

Efectos del plomo en la salud humana

El plomo (Pb) afecta a todos. El plomo se acumula en los seres humanos y el cuerpo lo libera lentamente. Se ha descubierto que niños entre 6 meses y 5 años de edad son los más vulnerables a la toxicidad de plomo. El Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) actualmente considera 5 microgramos por decilitro (μg por dL) como el umbral “elevado” de plomo en sangre, al tiempo señalan que, no se ha identificado un nivel seguro de concentración de plomo en sangre de niños (CDC, 2012).

Estudios publicados identifican una relación inversa entre las concentraciones de plomo en la sangre y los puntajes de aritmética y lectura para niños con concentraciones de plomo en sangre inferiores a 5.0 μg por dL. Es importante que los pediatras evalúen los niveles de exposición infantil al plomo durante las visitas de control del bebé. Además, de las preocupaciones nutricionales, los padres deben ser conscientes de los peligros de descascarar las pinturas a base de plomo, especialmente en casas antiguas, así como, de la importancia de la detección temprana de plomo (6 meses) y de rutina.

El plomo y su uso histórico

El plomo es un metal blando de color gris que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre. Aunque es muy denso, se puede moldear fácilmente. Estas propiedades hacen que el plomo sea útil para

una amplia gama de industrias, incluidas la pintura y los combustibles para el transporte (Tabla 1). Su alta densidad también lo convierte en un producto adecuado para usar como munición. Además, en décadas pasadas, el plomo se añadía a las pinturas para mejorar su apariencia y acelerar el proceso de secado. Debido a su resistencia a la corrosión, el plomo se utilizaba, en gran medida, para pintar casas, puentes y otros materiales que están expuestos al aire y al agua. En la gasolina, se añadió como un compuesto orgánico de plomo (tetraetilo de plomo o TEL) como un refuerzo de octanaje eficaz y para reducir el “golpeteo” que se produce en vehículos de motores de combustión, así como, en motores de aviones de pistón (Tabla 1). De igual manera, el plomo también se utilizó en la producción de baterías de ácido. El uso de arseniato de plomo como pesticida en los huertos estaba muy generalizada a principios de los 1900. El arseniato de plomo todavía se puede encontrar en muchos suelos de huertos.

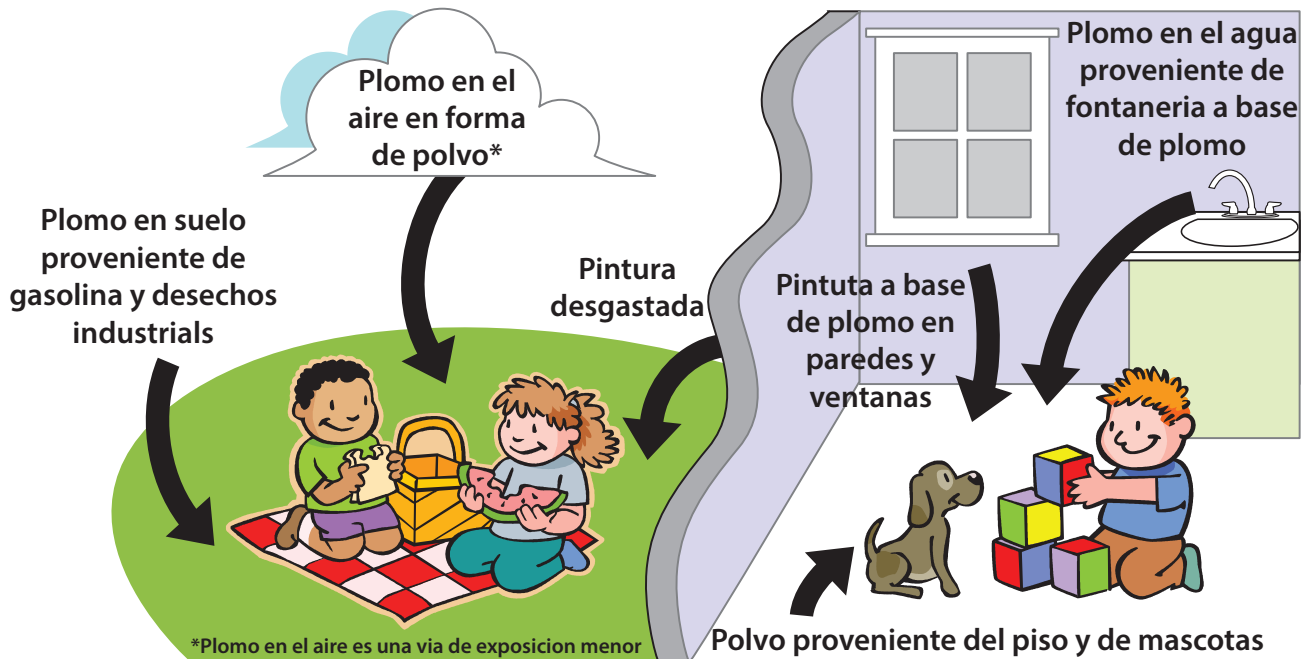
¿Por qué los suelos urbanos presentan altos niveles de plomo hoy?

