



Received: September 10, 2022 / November 8, 2022

Metales pesados y fertilidad del suelo en el botadero Pampas las Salinas de Huacho

Heavy metals and soil fertility in the Pampa Las Salinas dump in Huacho

K.M. Solís Chavez¹ , M.R. Palacios-Obregón¹ , K.K Nivin-Quispe¹ , F. M. Gonzales-Silva¹ , L.R. Alejos-Manrique¹ , I.A. Cisneros-León¹ , W.L. Díaz-García¹ , Y.Y. Arevalo-Villafuerte^{2*} 



<https://doi.org/10.51431/par.v4i2.795>

Resumen

Objetivos: Determinar la presencia de metales pesados y fertilidad del suelo del botadero Pampa las Salinas, Huacho. **Metodología:** Se realizó el procedimiento del plan de muestreo de suelo basado en la Guía para el Muestreo de Suelos establecido en el marco del Decreto Supremo N°002-2013-MINAM. Para ello se determinó un área de potencial interés de 3,0 ha del área de influencia de 74,72 ha afectadas por residuos sólidos. Con el plan de muestreo realizado se procedió a realizar la toma de muestras de suelos de nueve puntos seleccionados, formándose la muestra compuesta, de la cual se extrajo 1 kg para ser llevada al laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Se evaluaron las concentraciones de Cd y Pb y los parámetros químicos. **Resultados:** Las concentraciones de Cd y Pb estuvieron dentro del estándar de calidad ambiental, no alcanzando niveles contaminantes. Con respecto a los parámetros químicos, el suelo es salino con niveles de 22,90 dS/m, y presenta alta concentración de M.O., P y K. **Conclusión:** Se concluye que el suelo presenta bajos niveles de concentración de plomo y cadmio, no alcanzando niveles de contaminación; y, por otro lado, presenta altos niveles de M.O., P y K, aprovechables para la agricultura.

Palabras claves: Cadmio, plomo, materia orgánica, residuos sólidos

Abstract

Objective: To determine the presence of heavy metals and soil fertility at the Pampa las Salinas dump, Huacho, located at km 144 of the Panamericana Norte. **Methodology:** The soil sampling plan procedure was carried out based on the Guide for Soil Sampling established in the framework of Supreme Decree N°002-2013-MINAM (MINAM, 2014). For this purpose, an area of potential interest of 3 ha of the area of influence of 74.72 ha affected by solid waste was determined. With the sampling plan carried out, soil samples were taken from nine selected points, forming the composite sample, from which 1 kg was extracted to be taken to the soil analysis laboratory of the Universidad Nacional Agraria la Molina. Cd and Pb contents and chemical parameters were evaluated. **Results:** Cd and Pb contents were within the environmental quality standard, not reaching contaminant levels. With respect to the chemical parameters, the soil is saline with levels of 22.90 dS/m, and presents high concentrations of M.O., P and K. **Conclusion:** It is concluded that the soil presents low levels of lead and cadmium concentration, not reaching contamination levels; and on the other hand, it presents high levels of M.O., P and K, usable for agriculture.

Keywords: Cadmium, Lead, Organic matter, Solid waste, Solid waste

¹Estudiante de la E.P. Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

²Docente de la E.P. Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

*Correspondencia al autor. e-mail: yennifeerarevalo@gmail.com

Introducción

El incesante crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y el cambio en patrones de consumo han incrementado la generación de residuos; aunado a ello, el uso inadecuado del espacio físico para disponer de estos, como son los botaderos municipales para la disposición final agrava la situación (Saez et al., 2014).

Los botaderos, espacios inadecuados para la disposición final de los residuos y que han sido utilizados desde la aparición del hombre, están compuestos en su mayoría por residuos orgánicos como resultado de la obtención de alimentos y madera de la naturaleza, los cuales se integran fácilmente en el medio sin afectarlo (Rueda, 2016). Con el transcurso del tiempo y el desarrollo de la humanidad ligado a la industria, estos residuos se incrementaron y se hicieron más complejos, como es el caso de los plásticos y posteriormente los residuos de aparatos electrónicos (RAEEs), residuos no degradables (Vázquez & Barbosa, 2021). En el caso de los residuos orgánicos e inorgánicos acumulados a lo largo del tiempo, éstos se han ido degradando por acción del calor, el viento y la humedad, produciendo lixiviados constituidos por una mezcla de contaminantes orgánicos e inorgánicos de alta concentración que incluyen ácidos húmicos, nitrógeno amoniacal, metales pesados y sales inorgánicas (Wiszniewski et al., 2006).

