

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León

<https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php>

Contaminación del suelo por sustancias químicas:
un problema urgente para la sustentabilidad

Soil contamination by chemicals:
an urgent problem for sustainability

Pedro César Cantú Martínez
<https://orcid.org/0000-0001-8924-5343>
Universidad Autónoma de Nuevo León
San Nicolás de los Garza, México

Editor: Melissa del Carmen Martínez Torres, Universidad Autónoma de Nuevo León, Dirección de Investigación, Monterrey, Nuevo León, México.

Copyright: © 2026. Cantú Martínez, Pedro César. This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License [CC BY 4.0], which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Email: cantup@hotmail.com



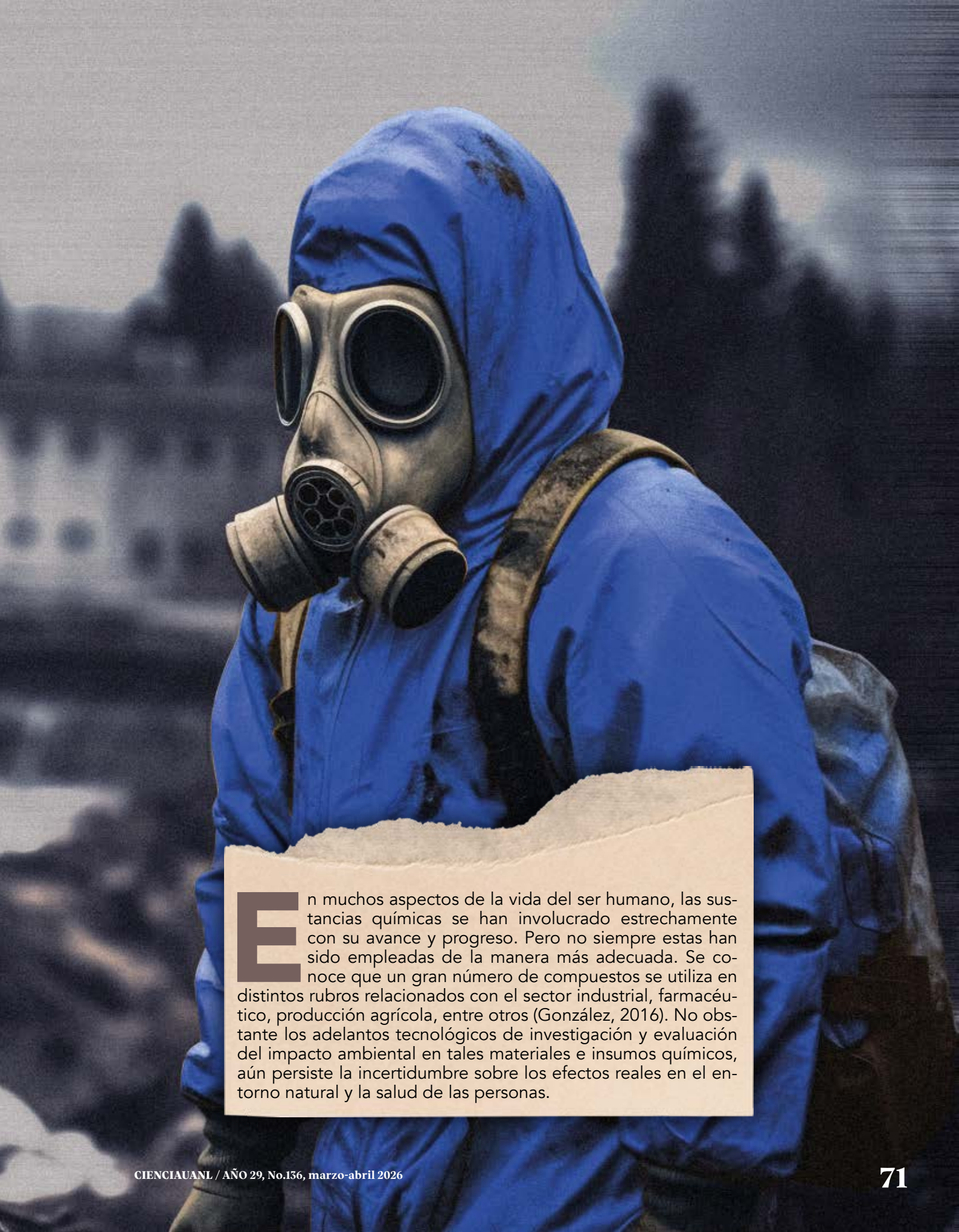
Sustentabilidad ecológica

Contaminación del suelo por sustancias químicas: un problema urgente para la sustentabilidad

Pedro César Cantú-Martínez*

ORCID: 0000-0001-8924-5343

* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.
Contacto: cantup@hotmail.com



En muchos aspectos de la vida del ser humano, las sustancias químicas se han involucrado estrechamente con su avance y progreso. Pero no siempre estas han sido empleadas de la manera más adecuada. Se conoce que un gran número de compuestos se utiliza en distintos rubros relacionados con el sector industrial, farmacéutico, producción agrícola, entre otros (González, 2016). No obstante los adelantos tecnológicos de investigación y evaluación del impacto ambiental en tales materiales e insumos químicos, aún persiste la incertidumbre sobre los efectos reales en el entorno natural y la salud de las personas.

En este contexto, uno de los mayores receptáculos de estas sustancias lo tenemos en el suelo. El cual está constantemente bajo presión, tanto en sus características como en su calidad. Donde los contaminantes pueden proceder de dos fuentes: puntuales, derivados de la actividad industrial, agricultura, centros urbanos, minería, por mencionar algunos; no puntuales o también llamadas móviles, encontramos aquí las emisiones de los vehículos y el transporte de manera general. Todas estas demostraciones contaminantes pueden variar en cantidad y propiedades tóxicas (Rodríguez, McLaughlin y Pennock, 2019).

