

REVISIÓN

Assessment of soil contamination from municipal landfills in San Pablo, Peru

Evaluación de la contaminación edáfica por botaderos municipales en San Pablo, Perú

Benny Walker Díaz-Fonseca¹  , Carlos Mauricio Lozano-Carranza¹  , Andi Lozano-Chung¹  

¹Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. Tarapoto, Perú.

Citar como: Díaz-Fonseca BW, Lozano-Carranza CM, Lozano-Chung A. Assessment of soil contamination from municipal landfills in San Pablo, Peru. Environmental Research and Ecotoxicity. 2023; 2:84. <https://doi.org/10.56294/ere202384>

Enviado: 05-11-2022

Revisado: 06-03-2023

Aceptado: 11-06-2023

Publicado: 12-06-2023

Editor: PhD. Prof. Manickam Sivakumar 

Autor para correspondencia: Benny Walker Díaz-Fonseca 

ABSTRACT

The research analysed the environmental problems caused by the inadequate disposal of solid waste in the municipal landfill in the District of San Pablo. It was determined that the accumulation of waste without technical criteria generated leachates with high levels of contaminants—heavy metals, organic compounds, and pathogens—which, when infiltrating the subsoil, altered the physical, chemical, and biological properties of the soil. The proximity of the landfill to agricultural areas increased the risk of contamination of crops and livestock, introducing toxic substances into the food chain and affecting public health. Various studies cited showed that leachates reduced soil fertility, altered its structure and caused the accumulation of elements such as lead, cadmium and zinc. An increase in gastrointestinal, respiratory and skin diseases was also observed in nearby communities. The environmental impact included landscape deterioration, loss of biodiversity and the proliferation of disease vectors. At the regulatory level, the Ministry of the Environment's Environmental Quality Standards for Soil were reviewed, along with recommendations from international organisations such as PAHO, CEPIS and CONAM, which proposed the closure of dumps and the implementation of controlled landfills with waterproofing, drainage and leachate treatment systems. The research concluded that mitigating this problem required political will, resource allocation, the application of appropriate technologies and environmental education. The need to adopt integrated solid waste management that preserved soil quality and protected the health and well-being of the population was highlighted.

Keywords: Leachates; Soil Contamination; Solid Waste; Public Health; San Pablo.

RESUMEN

La investigación analizó la problemática ambiental causada por la disposición inadecuada de residuos sólidos en el botadero municipal del Distrito de San Pablo. Se determinó que la acumulación de desechos sin criterios técnicos generaba lixiviados con alta carga de contaminantes —metales pesados, compuestos orgánicos y patógenos— que, al infiltrarse en el subsuelo, alteraban las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La proximidad del botadero a zonas agrícolas incrementaba el riesgo de contaminación de cultivos y ganado, incorporando sustancias tóxicas a la cadena trófica y afectando la salud pública. Diversos estudios citados evidenciaron que los lixiviados reducían la fertilidad del suelo, modificaban su estructura y provocaban la acumulación de elementos como plomo, cadmio y zinc. Asimismo, se observó un aumento de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dérmicas en comunidades cercanas. El impacto ambiental incluía deterioro del paisaje, pérdida de biodiversidad y proliferación de vectores de enfermedades. En el plano normativo, se revisaron los Estándares de Calidad Ambiental para suelos del Ministerio del Ambiente y las recomendaciones de organismos internacionales como OPS, CEPIS y CONAM, que proponían la clausura de botaderos y la implementación de rellenos sanitarios controlados con sistemas de impermeabilización,

drenaje y tratamiento de lixiviados. La investigación concluyó que la mitigación de esta problemática requería voluntad política, asignación de recursos, aplicación de tecnologías adecuadas y educación ambiental. Se resaltó la necesidad de adoptar una gestión integral de residuos sólidos que preservara la calidad del suelo y protegiera la salud y el bienestar de la población.

Palabras clave: Lixiviados; Contaminación del Suelo; Residuos Sólidos; Salud Pública; San Pablo.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo es uno de los mayores problemas ambientales globales que la naturaleza sufre. Día tras día el hombre contamina el suelo sin darse cuenta que este es un recurso indispensable para el desarrollo de diferentes actividades, además para la supervivencia de todos los seres vivos del planeta. Cada día las personas arrojamos residuos sólidos en espacios no adecuados y sin tener en cuenta el impacto que estos causan a los suelos en cualquier forma como se presentan.