Las concentraciones promedio de plomo en suelos superficiales no contaminados (0 a 15 centímetros) de los Estados Unidos son de 22 miligramos por kilogramo (mg por kg) (Smith et al., 2013). Las concentraciones del metal a menudo se reportan como partes por millón (ppm). Una ppm de plomo es el equivalente a 1 miligramo de plomo por kilogramo de ese medio.

Tabla 1. Usos históricos de algunos compuestos/sustancias de plomo.

Substancia	Uso Previo	Año de prohibición
Pinturas a base de plomo	Utilizado como pigmento en pintura para casas, puentes, estructuras metálicas y carreteras. Mejora la apariencia de la pintura, acelera el proceso de secado y resiste la humedad (la corrosión aumenta con el aumento de la humedad).	1978
Tetraetilo de plomo	Mezclado con gasolina como agente antidetonante (aumenta la eficiencia del combustible y el rendimiento del vehículo).	1986
Arseniato de plomo	Utilizado en plaguicidas para el control de la polilla de la manzana en los huertos de manzanos y otras plagas de insectos en los campos agrícolas.	1988

Figura 1. Exposición al plomo en el entorno doméstico.



La principal causa de los altos niveles de plomo en suelos urbanos son las actividades humanas. El polvo del suelo en lugares donde se realizaba minería y las partículas suspendidas en el aire de la fundición de metales, depositaron plomo en suelos superficiales.

Antes de ser prohibido en los Estados Unidos en 1986, las emisiones de los automóviles de motores a gasolina llevaron a una deposición significativa del compuesto orgánico (TEL) en suelos circundantes. Los suelos urbanos en el centros de las ciudades expuestos al tráfico pesado de automóviles, presentan concentraciones de plomo más elevadas que, las áreas suburbanas o rurales, con volúmenes de tráfico reducidos.

Otra fuente potencial de contaminación de plomo es la pintura. La mayoría de las casas construidas antes de 1978 se pintaron con pintura a base de plomo. El deterioro de estas casas a lo largo de varias décadas, debido a un mantenimiento deficiente o a condiciones ambientales adversas, puede resultar en depósitos de “pedacitos” de pintura cerca de los costados de estas casas (Figura 1).

Los estudios muestran que, los niveles de plomo en suelos urbanos pueden oscilar entre 50 y 3000 mg por kg. La demolición de casas antiguas; desechos generados de antiguas fábricas de pinturas; y talleres que fabricaban o reciclaban metales, a menudo dentro de un área geográfica pequeña, explican la heterogeneidad de la distribución de plomo en suelos en entornos urbanos.

Algunas propiedades residenciales se encuentran ubicadas en terrenos que, anteriormente se utilizaron para actividades industriales, que contribuyeron a los altos niveles de plomo en el suelo (Tabla 2). La prevención de construcción de viviendas en suelos contaminados podría ser asistida mediante pruebas de suelo antes de la construcción. Sin embargo, los análisis de suelo a menudo pasan por alto o incluso se ignoran, debido a la presión por la vivienda. Además, el movimiento del plomo a través en el suelo es lento; por lo tanto, aunque el uso de estos contaminantes estuvo prohibido (pintura a base de plomo - 1978; TEL - 1986; arseniato de plomo - 1950) durante muchas décadas, todavía pueden ocasionar problemas de salud a los residentes.