Lo anterior es de suma relevancia para la sustentabilidad, ya que los productos químicos se mantienen por largos periodos, dependiendo del tipo y sus características. Además, recorren grandes distancias hasta alojarse en sitios en los que insospechadamente se hallarían. De esta manera, la contaminación del suelo –en lo sucesivo CS–, va dejando un rastro de deterioro y destrucción como resultado de las acciones directas o indirectas generadas por las múltiples actividades del sector productivo en nuestra sociedad (Yang *et al.*, 2014).

A la par de la CS, este hecho plantea una serie de eventualidades, que a menudo son difíciles de cuantificar. Por esta razón, nos dispondremos a abordar cómo se da la génesis del suelo, el marco actual de la CS, sus implicaciones en la salud, para finalmente concluir con algunas consideraciones finales.



¿QUÉ ES EL SUELO?

La génesis del suelo, de manera muy generalizada, proviene de las rocas cuando estas se rompen o fracturan con el tiempo. Esto sucede porque el viento, la lluvia y otros factores –inclusive biológicos–, van desgastándolas a lo largo de muchos años, y diferentes materiales, con muy variadas composiciones, se van aglutinando y creando capas paulatinamente, que más tarde pueden alcanzar su equilibrio (Galán y Romero, 2008). De esta forma el suelo se convierte en el componente más superficial de lo que denominamos corteza terrestre.

Particularmente, los suelos están conformados por distintos materiales sólidos, gaseosos y líquidos. Entre las estructuras de orden sólido encontramos los óxidos de hierro, carbonatos, silicatos, sulfatos, nitratos, etcétera. Además de los diferentes elementos de origen mineral, uno de ellos el humus. De los compuestos líquidos más importantes podemos mencionar al agua, saturada de iones y sales, con la presencia de heterogéneas sustancias de fuentes orgánicas. Mientras la composición gaseosa se halla representada por oxígeno y dióxido de carbono, pero dependiendo de la naturaleza y particularidades del suelo, se puede contar con hidrocarburos como el metano y el óxido nitroso (Porta, López y Poch, 2019).