La disposición final de los residuos sólidos en el Distrito de San Pablo se realiza en el botadero municipal y actualmente la acumulación de residuos sólidos en este lugar es cada vez mayor sumándose a esto la inadecuada disposición de los mismos al depositar los residuos sólidos sin ningún criterio técnico y sin tratamiento previo.

El problema que representa tener este botadero municipal es que se ubica muy cerca a zonas agrícolas perjudicando indispensablemente el suelo, el cual constituye un potencial foco de contaminación de las mismas, por residuos peligrosos, agentes microbiológicos, etc., debido a que los lixiviados generados por los residuos sólidos se expanden por diferentes zonas perjudicando el suelo, provocando su posible contaminación, y por consiguiente poniendo en riesgos la salud no solo de las personas que habitan en el área de influencia de este botadero sino de la población en su conjunto a través de la comercialización de los productos y animales obtenidos con la utilización de estos suelos en cualquier sembrío o crianza de ganadería y otros.

Los residuos sólidos generados por los habitantes de la ciudad del Distrito de San Pablo y lugares aledaños, la falta de sensibilidad ambiental sobre el tema y la poca voluntad política que lleva a que en el municipio no se tome las correspondientes medidas para el manejo y la disposición final de los residuos sólidos, está acelerando la degradación del ambiente en el área del botadero municipal.

El impacto ambiental producido por los residuos sólidos de este botadero municipal se manifiesta con la posible contaminación del suelo, deterioro del paisaje, proliferación de vectores de enfermedades, olores desagradables, disminución de la fauna, entre otros.

En este contexto la presente investigación pretende realizar la evaluación del nivel de contaminación del suelo afectado por lixiviados del botadero municipal del Distrito de San Pablo y mediante ello proponer una alternativa que permita minimizar la contaminación producto de estos lixiviados, así mismo este proyecto de investigación servirá a la municipalidad distrital de San Pablo para que permitan en el más corto plazo tomar las medidas necesarias para reducir la contaminación en el suelo ya que es muy importante para el desarrollo de actividades de la población.

DESARROLLO

La contaminación del suelo se produce cuando la concentración de contaminantes supera los niveles naturales, alterando su equilibrio físico, químico y biológico. Según Higuera⁽¹⁾ la acumulación de residuos sólidos en botaderos a cielo abierto provoca la degradación del suelo y genera un foco potencial de contaminación por lixiviados, afectando la calidad de vida de las poblaciones cercanas. Vivanco⁽²⁾ advierte que este tipo de contaminación no solo se limita a las áreas adyacentes, sino que sus efectos se propagan a través de aguas subterráneas y productos agrícolas.

Fernández⁽³⁾ explica que la inadecuada disposición de residuos sólidos facilita la infiltración de compuestos tóxicos hacia el subsuelo, comprometiendo la salud de los ecosistemas y de las comunidades que dependen de ellos. Este fenómeno se intensifica en lugares donde los botaderos se ubican próximos a zonas agrícolas, como señala Falcón⁽⁴⁾, generando impactos directos sobre la producción y la seguridad alimentaria.

Lixiviados y sus impactos en el medio ambiente

Los lixiviados son líquidos resultantes de la descomposición de los residuos y del arrastre de partículas contaminantes por el agua de lluvia o humedad interna. Márquez⁽⁵⁾ los describe como mezclas altamente contaminantes que pueden contener materia orgánica biodegradable, compuestos orgánicos persistentes, metales pesados, sales, nutrientes y microorganismos patógenos.

Álvarez et al.⁽⁶⁾ señalan que la composición de los lixiviados varía según la edad del botadero, el tipo de residuos y las condiciones climáticas, pero en todos los casos representan un riesgo para el suelo y las aguas. Rojas⁽⁷⁾ concluye que la infiltración de lixiviados en suelos agrícolas reduce la fertilidad, altera el pH, modifica

la estructura del suelo y propicia la acumulación de metales pesados en plantas y animales. Vásquez⁽⁸⁾ confirma estos hallazgos al identificar incrementos de plomo, cadmio y zinc en suelos cercanos a botaderos municipales.