Investigaciones desarrolladas por Falcon (2016) y Rosario (2020) reportaron la existencia de niveles contaminantes de cadmio y plomo en los botaderos municipales. Por otra parte, Saavedra (2020) y Pilco (2020) encontraron cadmio (Cd), arsénico (As) y plomo (Pb) en concentraciones inferiores a los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelos.

La ciudad de Huacho no es ajena a esta realidad, ya que ha dispuesto de un botadero municipal para segregar los residuos sólidos sin ningún criterio, poniendo en riesgo a la salud de las personas y al medio ambiente. En ese sentido, el objetivo de la investigación fue determinar la presencia de metales pesados y fertilidad del suelo del botadero Pampa las Salinas, Huacho, ubicado en el Km 144 de la Panamericana Norte.

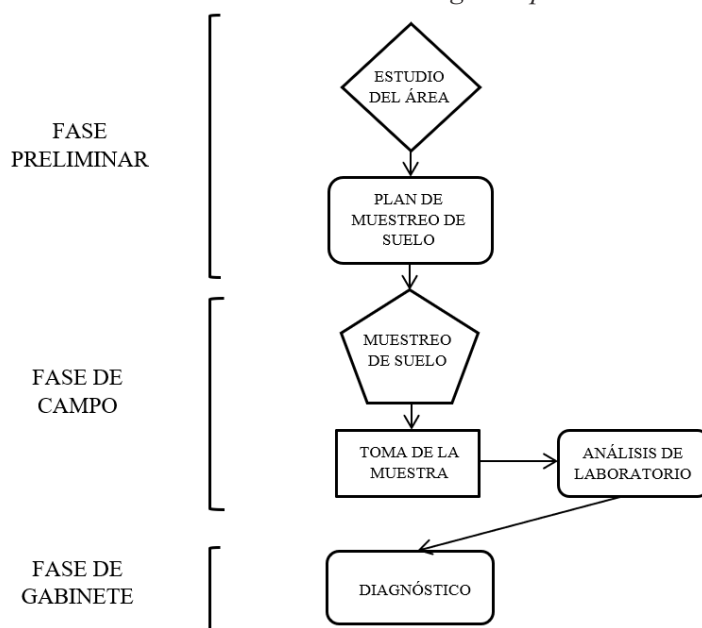
Material y Métodos

El área de influencia de la investigación fue el botadero Pampa Salinas ubicado en el sureste del distrito de Huacho provincia de Huaura, departamento de Lima, km 144 de la carretera Panamericana Norte. El área total evaluada fue de 74,72 hectáreas degradadas la cual está cubierta por extensos arenales, clasificados como planicies o pampas, rodeado por cerros de mediana altura.

El procedimiento realizado se encuentra en el diagrama siguiente (Figura 1).

Figura 1

Diagrama procedimental



Se seleccionó el área de influencia, donde se realizó un estudio de la misma para determinar el área de potencial interés, en el cual se determinaron los puntos de muestreo, características de la zona y las rutas de acceso al botadero.

Se realizó el procedimiento del plan de muestreo de suelo, basado en la Guía para el Muestreo de Suelos establecido en el marco del Decreto Supremo N°002-2013-MINAM (Ministerio del Ambiente, 2014). Para ello se identificó el área de influencia, obteniéndose 74,72 ha afectadas por residuos sólidos y el área de potencial interés, área representativa para desempeñar el muestreo, la cual abarcó 3,0 ha; dentro de ésta se procedió a identificar los puntos de muestreo bajo el método de cuadrículas y georreferenciar cada uno de estos para su posterior ubicación con el GPS; también se detalló las herramientas y materiales para realizar el muestreo, así como las medidas de seguridad tanto para el transporte de las muestras como para el operario.

Con el plan de muestreo realizado se procedió a realizar la toma de muestra, reconociendo los nueve puntos seleccionados con ayuda del GPS y extrayendo las sub-muestras; durante este proceso se rellenó la cadena de custodia, con los datos de la coordenadas y observaciones de la zona. Una vez obtenidas las submuestras, se realizó el cuarteo de las mismas para obtener la muestra compuesta de 1 kg.

La muestra compuesta fue enviada al laboratorio de Análisis de Agua, Suelos y Medio Ambiente y Fertiliriego de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para la determinación de los parámetros físicos y químicos, así como la concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd). Para la determinación de estos últimos se utilizó el espectrómetro de Absorción Atómica, marca AA240FS.