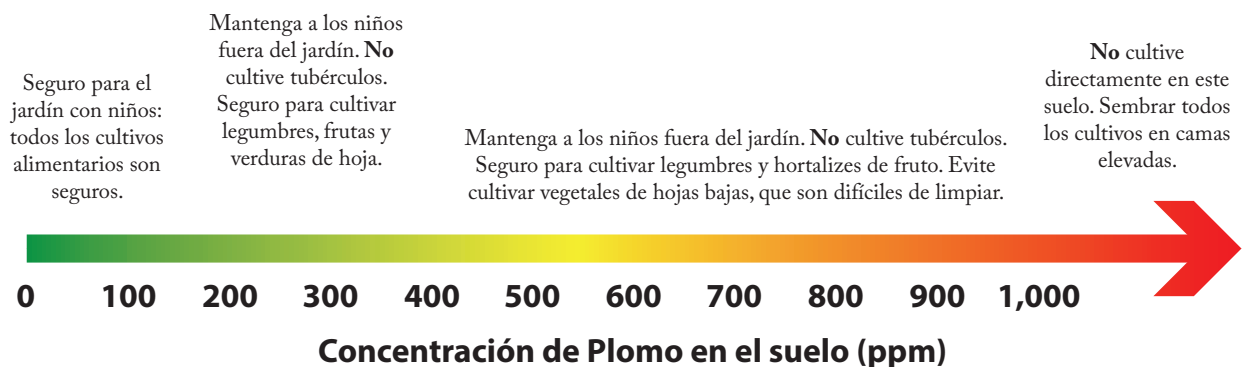
¿Cuál es la normativa para la jardinería en suelos urbanos?

Actualmente, no existe una normativa establecida para la jardinería en suelos urbanos. A pesar de esto, el nivel de detección de plomo en suelos residenciales de la Oficina de Residuos Sólidos y Respuesta a Emergencias; así como, para áreas de juegos infantiles por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) han establecido como límite superior 400 mg por kg. Sin embargo, tanto estudios científicos publicados (Attanayake et al., 2014; Defoe et al., 2014) como no publicados, han expresado

Continuación en la página 4

Tabla 2. Contaminantes comunes del suelo urbano y sus fuentes (modificado Angima y Sullivan, 2008).

Fuente general	Ejemplos de usos previos del sitio	Contaminantes específicos
Pintura (antes de 1978)	Edificios residenciales; curtido de cuero; operaciones de relleno sanitario; fabricación de componentes para aeronaves	Plomo
Áreas de alto tráfico o cerca de carreteras	Junto a carreteras o autopistas; cerca de carreteras construidas antes que se eliminara el combustible con plomo	Plomo, zinc, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)
Madera tratada	Instalaciones de tratamiento de madera; estructuras construidas con madera tratada	Arsénico, cromo, cobre, creosota
Quema de desechos	Operaciones de vertedero	HAPs, dioxinas
Estiércol contaminado	Cobre, sales de zinc añadidas a la alimentación animal	Cobre, zinc
Ceniza de carbón	Plantas eléctricas de carbón; vertederos; casas con horno de carbón	Arsénico, selenio, sulfuro de cadmio
Biosólidos	Tratamiento de aguas residuales; agricultura	Cadmio, cobre, zinc, plomo, toxinas bio-acumulativas persistentes (TPBs)
Derrame de petróleo	Gasolineras; usos residenciales/comerciales/industriales (en cualquier lugar donde se encuentre o se haya ubicado un tanque de almacenamiento subterráneo o sobre el suelo)	HAPs, benceno, tolueno, xileno, etilbenceno
Pesticidas	Uso generalizado de pesticidas en huertos; formulación, empaque y envío de pesticidas	Plomo, arsénico, mercurio, clordano, Dicloro difenil tricloroetano (DDT) y otros pesticidas clorados
Uso industrial o comercial del sitio		HAPs, productos de petróleo, solventes, plomo y otros metales pesados (ej. cadmio, arsénico, cromo, plomo, mercurio y zinc)
Tintorerías		Solvente de Stoddard y tetracloroetileno (TCE)
Operaciones de acabado de metales		Metales y cianuros

Figura 2. Límites del nivel de plomo en el suelo para el cultivo de alimentos en jardines †.

† Asuma que se realizaron pruebas de plomo en el suelo en base al Método 3051A de acuerdo a EPA

algunas preocupaciones sobre la jardinería en suelos con concentraciones inferiores de plomo. La Figura 2 resume acciones sugeridas que, se deben seguir si los resultados de los análisis de suelo reportan concentraciones de plomo en el rango proporcionado.