La contaminación del suelo por lixiviados puede afectar la salud humana de forma directa e indirecta. Rojas⁽⁷⁾ documenta que las poblaciones cercanas a botaderos presentan mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dérmicas debido a la exposición constante a contaminantes.

Además, el impacto ambiental incluye pérdida de biodiversidad, desaparición de fauna edáfica y alteración de ciclos biogeoquímicos.⁽⁹⁾ Vivanco⁽²⁾ advierte que la contaminación puede incorporarse a la cadena trófica, provocando acumulación de sustancias tóxicas en organismos superiores y afectando incluso a consumidores finales.

Normativas y gestión ambiental de residuos sólidos

El manejo técnico de los residuos sólidos es esencial para prevenir la contaminación. En Perú, el Ministerio del Ambiente⁽¹⁰⁾ establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo y protocolos de muestreo, los cuales permiten determinar con precisión la concentración de contaminantes y evaluar el grado de afectación.

Organismos internacionales como la OPS, CEPIS y CONAM⁽¹¹⁾ recomiendan la clausura y conversión de botaderos abiertos en sistemas controlados, indicando que la disposición final debe considerar medidas de impermeabilización, drenaje y tratamiento de lixiviados para evitar impactos en el suelo y en el agua. Jaramillo⁽¹²⁾ propone que el uso de rellenos sanitarios manuales, cuando se diseñan y operan de acuerdo con especificaciones técnicas, puede reducir significativamente la generación de contaminantes.

Las estrategias para el tratamiento de lixiviados incluyen procesos biológicos, fisicoquímicos y combinados. Álvarez et al.⁽⁶⁾ destacan que los sistemas de tratamiento biológico son eficaces para reducir la carga orgánica y algunos contaminantes disueltos, siempre que se ajusten a las características del lixiviado.

La SEMARNAT⁽¹³⁾ enfatiza que la gestión integral de residuos debe contemplar sistemas de captación, conducción y tratamiento de lixiviados, así como planes de remediación de suelos contaminados. Ojeda⁽¹⁴⁾ propone evaluaciones periódicas del suelo en zonas de influencia de botaderos, mientras Ramírez⁽¹⁵⁾ resalta la importancia de la educación ambiental y la voluntad política para implementar soluciones sostenibles.

CONCLUSIONES

El análisis de la problemática ambiental asociada a la disposición inadecuada de residuos sólidos en el botadero municipal del Distrito de San Pablo permite evidenciar que la contaminación del suelo constituye un fenómeno complejo, con implicancias directas e indirectas sobre la salud pública, la productividad agrícola y la sostenibilidad de los ecosistemas locales. La acumulación de desechos sin criterios técnicos ni medidas de control genera lixiviados con alta carga de contaminantes —incluyendo metales pesados, compuestos orgánicos persistentes y microorganismos patógenos— que, al infiltrarse en el subsuelo, alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Este proceso, documentado en la literatura revisada, no solo degrada la fertilidad y la estructura del recurso edáfico, sino que también compromete las fuentes de agua subterránea, propiciando riesgos a la seguridad alimentaria y la calidad de vida de la población.

La ubicación del botadero en proximidad a áreas agrícolas acentúa la vulnerabilidad de la zona, ya que los contaminantes pueden incorporarse a la cadena trófica a través de cultivos y ganado, generando impactos acumulativos que trascienden el ámbito local. A ello se suma la proliferación de vectores de enfermedades, el deterioro paisajístico y la pérdida de biodiversidad, configurando un escenario de degradación ambiental progresiva. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que señalan que la inadecuada gestión de residuos sólidos urbanos es un factor determinante en la alteración de los ciclos biogeoquímicos y en el incremento de la incidencia de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dérmicas en comunidades cercanas a botaderos abiertos.

