



Artículo original / Original article

Impacto ambiental de los residuos sólidos en una Universidad Amazónica Peruana

Environmental impact of solid waste in a Peruvian Amazon University

Yolanda Paredes-Valverde ^{1*}; Rosel Quispe-Herrera ¹; Jhon Roque-Huamani ¹;
Rosell Darwin Quispe-Paredes ²

¹ Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú

² Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

Recibido: 10/11/2021

Aceptado: 17/12/2021

Publicado: 25/01/2022

*Autor de correspondencia: yparedes@unamad.edu.pe

Resumen: El estudio de caracterización de residuos sólidos es una herramienta que proporciona información básica los residuos sólidos, que permite diseñar técnicas en sistemas de almacenamiento, barrido, recolección, transporte y disposición. El objetivo fue realizar el estudio de impacto ambiental que producen los residuos sólidos en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Realizamos la recolección de datos durante los meses de junio - julio del 2019, en puntos de acopio en los pabellones A, B, clasificamos en forma manual los componentes de los residuos sólidos y pesaron para su cuantificación correspondiente; para el procedimiento sistemático y simplificado de la evaluación de los impactos ambientales de mayor significancia, desarrollamos la matriz multidimensional de Leopold. Los resultados del estudio muestran que los plásticos, papeles y restos de alimentos son los componentes mayoritarios. Concluimos que los restos de alimentos producen mayor impacto en el ambiente.

Palabras clave: caracterización; componentes mayoritarios; matriz multidimensional

Abstract: The solid waste characterization study is a tool that provides basic information on solid waste, which allows the design of techniques in storage, sweeping, collection, transport and disposal systems. The objective was to carry out the environmental impact study produced by solid waste in the Amazonian National University of Madre de Dios. We carried out the data collection during the months of June - July 2019, at collection points in pavilions A, B, we manually classified the components of solid waste and weighed them for their corresponding quantification; for the systematic and simplified procedure of evaluating the most significant environmental impacts, we developed the Leopold multidimensional matrix. The results of the study show that plastics, paper and food remains are the main components. We conclude that food remains produce a greater impact on the environment.

Keywords: characterization; majority components; multidimensional matrix

1. Introducción

El interés por el medio ambiente se incrementa día a día, y hace que diversos sectores de la sociedad se interesen por proponer acciones y programas relacionados con la temática ambiental. Fenómenos como el cambio climático, generados mayoritariamente por acciones antropogénicas, han provocado una creciente preocupación mundial por el futuro y sostenibilidad del planeta. (Álvarez-Lires et al., 2017)

La educación promueve actitudes favorables al medio ambiente; entonces las universidades deben ser el mejor ejemplo de producción mínima de residuos sólidos y deberían contar con un plan integral de manejo de residuos. Esto no parece ser la norma, pues muchas universidades carecen de una adecuada educación ambiental, con lo que se producen muchos residuos y no existen sistemas adecuados para manejarlos, ni siquiera la segregación. (Pacheco et al., 2012), numerosas investigaciones en generación y reciclaje de residuos sólidos han sido llevados a cabo por universidades de todo el mundo (Ruiz Morales, 2012). Además, implementar un plan de acción que involucre a los miembros de la comunidad universitaria permite minimizar los residuos sólidos (Olaguez-Torres et al., 2019), y la estrategia principal es la reutilización. (Atherton & Giurco, 2011), así mismo contribuye con la gestión responsable e integral. (Rojas-Vargas et al., 2018)

Los residuos sólidos de mayor presencia son la materia orgánica, plásticos, y vidrios, siendo los residuos sólidos orgánicos los de mayor porcentaje y responsables de olores ofensivos que presentan mayor impacto en el ambiente. (Guloso & Vega, 2011). En general las instituciones de educación superior congregan una gran cantidad de personas, por ello son consideradas como fuentes de alta tasa de generación de residuos sólidos, por lo que requieren de contar con estrategias y protocolos perfectamente establecidos que garanticen el manejo correcto de los residuos sólidos, para evitar la problemática que generan y los riesgos que representan tanto a la salud pública como al medio ambiente (Vera Toledo et al., 2016).

La Universidad Nacional amazónica de Madre de Dios, alberga alrededor de 4500 personas: Estudiantes, Docentes, Trabajadores Administrativos y eventuales como los trabajadores de Construcción, que generan residuos sólidos de diferentes tipos que producen impacto ambiental, dada la importancia de tener espacios limpios y ambientados (jardines, lugares de esparcimiento, entre otros), que forman profesionales con conciencia ambiental, sin embargo, se observa una mala la gestión de los residuos sólidos que hace necesario implementar correctivos para mejorar la calidad educativa y dotar de un ambiente más saludable para los miembros de la comunidad universitaria en especial a los estudiantes.