ESCENARIO DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

La CS es uno de los principales desafíos socioambientales del presente siglo XXI. En lo relacionado con la contaminación química, se reconoce una cifra que excede los 160 millones de agentes en el mundo, y se espera que esta cantidad será superada, duplicándose para 2030 (Moreno, 2022). Este anómalo acontecimiento no sólo daña la salud de los ecosistemas,

también repercute en el ser humano, la seguridad alimentaria y el patrimonio (Cruz-Guzmán, 2007), como en Acatzingo, Puebla, por derrames de hidrocarburos (Cavazos, Pérez y Mauricio, 2014).

A medida que la población mundial continúa creciendo y la demanda de recursos aumenta, la necesidad de un enfoque sostenido y global para mitigar la CS se vuelve cada vez más crítica. Los contaminantes químicos incluyen metales pesados, pesticidas, fertilizantes, productos industriales, derivados del petróleo, entre otros. De manera específica, la acumulación de estas sustancias puede desencadenar la degradación de la estructura del suelo, perjudicando su capacidad de retener agua y nutrientes, lo que a su vez disminuye la fertilidad y afecta el rendimiento agrícola.

Este ciclo de daño altera el entorno y genera riesgos significativos para la salud pública, debido a la exposición de seres humanos, animales y plantas a sustancias tóxicas. Además de sus efectos directos, la CS contribuye al deterioro ambiental en un sentido más amplio (Jiménez, 2017). Por ejemplo, la presencia de pesticidas y herbicidas puede llevar a la contaminación de fuentes de agua cercanas, interfiriendo en los ecosistemas acuáticos al dañar la biodiversidad de manera colateral (Arrazcaeta, 2002).

En ese marco, se señala que entre 1990 y 2022, el empleo agrícola de plaguicidas en el mundo se incrementó de modo invariable, hasta lograr la cifra de 3.69 millones de toneladas métricas en 2022. Esto denota dos aspectos, el primero, la dependencia tan elevada de la actividad agropecuaria de este tipo de productos químicos, y por otra parte, el impacto que se cierne sobre el suelo por su utilización (Statista, 2025a). Dicha fuente revela que Brasil se erigió en el mayor comprador durante 2022, siguiéndole Estados Unidos, ambas naciones con aproximadamente 800 y 467 mil toneladas métricas, respectivamente.

En este mismo tenor, no obstante los abundantes marcos administrativos legales en materia ambiental promovidas hace años, la CS prosigue, convirtiéndose en un inconveniente difícil de resolver. Las funciones diarias de las empresas, y los procesos existentes en las actividades urbanas, donde se aprecia la generación de residuos, peligrosos o no, se siguen vertiendo en cantidades descomunales: en 2022 se produjeron 500 millones de toneladas en el mundo (National Geographic-España, 2022).

Los Estados Unidos producen aproximadamente 300 millones de toneladas de desechos sólidos urbanos anualmente, que se depositan en vertederos, cuya descomposición genera múltiples lixiviados que contaminan el suelo (Statista, 2025b). En tanto, en materia de residuos peligrosos, tan sólo Nueva Jersey concentra la mayor cantidad de sitios para la disposición final con 114, continuando California y Pensilvania, lo que representa potencialmente un deterioro de las condiciones del suelo de suscitarse un siniestro (Statista, 2025c). En ese rubro, Estados Unidos es una nación exportadora de este tipo de residuos, en tanto México cuenta con un riesgo alto en materia de acumulación (National Geographic-España, 2022).

Igualmente, la CS se asocia con problemas de cambio climático, ya que la degradación del suelo reduce su capacidad para almacenar carbono, contribuyendo así a la emisión de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, el manejo de la CS requiere un enfoque multidisciplinario que incluya políticas públicas efica-



ces, avances en tecnologías de tratamiento y una mayor concientización social, como lo hacía saber el Instituto Tecnológico Geominero de España (1996) hace décadas. Por lo cual, las leyes y regulaciones en torno al suelo son fundamentales para prevenir la disposición de nuevos contaminantes.

