmente se encontraron en turberas y suelos anegados. *Antropogénico:* el mercurio puede encontrarse en emisiones de incineradores y plantas de energía que queman carbón, y también se usa en determinados productos comerciales y procesos industriales.

Forma y comportamiento en el suelo: generalmente, el mercurio no es móvil, no se filtra y se une fuertemente a los suelos. El pH del suelo influye en menor medida en el comportamiento del mercurio en los suelos que en el de muchos otros metales. El mercurio no se transfiere fácilmente a las plantas comestibles; por lo tanto, no es probable que el consumo de plantas comestibles de jardín constituya una vía de exposición importante para la salud humana. En el suelo, el mercurio tiene más probabilidad de encontrarse en una forma conocida como mercurio “divalente” (“divalent”), que se une fuertemente a la materia orgánica. En suelos anegados, existe cierta posibilidad de que el mercurio forme un compuesto más tóxico llamado metilmercurio (methylmercury), pero es probable que los suelos deban permanecer anegados durante varios meses para que se produzca este proceso.

Salud humana: comer o beber pequeñas cantidades de mercurio divalente no produce efectos en la salud. Comer o beber grandes cantidades de mercurio divalente puede dañar los riñones y el sistema nervioso. Los niños y los bebés por nacer son particularmente sensibles a los efectos del mercurio porque sus sistemas nerviosos todavía están en desarrollo.

Salud vegetal: la fitotoxicidad del mercurio generalmente no es un problema concreto usual para los jardineros y horticultores, ya que el mercurio se une fuertemente a la materia orgánica y los minerales del suelo y las plantas no lo absorben con facilidad.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: las plantas absorben muy poco mercurio en la mayoría de las condiciones, lo que significa que las modificaciones del suelo (como la adición de materia orgánica y el encalado) probablemente tengan poco efecto en la cantidad de mercurio encontrado en las plantas. También significa que la fitorremediación probablemente no sea eficaz. Las prácticas saludables de jardinería que controlan el polvo y minimizan la ingestión directa de tierra ayudarían a reducir el potencial de exposición humana al mercurio en el suelo de los jardines.

Níquel (Nickel)

Fuentes: *Natural:* el níquel se encuentra en la serpentinita, que en algunas áreas (incluida Staten Island en la ciudad de Nueva York) pueden conformar el material parental del suelo. Más comúnmente, se encuentra como elemento traza unido a la estructura de muchos minerales del suelo. *Antropogénico:* el níquel se usa en la fabricación de acero y otras aleaciones de metales, en la galvanización y en algunos tipos de baterías. Las emisiones de los incineradores y la combustión de combustibles fósiles también pueden contener níquel.

Forma y comportamiento en el suelo: el níquel se adsorbe de forma bastante fuerte (aunque no tan fuerte como el cobre) a la materia orgánica cuando el pH del suelo es mayor de 5.5, pero también en a minerales de arcilla en pH casi neutros (de entre 6.5 y 7.5). La solubilidad del níquel generalmente es baja en el suelo a menos que el pH sea excepcionalmente bajo (menor de 5.5) o alto (mayor de 7.5). El níquel se absorbe más fácilmente en las plantas que otros metales (como el cobre), pero es de esperar que haya una cantidad relativamente baja de níquel en las partes comestibles de las plantas.

Salud humana: una pequeña cantidad de níquel en la dieta es esencial para una buena salud. Una escasa cantidad de níquel puede producir una amplia variedad de efectos adversos graves en los humanos. La exposición excesiva de los animales al níquel puede producir una amplia variedad de efectos adversos, pero el efecto más sensible parece ser la reducción del peso corporal y de los órganos.