Vías de exposición

La exposición al plomo en los suelos ocurre principalmente de dos maneras: 1) Exposición directa a suelos contaminados con plomo o 2) Exposición de plantas que crecieron en suelos contaminados con plomo.

Exposición del suelo a los humanos

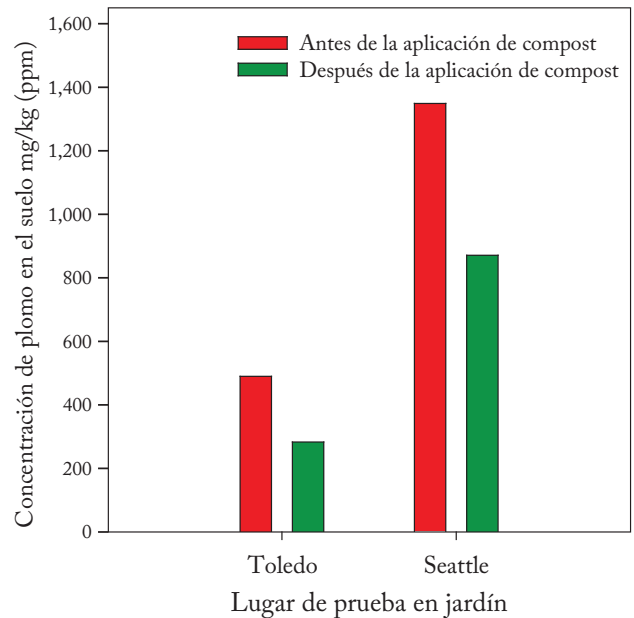
Esto implica principalmente la exposición directa, ya sea, al ingerir el suelo o al respirar el polvo contaminado. Las incidencias incluyen:

- Niños que juegan en el jardín pueden ingerir el suelo.
- Comer tubérculos sin un lavado adecuado para eliminar el suelo o las partículas de polvo.
- Los niños son propensos a las actividades de pica (deseo anormal de comer sustancias que normalmente no comen) pueden ingerir suelo presente debajo de las uñas o alrededor de las manos.



Foto 1. Modificar los suelos con abono diluye la cantidad de plomo del suelo y puede reducir la biodisponibilidad de plomo, reduciendo la capacidad de ser absorbido por el cuerpo si se ingiere accidentalmente. Al crear un nuevo jardín, con una mezcla de mitad de compost y mitad de suelo funciona bien. Agregar 3 pulgadas de abono y labrarlo a una profundidad de aproximadamente 6 pulgadas es una cantidad aceptable de abono para un suelo que presenta poca materia orgánica. Después de establecer un jardín, es beneficioso incorporar 1 pulgada de abono cada año, debido que el abono agrega nutrientes y mejora la capacidad del suelo para almacenar agua.

Figura 3. Concentración de plomo en suelos de dos jardines urbanos antes y después de la adición de compost.



Exposición del suelo a la planta y de la planta al ser humano

Las plantas que crecen en suelos contaminados pueden acumular plomo en sus sistemas de raíces y brotes; sin embargo, investigaciones han demostrado que la mayoría de las plantas no absorben/acumulan grandes cantidades de plomo en sus sistemas. Algunos cultivos absorben más plomo que otros. Los cultivos de raíces, como las zanahorias y las remolachas, son capaces de absorber una mayor cantidad de plomo que las verduras de hoja. Sin embargo, si se cultivan en



Foto 2. Las verduras de hojas como la acelga son seguras para sembrar cuando el contenido de plomo en el suelo es superior a 400 mg por kg. Las hojas exteriores deben desecharse. Las hojas internas deben lavarse a fondo. Se puede usar una solución de 1 cucharada de vinagre en 1 galón de agua para lavar las verduras.



Foto 3. Los cultivos de raíces tienden a acumular plomo. Si los niveles de plomo en el suelo son elevados (aproximadamente superior a 200 mg por kg), considere cultivar tubérculos en recipientes llenos de tierra limpia.

suelos muy contaminados (concentraciones de plomo superiores a 1000 mg por kg) y en malas condiciones del suelo (pH y materia orgánica bajos), comer las porciones comestibles de las verduras de hoja puede convertirse en un problema. En caso de duda, lleve una muestra de suelo a su oficina de extensión local o universidad.