EFFECTOS EN LA SALUD

En la vida diaria, estamos rodeados de sustancias que pueden ser dañinas, y eso es algo que debe preocuparnos. Muchos de los productos que usamos contienen químicos que incluso son tóxicos. Cuyos residuos alteran la composición del suelo en cuanto a calidad, convirtiéndolo en una de las mayores fuentes de exposición hacia las personas, sobre todo los moradores de las grandes metrópolis, por ejemplo, la Ciudad de México (Morton-Bermea, 2006). Es así que distintos estudios revelan que estar expuestos a sustancias por lapsos prolongados podría causar inconvenientes y eventos incapacitantes (Cambra, 2003).

Para muestra, un botón: en Choropampa, Perú –en 2000–, un camión que transportaba mercurio ocasionó un derrame que representó un problema crítico en las condiciones del suelo receptor y más tarde en cientos de personas (Arana, 2009). Ya que, generalmente, como comentan Galán y Romero (2008), los “contaminantes abandonan un suelo por volatilización, disolución, lixiviado o erosión, y pasan a los organismos al ser asimilables (bioasimilables), lo que normalmente ocurre cuando se encuentran en forma más o menos soluble” (p. 54).

Se sabe que las sustancias químicas, incluso en cantidades muy pequeñas, podrían ser dañinas para la salud, al causar padecimientos, alterar el desarrollo y el sistema inmunológico y fisiológico, lo que puede desencadenar enfermedades como el cáncer y asma (Palacios y Moreno, 2022). Lamentablemen-

te, los más afectados son niños y particularmente los bebés nonatos. Al descubrir que hay muchos compuestos químicos en la leche materna y en la sangre del cordón umbilical que une vitalmente a la madre y el producto durante la gestación.

Por este motivo, la OMS (2023) exhorta de manera contundente a que se socorra a los países que lo necesiten, especialmente aquellos que están en desarrollo, para que creen programas que cuiden la salud de las personas en relación con compuestos o residuos químicos peligrosos, y establezcan guías regulatorias al ser dispuestos en el suelo. Esto se hace con la idea de asistir a estas naciones y evaluar posibles riesgos en las comunidades, además de acopiar información que ayude a crear mejores marcos normativos.

CONSIDERACIONES FINALES

De manera generalizada, la CS es causada por varios factores. En ocasiones, esto ocurre por las actividades agrícolas, otras veces, las fábricas, que desarrollan múltiples labores, dejan escapar químicos que deterioran las particularidades del suelo. Inclusive por la propia urbanización, así que hay muchas formas en que éste se puede tornar en un riesgo de orden sanitario y ambiental.

Por lo tanto, la CS es un problema complejo y poco advertido que requiere atención urgente a nivel global. Sus implicaciones en la salud del entorno y de las comunidades humanas son vastas y de largo alcance, por las particularidades químicas de los compuestos y elementos depositados en él. Afrontar la CS no es sólo una cuestión de preservación ambiental, sino una necesidad para asegurar un futuro sostenible y saludable.