Salud vegetal: el níquel en el suelo puede ser tóxico para las plantas en niveles más bajos que los perjudiciales para la salud humana. En niveles que superen las 40 a 60 ppm en el suelo, el níquel puede causar efectos tóxicos y retraso en el crecimiento de algunas plantas comestibles.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: la adición de materia orgánica y el encalado (en suelos ácidos [pH menor de 6.0]) deberían reducir la absorción de níquel y sus efectos tóxicos en las plantas comestibles. La fitorremediación (mediante plantas “hiperacumuladoras” que absorben grandes cantidades de níquel) es posible. Sin embargo, es poco probable que esta estrategia sea práctica para los jardineros y horticultores, ya que se necesitarían varias décadas o más para que estas plantas generalmente pequeñas y de lento crecimiento reduzcan los niveles de níquel, incluso en suelos moderadamente contaminados, a niveles más adecuados para la jardinería.

Zinc (Zinc)

Fuentes: *Natural:* el zinc se encuentra en pequeñas concentraciones en muchos tipos de roca. Está concentrado en minerales de sulfuro, como la esfalerita, que se explotan para extraer este metal. *Antropogénico:* el zinc se usa en el acero galvanizado (usado en techos, tuberías y canaletas), en alambrados y cubiertas (neumáticos). Se usa en algunas aleaciones de metal, baterías y pigmentos. Otras fuentes incluyen los residuos de galvanización, residuos de minería, emisiones de la combustión de carbón, fundición e incineradores, algunos fertilizantes, el estiércol y los abonos de lodos residuales.

Forma y comportamiento en el suelo: el zinc generalmente se adsorbe a las arcillas y la materia orgánica con pH superior a 6.0, pero es liberado de manera relativamente fácil en la forma soluble y disponible para las plantas. Es bastante soluble y está disponible para las plantas si el pH del suelo es bajo (menor de 5.5).

Salud humana: una pequeña cantidad de zinc en la dieta es esencial para una buena salud. Una escasa cantidad de zinc puede producir una amplia variedad de efectos adversos graves, mientras que el exceso de zinc puede alterar el contenido de cobre de los glóbulos rojos y reducir el nivel de una enzima importante de los glóbulos rojos.

Salud vegetal: el zinc es un micronutriente esencial para las plantas, pero puede ser tóxico para ellas en niveles más altos en el suelo, incluso si son inferiores a los perjudiciales para la salud humana. El zinc en niveles que superan las 150 a 200 ppm puede causar efectos tóxicos y retraso en el crecimiento de algunas plantas comestibles. Sin embargo, debido a que los suelos de los jardines urbanos tienen un pH casi neutro (de entre 6.5 y 7.5), el zinc no es lo suficientemente soluble como para ser tóxico para las plantas.

Medidas que pueden tomar los jardineros y horticultores: la adición de materia orgánica/abono orgánico y el encalado (en suelos ácidos) pueden reducir la absorción de zinc y sus efectos tóxicos en las plantas comestibles. La fitorremediación (p. ej., mediante los sauces o las plantas hiperacumuladoras) es posible gracias a la absorción relativamente alta del zinc por parte de las plantas. Sin embargo, es poco probable que esta estrategia sea práctica para los jardineros y horticultores, ya que se necesitarían varias décadas o más para reducir los niveles de zinc, incluso en suelos moderadamente contaminados, a niveles más adecuados para la jardinería.

Prácticas saludables de jardinería

Consulte nuestro recurso relacionado “What Gardeners Can Do: 10 Best Practices for Healthy Gardening”, disponible en <http://cwmi.css.cornell.edu/healthysoils.htm>, que describe estas medidas que los jardineros y horticultores pueden tomar para minimizar el contacto con los contaminantes del suelo:

1. Use tierra y abono orgánico limpios.
2. Use lechos elevados.
3. Evite usar madera tratada.
4. Mantenga los nutrientes y el pH del suelo.
5. Cubra el suelo (p. ej., con mantillo).
6. Preste atención a los niños.
7. No lleve tierra al interior del hogar.
8. Lávese las manos.
9. Lave o pele las verduras y las frutas.
10. Ponga una barrera en las áreas de juego.