Factores para tener en cuenta al cultivar en suelos urbanos

Nivel de nutrientes y pH del suelo

Los suelos urbanos a menudo presentan bajos niveles de nutrientes. Además, sufren fuertes pérdidas por compactación y erosión. La alteración del perfil natural del suelo es la principal causa de la degradación de la estructura y textura del suelo (principales factores que afectan el movimiento de agua en los suelos). Por lo tanto, se requieren la incorporación de fertilizantes y/o abono orgánico para mejorar los niveles de fertilidad y estructura del suelo. Estudios recientes han demostrado que, aportes de materia orgánica en suelos moderadamente contaminados con plomo (100 a 400 mg por kg) puede reducir la absorción de plomo en los vegetales.

Las fuentes de esta materia orgánica incluyen abonos de cocina/locales, estiércol animal y biosólidos tratados. Las proporciones de mezcla recomendadas de abonos puede variar entre 30 y 50 por ciento. La aplicación de compost ayuda a diluir la concentración total de plomo en el suelo (Figura 3), reduciendo su biodisponibilidad (la forma en que puede ser utilizado por el

cuerpo). Si los análisis de pH de suelo son bajas (menor a 6.5), consulte a su agente local de Investigación y Extensión de K-State sobre las formas de mejorar el pH de su suelo. Generalmente, las aplicaciones de cal (Carbonato de Calcio) al suelo se realizan para lograr un pH óptimo, en un rango de 6.8 a 7.5.

Eligiendo tu cultivo

Si analizó su suelo y descubrió que los niveles de plomo superan los 400 mg por kg, entonces debe cultivar principalmente vegetales de hojas y frutos. Las hortalizas de fruto como la berenjena, los tomates y los pimientos se recomiendan en suelos levemente elevados. Las hojas exteriores de las verduras deben desecharse y la verdura debe lavarse bien en soluciones preparadas (1 cucharada de vinagre o detergente líquido disuelto en aproximadamente un galón de agua).

Con tubérculos (p. ej., zanahorias, remolachas, rábanos o papas) cultivados en suelos donde las concentraciones de plomo están por debajo de 400 mg por kg, se recomienda realizar el procedimiento de lavado antes de pelar. Las partículas del suelo unidas fuertemente a las superficies de las raíces pueden ingerirse accidentalmente al comer zanahorias crudas. Las investigaciones han demostrado que, más del 80 por ciento del plomo en el suelo está ligado a partículas finas de arcilla. Finalmente, está bien establecido que la contaminación de la superficie puede causar mucho más daño del que absorben las plantas.



Foto 4. Camas elevadas en un jardín de Tacoma, Washington. La contaminación de este sitio se ha atribuido a los depósitos de polvo de una fundición de cobre que operó en Ruston, Washington (a 5 millas de distancia) durante más de 100 años. (Foto Phillip Defoe)



Foto 5. La incorporación de compost al suelo del jardín mejora la calidad del suelo y mejora el crecimiento de los cultivos. Se puede lograr una mayor dilución de los contaminantes mediante un mayor crecimiento. La parcela no modificada está en la parte inferior izquierda, las parcelas modificadas con compost están a la derecha.

¿Dónde encuentro ayuda?

La mayoría de las universidades cuentan con servicios de extensión, donde se realizan análisis e interpretación básicos de suelo. Los jardineros pueden comunicarse con su oficina local de Investigación y Extensión de K-State para obtener información sobre jardinería segura y análisis de suelo. Los análisis de suelo de los laboratorios universitarios pueden proporcionar pruebas básicas para establecer una idea del riesgo de plomo en los suelos a un precio razonable.

Los educadores de extensión pueden ofrecer asesoramiento técnico sobre los niveles de nutrientes y contaminantes del suelo; así como, recomendar las mejores prácticas de jardinería en su suelo. Los voluntarios y organizadores de jardines comunitarios también deben considerar la posibilidad de realizar análisis de suelo y comunicar claramente los resultados a los jardineros en el lugar de trabajo. Las oficinas de extensión también coordinan el programa llamado “Máster Gardeners”, que ofrece capacitación a los jardineros domésticos y es una excelente oportunidad para aprender de otros jardineros locales.

Otras prácticas para seguir al hacer jardinería en suelo contaminado con plomo

Estar atento a los niños cuando estén en el jardín para controlar sus actividades.



Foto 6. Lavar los alimentos sirve para eliminar el suelo restante y reduce las posibilidades de ingerir tierra contaminada con plomo. Láve bien las frutas y verduras de los jardines que puedan estar contaminados para reducir aún más el potencial de transferir plomo del suelo a humanos.