Resultados y discusión

Concentración de plomo y cadmio

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para plomo (Pb) y cadmio (Cd). Se puede apreciar que los valores reportados estuvieron por debajo de los límites permitidos por el ECA suelos según el DS 011-2017-MINAM que establece los estándares de calidad ambiental para el suelo.

Tabla 1

Concentraciones de Pb y Cd del botadero según análisis de Laboratorio.

Metal	Concentración (ppm)	Calificación
Pb	1,35	No contaminante
Cd	< 0,3	No contaminante

Fuente: Laboratorio de agua, suelos y medio ambiente y fertiliriego (LASMAF).

La disponibilidad de dichos metales está sometido a condiciones geológicas y climáticas (Plumlee & Nash, 1995), siendo así que en la costa peruana se tiene un suelo con más presencia de sales que metales pesados, por ello la presencia de metales estaría relacionada a la contaminación por la industria, objetos tecnológicos, minería y agropecuaria que terminan en el suelo y cuerpos de agua, los cuales posteriormente son bioacumulados por las plantas y animales, afectando de manera negativa la cadena trófica y al ser humanos (Waisberg et al., 2003).

Los niveles bajos de Pb y Cd podrían ocurrir por el pH alcalino del suelo (Pilco, 2021) y a la baja presencia de residuos tecnológicos dentro del botadero que a la vez está relacionado a la generación, siendo así que anualmente se generan alrededor de 4 252 200,47 de toneladas de residuos orgánicos y solo 205 000 toneladas de residuos de artefactos eléctricos, siendo este último el de menor generación (Ministerio del Ambiente, 2021).

Dicha concentración de metales pesados también se explicaría por las condiciones ambientales tales como la ausencia de lluvia y temperaturas moderadas, que ralentiza la descomposición de los residuos, se conoce que las condiciones calurosas sumadas a altas precipitaciones de lluvias, el viento, los cual favorecen en la descomposición de esos residuos (Kiss & Encarnación, 2006).

Propiedades químicas del suelo

De acuerdo a los resultados obtenidos (Tabla 2) el suelo se caracteriza por presentar pH ligeramente alcalino, altas concentración de fósforo (P), potasio (K) y alta conductividad eléctrica (C.E.), siendo de valor importante el contenido de materia orgánica (M.O.) en el suelo muestreado.

Tabla 2*Propiedades químicas del suelo del botadero*

C.E.	pH	M.O.	P	K	CaCO ₃
Relación 1:1	Relación 1:1	%	ppm	ppm	%
22,9	7,65	3,5	125,29	4200	4,69

C.E: conductividad eléctrica, pH: potencial de hidrógeno, M.O: materia orgánica.

Fuente: Laboratorio de agua, suelos y medio ambiente y fertirriego (LASMAF).

El valor de pH (7,65) encontrado no difiere de los demás suelos de la costa peruana (Brack & Mendiola, 1997); por otro lado, otro factor que indica el nivel de pH encontrado es la presencia de cenizas por quemas de los residuos durante el monitoreo de suelos realizado, indicando presencia de carbonatos.

Dentro de los niveles de M.O., C.E. y carbonato de calcio (CaCO₃) según el análisis del LASMAF, la M.O. se considera como de nivel medio, en tanto que la C.E. corresponde a la categoría de extremadamente salino, debido probablemente al tipo de suelo y su cercanía al mar ya que mediante las brisas marinas pueden ser salinizadas (Pérez, 2019). El CaCO₃, se clasifica como de nivel medio, guardando correlación con la alta salinidad que presenta el suelo, ya que un aumento de la disponibilidad de sales solubles, disminuye la concentración de carbonatos y yeso, lo que afectaría el crecimiento de las plantas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2022).

En el caso del P y K, las concentraciones encontradas corresponden al nivel alto, las que se explicarían por la mayor generación de residuos orgánicos y al proceso de descomposición, liberando estos minerales y acumulándose por la ausencia de vegetación (Mejía & Montes, 2006).

Dentro de los valores encontrados en el suelo, éste cuenta con un potencial para la agricultura por los altos contenidos en M.O., P y K, aunque con problemas de salinidad. De aprobarse un plan de recuperación del botadero, durante la ejecución se podrán realizar controles biológicos y otros análisis, que permitan el aprovechamiento sostenible en el sector agrícola y el aprovechamiento del potencial químico y biológico del suelo.