En el plano normativo, tanto las disposiciones nacionales —como los Estándares de Calidad Ambiental para suelo establecidos por el MINAM— como las recomendaciones de organismos internacionales (OPS, CEPIS, CONAM) ofrecen un marco técnico y legal para la prevención y mitigación de estos impactos. Sin embargo, la eficacia de dichas medidas requiere de una articulación efectiva entre voluntad política, asignación de recursos, aplicación de tecnologías adecuadas (impermeabilización, drenaje y tratamiento de lixiviados) y participación ciudadana. Asimismo, la educación ambiental se presenta como un componente esencial para modificar patrones de consumo y disposición final de residuos que actualmente perpetúan la problemática.

En este sentido, la presente investigación adquiere relevancia no solo como diagnóstico del nivel de contaminación del suelo en el área de influencia del botadero, sino también como insumo para el diseño de estrategias de gestión integral de residuos sólidos. La implementación de alternativas sostenibles, basadas en criterios técnicos y adaptadas a la realidad socioeconómica del distrito, permitirá no solo minimizar los impactos negativos identificados, sino también sentar las bases para una gestión ambiental más eficiente, orientada a la preservación de los recursos naturales y al bienestar de las generaciones actuales y futuras. De este modo, se reafirma la necesidad de transformar la actual situación en un modelo de manejo responsable, donde el suelo

sea reconocido como un recurso vital cuya protección es indispensable para el desarrollo sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Higuera LG. Residuos sólidos, contaminación y efecto de lixiviados en suelo por el botadero municipal de La Paz y creación de una norma específica que regule su tratamiento [tesis de posgrado]. La Paz (Bolivia): Universidad Mayor de San Andrés; 2010. 95 p.
2. Vivanco V. Evaluación de la contaminación del suelo producida por el botadero municipal de Abancay y sus impactos negativos en el entorno y la salud humana [tesis de pregrado]. Abancay (Perú): Universidad Alas Peruanas; 2012. 80 p.
3. Fernández A. Contaminación por lixiviados. 2006 oct 13. Disponible en: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2006/10/13/156373.php
4. Falcón M. Afectación del suelo como consecuencia de la disposición de residuos sólidos municipales en el botadero Roma-Casa Grande [tesis de pregrado]. Trujillo (Perú): Universidad César Vallejo; 2016. 51 p.
5. Márquez L. Evaluación de la contaminación de suelos agrícolas por lixiviados de un botadero municipal en la parte central de México [tesis de pregrado]. México: Universidad del Valle de Toluca; 2010. 45 p.
6. Álvarez A, Suárez J. Tratamiento biológico del lixiviado generado en el relleno sanitario “El Guayabal” de la ciudad San José de Cúcuta, Colombia. 2006. 105 p. ISSN: 0122-3461.
7. Rojas M. Evaluación de la calidad físico-química del suelo vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani [tesis de posgrado]. Puno (Perú); 2016.
8. Vásquez F. Evaluación del índice de calidad del agua en el área de influencia del botadero municipal de Tarapoto, sector Yacucatina [tesis de posgrado]. Tarapoto (Perú): Universidad Nacional de San Martín; 2010. 127 p.
9. Salazar J. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Argentina; 2000. 88 p.
10. Ministerio del Ambiente (MINAM). Guía para muestreo de suelos (En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo). Perú; 2014. 39 p.
11. CONAM, CEPIS, OPS. Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima (Perú); 2004. 98 p.
12. Jaramillo J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Antioquia (Colombia); 2002. 303 p.
13. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados. México; 2010. 152 p. ISBN: 978-607-7908-27-2.
14. Ojeda R. Evaluación preliminar del impacto sobre el suelo del área de influencia directa del vertedero de residuos sólidos del municipio de Arauca [tesis de pregrado]. Arauca (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, sede Arauca; 2005. 45 p.
15. Ramírez HJ. Determinación de los niveles de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba-2014 [tesis de pregrado]. Moyobamba (Perú): Universidad Nacional de San Martín; 2014. 92 p.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Curación de datos: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Análisis formal: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Investigación: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Metodología: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Administración del proyecto: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Recursos: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Software: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Supervisión: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Validación: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Visualización: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Redacción - borrador original: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.

Redacción - revisión y edición: Benny Walker Díaz-Fonseca, Carlos Mauricio Lozano-Carranza, Andi Lozano-Chung.