Siempre use guantes cuando trabaje en el jardín. Inmediatamente después de la jardinería, lávese bien las manos con jabón y dúchese.

Mantenga la ropa de jardín separada y lávela en una carga diferente a la de su otra ropa.

Limpié a fondo las herramientas y los zapatos de jardín; así como, mantenga las herramientas y la ropa de jardín fuera del alcance de los niños pequeños.

En un suelo moderadamente contaminado, se recomiendan camas elevadas. Sin embargo, se debe realizar análisis de suelo anuales para detectar la concentración de plomo en el suelo. Además, se debe incorporar estiércol compostado en las primeras 3 a 4 pulgadas superiores y mezclar bien.

Evite labrar mucho el suelo, principalmente si su suelo es arenoso, esto puede levantar partículas de polvo, incrementando la deposición aérea en cultivos o vegetales cercanos. Se recomienda encarecidamente el uso de una máscara contra el polvo al deshierbar o durante la labranza.

Cubrir el suelo y no deje los caminos del jardín desnudos. Se recomienda el uso de cultivos de cobertura después de la cosecha de otoño. Ayuda a proporcionar nutrientes al suelo cuando se incorpora al año siguiente y sirve como protección contra el viento.

Evite fumar mientras trabaja en el jardín debido al contacto entre las manos y la boca.

Use cercas para evitar que los animales callejeros se adentren en el jardín.

Referencias

- Angima, S.D., and D.M. Sullivan. 2008. *Evaluating and reducing lead hazard in gardens and landscapes. Extension guide*. Oregon State University Extension Service. <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/19844/ec1616-e.pdf> (accessed 4 Feb. 2014).
- Attanayake, C.P., G.M. Hettiarachchi, A. Harms, D. Presley, S. Martin and G.M. Pierzynski. 2014. *Field evaluations on soil plant transfer of lead from an urban garden soil*. J. Environ. Qual. doi:10.2134/jeq2013.07.0273
- CDC. 2012. *CDC Response to advisory committee on childhood lead poisoning prevention recommendations in "Low level lead exposure harms children: A renewed call for primary prevention."* Atlanta, GA: U.S. Centers for Disease Control and Prevention (updated 7 June 2012). <http://goo.gl/jKOO35> (accessed November 24, 2013).
- Defoe, P.P., G.M. Hettiarachchi, C. Benedict, and S. Martin. 2014. *Safety of gardening on lead- and arsenic-contaminated brownfields*. J. Environ. Qual. doi:10.2134/jeq2014.03.0099
- Smith, D.B., W.F. Cannon, L.G. Woodruff, F. Solano, J.E. Kilburn and D.L. Fey. 2013. *Geochemical and mineralogical data for soils of the conterminous United States*.

Para más información

- Agency for Toxic Substances and Disease Control. *Lead toxicity: What is the biological fate of lead?* <http://www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=7&po=9>.
- Environmental Protection Agency. *Brownfields and urban agriculture: Interim guidelines for safe gardening practices*. https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/bf_urban_ag.pdf
- Environmental Protection Agency. *Reusing potentially contaminated landscapes: Growing gardens in urban soils*. https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/urban_gardening_fina_fact_sheet.pdf

Phillip P. Defoe, Ph.D.
Former Graduate Student
Department of Agronomy

DeAnn Presley, Ph.D.
Associate Professor
Soil Management Specialist

Ganga M. Hettiarachchi, Ph.D.
Professor
Soil and Environmental Chemistry

Translation from English to Spanish March 2023

Eduardo Gutierrez Brito

Graduate Student
Department of Agronomy

Brand names appearing in this publication are for product identification purposes only.
No endorsement is intended, nor is criticism implied of similar products not mentioned.

K-STATE
Research and Extension

Publications from Kansas State University are available at: bookstore.ksre.ksu.edu

Contents of this publication may be freely reproduced for educational purposes.
All other rights reserved. In each case, credit Defoe et al., *Gardening on Lead-Contaminated Soils*, Kansas State University, June 2017.

**Kansas State University Agricultural Experiment Station
and Cooperative Extension Service**

K-State Research and Extension is an equal opportunity provider and employer.
Issued in furtherance of Cooperative Extension Work, Acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the U.S. Department of Agriculture, Director of K-State Research and Extension, Kansas State University, County Extension Councils, Extension Districts.

MF3166S | June 2017