REFERENCIAS

- Arana, Marco. (2009). El caso de derrame de mercurio en Choropampa y los daños a la salud en la población rural expuesta, *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 26(1), 113-116, http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342009000100019&lng=es&tlng=es
- Arrazcaeta, Lissette O. (2002). Contaminación de las aguas por plaguicidas químicos, *Fitosanidad*, 6(3), 55-62.
- Cambra, Koldo. (2003). Evaluación del impacto en la salud de la contaminación del suelo, *Revista de Salud Ambiental*, 3(2), 108-110, <https://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/361>
- Cavazos, Judith, Pérez, Beatriz, Mauricio, Amparo. (2014). Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de Acatzingo, Puebla, México, *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(4), 539-550, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722014000400006&lng=es&tlng=es
- Cruz-Guzmán, Martha. (2007). *La contaminación de suelos y aguas. Su prevención con nuevas sustancias naturales*, España, Universidad de Sevilla.
- Galán, Emilio, Romero, Antonio. (2008). Contaminación de suelos por metales pesados, *Macla*, 10, 48-60.
- González, Lidia. (2016). *Manual técnico de medioambiente y desarrollo sustentable*, España. Cultural.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. (1996). *Suelos contaminados*, Madrid, ITGE.
- Jiménez, Raimundo. (2017). *Introducción a la contaminación del suelo*, España, Ed. Mundi-Prensa.
- Moreno, Ana R. (2022). Salud y medio ambiente, *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 65(3), 8-18, <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2022.65.3.02>
- Morton-Bermea, Ofelia. (2006). Contenido de metales pesados en suelos superficiales de la Ciudad de México, *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 9(1), 45-47, <https://www.medigraphic.com/pdfs/revespciequibio/cqb-2006/cqb061f.pdf>
- National Geographic-España. (2022). *Los países del mundo que acumulan más residuos peligrosos*, https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/paises-mundo-que-acumulan-mas-residuos-peligrosos_18100
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Efectos de los productos químicos, los desechos y la contaminación en la salud humana*, 76.ª Asamblea Mundial de la Salud, A76/A/CONF.12.
- Palacios, Ítalo del C., Moreno, Denny W. (2022). *Contaminación ambiental*, Recimundo, 6(2), 93-103.
- Porta, Jaume, López, Marta, Poch, Rosa M. (2019). *Edafología. Uso y protección de los suelos*, Madrid, Mundi-Prensa.
- Rodríguez, Natalia, McLaughlin, Michael, Pennock, Daniel. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*, Roma, FAO.
- Statista. (2025a). *Agricultural consumption of pesticides worldwide from 1990 to 2022*, https://www-statista-com.translate.goog/statistics/1263077/global-pesticide-agricultural-use/?__sso_cookie_checker=failed&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Entre%201990%20y%202022%2C%20el,de%20toneladas%20m%C3%A9tricas%20en%202022.
- Statista. (2025b). *Environmental pollution in the U.S.-Statistics & Facts*, <https://www.statista.com/topics/6819/environmental-pollution-in-the-us/#-topicOverview>
- Statista. (2025c). *Number of hazardous waste sites in the United States as of March 2025, by state*, <https://www.statista.com/statistics/1147665/number-of-hazardous-waste-sites-in-the-united-states/>
- Yang, Hong, Huang, Xianjin, Thompson, Julian R., et al. (2014). Soil Pollution: Urban Brownfields, *Science*, 344(6185), 691-692, <https://doi.org/10.1126/science.344.6185.691-b>

Contaminación del suelo por sustancias químicas: un problema urgente para la sustentabilidad

Resumen

En derredor de la contaminación del suelo existe gran incertidumbre por los efectos de los compuestos químicos, particularmente en los procesos naturales, la salud ecosistémica y bienestar de las personas. Los orígenes de estos contaminantes químicos proceden mayormente del sector industrial y de transformación, agrícola y núcleos urbanos. Todos los contaminantes químicos cuentan con una amplia gama de propiedades tóxicas. Por esta razón, nos adentraremos en las fuentes de la contaminación del suelo, como sus implicaciones, ya que aún en cantidades pequeñas suelen ser perjudiciales. Finalmente, afrontar esta problemática es una cuestión de conservación ambiental para garantizar un desarrollo sustentable.

Palabras clave: contaminación del suelo, contaminación, productos químicos, medio ambiente, sustentabilidad.

Soil contamination by chemicals: an urgent problem for sustainability

Abstract

Surrounding soil contamination there is great uncertainty about the effects of chemical compounds, particularly on natural processes, ecosystem health and well-being of people. The origins of these chemical pollutants come mainly from the industrial and processing sectors, agriculture and urban centres. All chemical contaminants have a wide range of toxic properties. For this reason, we will delve into soil contamination sources, as well as their implications, since even in small quantities they are usually harmful. Finally, facing this problem is a matter of environmental conservation as to guarantee sustainable development.

Keywords: soil pollution, pollution, chemical products, environment, sustainability.

[Descarga aquí nuestra versión digital.](#)