La implementación de una estrategia que mejore la gestión de residuos sólidos en la universidad demandará personal capacitado y comprometido con el buen desarrollo del programa, así como también los miembros de la comunidad universitaria deberán estar receptivos al tema del cuidado ambiental y participar activamente en la gestión de los residuos sólidos en el campus universitario. La generación de residuos sólidos por día es de 300 kg/día. (Dato proporcionado por la oficina de servicios generales - UNAMAD).

En los últimos años se puede observar con preocupación el incremento de residuos sólidos generando incluso focos de contaminación poniendo en riesgo la salud de los miembros de la comunidad universitaria.

Si bien es cierto que se han adoptado algunas medidas para prevenir las descargas de plásticos y otros desechos en lugares y objetos especialmente acondicionados para este fin, sin embargo, se nota desechos sólidos tirados hasta en forma indiscriminada a lo largo de toda la ciudad universitaria, para lo cual se planteó realizar el estudio de impacto ambiental cualitativo que producen los residuos sólidos en la comunidad universitaria.

2. Materiales y métodos

La población de estudio fueron los residuos sólidos presentes en la infraestructura de la ciudad universitaria de la Universidad nacional Amazónica de Madre de Dios y debido a la existencia de pocos puntos de acopio (tachos) la muestra estuvo representada por toda la población.

La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos totales se realizó conforme a la normatividad peruana vigente (Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos), con un muestreo no probabilístico (Otzen & Manterola, 2017), entre junio y julio de 2019. Durante el estudio se analizaron, los residuos sólidos generados diariamente por los miembros de la comunidad universitaria de los pabellones A y B, durante las actividades académicas.

El procedimiento de análisis desarrollado para este estudio del impacto ambiental consiste en elaborar la matriz de (Leopold Lb et al., 1971) que contiene: (1) Calificación de impactos; (2) Cálculo de Magnitud e Importancia; y (3) Evaluación de los impactos. La calificación de impactos, comprende la asignación de valores a cada impacto que realiza el grupo de trabajo con base a la escala de valores preconcebidos para cada variable. Para la definición de esta escala se tomó como criterio el hecho de que todos los valores que intervienen en los cálculos realizados, se derivan de la escala construida con los valores de 1 a 3 para la valoración de los impactos. El cálculo de la Magnitud e Importancia se traza una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.

3. Resultados y discusión

3.1. De la caracterización de los residuos sólidos

La recolección de datos se realizó durante los meses de junio y julio del 2019, en los puntos de acopio, es decir en los tachos ubicados y distribuidos estratégicamente en los pabellones A, B, locales desinados a la parte administrativa. Los resultados obtenidos se describen en la tabla 1:

Tabla 1. Tipos de Residuos

Residuos sólidos	Cantidad (kg)	Porcentaje (%)
Restos de comida	94.2	14.9
plásticos	279.75	44.4
papeles	151.8	24.1
cartones	87.1	13.8
madera	14.25	2.3
vidrio	0.5	0.1
focos de iluminación	1	0.2
impresoras	2	0.3
TOTAL	630.6	100

Según los resultados que nos muestra la tabla 1 podemos mencionar que los plásticos son los residuos que se encuentran en mayor porcentaje (44.4%), debido a que estos materiales son los que se utilizan en mayor proporción en el expendio de alimentos, principalmente como envases para refrescos, u otras bebidas, porque son fáciles y muy versátiles para su uso y su eliminación, sin embargo son muy perjudiciales para el ambiente por su acumulación y mala disposición final por parte de los usuarios.

Los papeles (24.1%) y cartones (13.8%) son los residuos de considerable presencia, debido a la naturaleza propia de la universidad, que es una institución académica, donde los papeles y derivados son utilizados, por ejemplo, en el mismo proceso de aprendizaje de los estudiantes, son quienes representan el mayor porcentaje de los miembros de la comunidad universitaria.

Los restos de comida que esta presentado por un 14.9%, son los residuos que podrían representar de mayor riesgo ambiental, porque son los más susceptibles a generar focos y vectores (concentración de moscas, roedores, u otros insectos que podrían ser portadores de enfermedades dérmicas, gastrointestinales) de mayor impacto al ambiente, por su facilidad de descomponerse más aún porque la ciudad universitaria se sitúa en la selva baja cuya temperatura promedio es 28°C y una humera relativa mayor a 90%.

Los restos de comida son producto del consumo como refrigerios principalmente de los estudiantes, problema que se hace crítico por la mala disposición final de estos, que son en la mayoría de los casos arrojados en forma irresponsable en lugares no adecuados.