Recursos adicionales

- Recursos del proyecto *Suelos saludables, comunidades saludables (Healthy Soils, Healthy Communities)* (<http://cwmi.css.cornell.edu/healthysoils.htm>):



- “What Gardeners Can Do: 10 Best Practices for Healthy Gardening” <http://cwmi.css.cornell.edu/WhatGardenersCanDoEnglish.pdf>
- “What Gardeners Can Do: Tips for Urban Chicken Keepers” <http://cwmi.css.cornell.edu/WhatGardenersCanDoChickens.pdf>
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ToxFAQs™: Información sobre contaminantes: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp>
- Hojas informativas y *Resources for Healthy Soils* del Instituto de Manejo de Desechos de Cornell (Cornell Waste Management Institute): <http://cwmi.css.cornell.edu/soilquality.htm>
- Folleto *Healthy Gardening: Tips for New and Experienced Gardeners* del Departamento de Salud del Estado de Nueva York (New York State Department of Health (NYSDOH)): <http://www.health.ny.gov/publications/1301/index.htm>
- Lista de laboratorios certificados del Programa de Aprobación Ambiental de Laboratorios (Environmental Laboratory Approval Program (ELAP)) del NYSDOH: <http://www.wadsworth.org/labcert/elap/elap.html>
- Página web de Prevención del envenenamiento por plomo del NYSDOH: <http://www.health.ny.gov/environmental/lead>
- Información de la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (U. S. Environmental Protection Agency) acerca de baldíos y agricultura urbana (*Brownfields and Urban Agriculture*): <http://www.epa.gov/brownfields/urbanag/>
- Agro-One Services: Prueba del pH y la fertilidad del suelo: http://www.dairyone.com/AgroOne/Form_H_Lawn_Garden_Landscape

Referencias

Los valores orientativos para la protección de la salud pública se basan en los objetivos de limpieza de suelos residenciales desarrollados por los Programas de Remediación Ambiental (Environmental Remediation Programs) del NYS. Las normas que regulan estos programas (sección 6, parte 375 de los Códigos, Normas y Regulaciones de Nueva York (New York Codes, Rules and Regulations (NYCRR)) están disponibles en el sitio web del Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York (New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC)) <http://www.dec.ny.gov/chemical/34189.html>. Se brinda más información sobre los objetivos de limpieza del suelo en el documento de soporte técnico de las regulaciones (haga clic en “Technical Support Document” [Documento de soporte técnico]) en esta página o ingrese directamente a http://www.dec.ny.gov/docs/remediation_hudson_pdf/techsuppdoc.pdf.

Los intervalos de referencia rurales del NYS son la mínima hasta el percentil 95 de los niveles en suelos rurales “distantes de la fuente” en el NYS registrados en el Estudio de referencia de suelos rurales (Rural Soil Background Survey) del NYSDOH/NYSDEC. Las muestras distantes de la fuente provienen de áreas que eran puntos razonables de contacto humano con el suelo, como parques y senderos, pero al menos a cinco metros de distancia de fuentes de contaminación potenciales, como basura, caminos, entradas o estructuras. Se puede encontrar un informe del estudio en http://www.dec.ny.gov/docs/remediation_hudson_pdf/appendixde.pdf (o visite <http://www.dec.ny.gov/chemical/34189.html> y haga clic en “Technical Support Document – Appendices D and E”).

Los intervalos de referencia urbanos de NYC son la mínima hasta el percentil 95 de las concentraciones medidas en 27 muestras de jardines ornamentales, cementerios, lotes baldíos cubiertos de pasto y parques cubiertos de pasto en Manhattan. Fueron informados al NYSDEC por Consolidated Edison en un informe realizado por The Retec Group, Inc. titulado *Characterization of Soil Background PAH and Metal Concentrations in Manhattan, NY* (30 de marzo de 2007).

Reconocimientos

Esta publicación fue preparada con la ayuda de los participantes del proyecto *Healthy Soils, Healthy Communities*, el comité asesor y otros revisores.



Department
of Health



Cornell University
College of Agriculture and Life Sciences
Department of Crop and Soil Sciences



Cornell University
Cooperative Extension
New York City