Conclusión

El suelo del botadero municipal de la provincia de Huaura presenta bajos niveles de concentración de plomo y cadmio, no alcanzado niveles críticos de contaminación, presentando altos niveles de materia orgánica, fósforo y potasio que pueden ser aprovechables para la agricultura.

Agradecimientos

Al Dr. Dionicio Luis Olivas, por su tiempo y dedicación para la revisión del manuscrito. Al Ing. MSc. Eroncio Mendoza Nieto, por la predisposición en la interpretación del análisis del suelo.

Referencias

- Brack, A. & Mendiola, C. (1997). *Clasificación del suelo*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://midagri.gob.pe/portal/datero/43-sector-agrario/suelo/330-clasificacion>
- Falcon, M. C. K. (2016). Afectación del suelo como consecuencia de la disposición de residuos sólidos municipales en el botadero Roma- Casa Grande [tesis pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.012692/6794>
- Kiss, G., & Encarnación, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Gaceta Ecológica*, 79, 39–51. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2877246>
- Mejía, L. A., & Montes, C. E. (2006). *Efecto de tres especies de leguminosas sobre la dinamica poblacional, abundancia,*

- diversidad de malezas y su aporte de (NPK) a partir de la materia orgánica al suelo en el cultivo de la pitahaya (Hylocereus undatus Britton & Rose.)* [tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.una.edu.pe/1976/>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para el Muestreo de Suelos*. <https://www.minam.gob.pe/calidadambienta1/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2021). *Alrededor de 93 mil toneladas de residuos sólidos fueron valorizados en el 2020 a nivel nacional*. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/487809-alrededor-de-93-mil-toneladas-de-residuos-solidos-fueron-valorizados-en-el-2020-a-nivel-nacional>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2022). *Suelos afectados por salinidad*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-afectados-por-salinidad/es/>
- Pérez, L. E. (2019). *Pérdida del valor del suelo producida por erosión costera y su impacto en el desarrollo de proyectos inmobiliarios en el borde costero del distrito de Víctor Larco* [tesis posgrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO. https://repositorio.upau.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4828/1/REP_MAEST_INGE_LUIS.PEREZ_PERDIDA_VALOR_SUELO_DATOS.pdf
- Pilco, N. J. (2021). *Determinación de la influencia de los lixiviados en la concentración de metales pesados del suelo del botadero municipal de Moyobamba, 2020* [tesis pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional UNSM. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4040>
- Plumlee, G.S., Nash, J.T. (1995) *Geoenvironmental models of mineral deposits — Fundamentals and applications*. In duBray, E.A. (ed.), Preliminary compilation of descriptive geoenvironmental mineral deposit models: U.S. Geological Survey Open-File Report 95-831, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, pp. 1-9.
- Rosario, L. I. (2020). *Afectación del suelo por metales pesados: plomo, cadmio y cromo vi por la disposición de residuos sólidos municipales en el botadero de Carhuashjirca, en el distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash, 2019* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNASAM. https://renati.sunedu.gob.pe/browse?type=subject&value=Afectaci%C3%B3n+del+suelo&value_lang=es_PE
- Rueda, J. F. (2016). Absorción de contaminantes inorgánicos de un gas de gasificación de RDF mediante sosa cáustica [tesis posgrado, Universidad de Sevilla]. Repositorio Institucional US: <https://idus.us.es/handle/11441/49947>
- Saavedra, K. A. (2020). Contaminación del suelo por lixiviados generados en el botadero de Cuñumbuque, San Martín, 2019 [tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58600>
- Saez, A., Urdaneta, G., & Joheni, A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135. <https://www.redalyc.org/737/73737091009-pdf>
- Vázquez, Y. V., & Barbosa, S. E. (2021). Uso sostenible de materiales plásticos provenientes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Ambiente en Diálogo*, 2, 1-17. <https://ojs.opds.gba.gov.ar/index.php/aed/article/view/24/53>
- Waisberg, M., Joseph, P., Hale, B., & Beyersmann, D. (2003). Molecular and cellular mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Toxicology*, 192(2-3), 95-117. [https://doi.org/10.1016/s0300-483x\(03\)00305-6](https://doi.org/10.1016/s0300-483x(03)00305-6)
- Wiszniewski, J., Robert, D., & Surmacz-Gorska, J. (2006). Landfill leachate treatment methods: A review. *Environmental Chemistry Letters* 4, 51-61. <https://doi.org/10.1007/s10311-005-0016-z>