La presencia de estos residuos sólidos se hacen aún más perjudiciales debido a la poca o nada conciencia ambiental que muestran los usuarios, a pesar de tener aptitudes y actitudes ambientales muy elevados, pero como las actitudes son adquiridos o influenciados por la misma sociedad que presentan comportamientos muy agresivos frente a la conservación ambiental, un trato inadecuado de los desechos con respecto al ambiente, el servicio de recojo insuficiente y una cultura de manejo de los residuos sólidos irresponsable y no sostenible (Oldenhage, 2016). Sin embargo, Pacheco et al. (2012) mencionan que, la educación promueve actitudes favorables al medio ambiente; entonces las universidades deben ser el mejor ejemplo de producción mínima de residuos sólidos y deberían contar con un plan integral de manejo de residuos. Esto no parece ser, pues existen universidades carecen de una adecuada educación ambiental, con lo que se producen muchos residuos y no existen sistemas adecuados para manejarlos, ni siquiera la segregación.

Las numerosas investigaciones en generación y reciclaje de residuos sólidos han sido llevados a cabo por universidades de todo el mundo en años recientes (Morales Ruiz, 2011), buscando implementar un plan de acción que involucre a los miembros de la comunidad universitaria y permitir minimizar los residuos sólidos (Olaguez-Torres et al., 2019), y en la mayoría de los casos, la estrategia principal es la reutilización (Atherton & Giurco, 2011), que contribuye con la gestión responsable e integral (Rojas-Vargas et al., 2018).

Los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación son también reportados por Márquez y rosado (2011) que, al realizar el estudio de clasificación y valoración de impacto de los residuos sólidos generados en las playas de Riohacha, desde Valle de los Cangrejos hasta el Barrio Marbella el resultado de los materiales que registraron fue mayor presencia de materia orgánica, plásticos, misceláneos y vidrios, siendo los residuos sólidos orgánicos los que obtuvieron mayor porcentaje, así mismo, Gullosa & Vega (2011) reportan que, los residuos sólidos de mayor presencia son la materia orgánica, plásticos, y vidrios, siendo los residuos sólidos orgánicos los de mayor porcentaje y responsables de olores ofensivos que presentan mayor impacto en el ambiente.

Ruiz Morales (2012), encontró que, el 52 % del residuo generado es susceptible al proceso de composteo, 27 % es material reciclable y únicamente el 21 % es residuo que se destinaría a relleno sanitario. El porcentaje de residuos totales aprovechados actualmente en la IBERO asciende a 26.23 %, se recicla el 100 % del residuo de jardinería, el 1 % del residuo alimenticio, el 23 % del papel, el 16.5 % del cartón, el 1.8 % de las botellas de PET y el 4 % de las latas de aluminio.

Las prácticas ambientales positivas se asocian con un mayor nivel académico. Una mejor educación promueve actitudes favorables al medio ambiente; entonces las universidades deben ser el mejor ejemplo de producción mínima de residuos sólidos y deberían contar con un plan integral de manejo de residuos. Esto no parece ser la norma, pues hay universidades carecen de una adecuada educación ambiental, con lo que se producen muchos residuos y no existen sistemas adecuados para manejarlos, ni siquiera la segregación (Pacheco et al., 2012).

El primer paso que deben dar las universidades es conocer el tipo de problema con el que lidian y para ello es necesario que conozcan la cantidad y el tipo de residuos que están generando, pues la caracterización de los residuos es el primer paso que se debe dar para plantear un sistema de

gestión integral de residuos. La caracterización de los residuos sólidos debe indicar la cantidad de residuos generados, lo que tiene relación directa con el tamaño de la población, pues una población mayor genera mayor cantidad de residuos sólidos, es por ello que un buen indicador de la producción de residuos puede darse a través del índice denominado promedio per cápita de generación de residuos sólidos (Armijo de Vega et al., 2006).

3.2. De la determinación del impacto ambiental generados por los residuos sólidos

Los resultados se muestran en la tabla 2:

Tabla 2: Impactos en el almacén temporal de residuos solidos

Componentes	Factores impactantes	Residuos sólidos contaminantes					
		Restos de comidas	Plásticos	Papeles	Cartones	Madera	Otros
Contaminación del agua superficial	Color	-2/1	-1/1	-1/1	-1/2	-1/1	-1/1
	Olor	-3/2				-1/1	
	Presencia de aguas contaminadas	-3/3	-3/2				
Contaminación atmosférica	Humo	-1/2	-3/3	-3/2	-3/3	-2/2	-1/1
	Olores	-3/3	-3/3		-1/1	-1/1	
	Presencia de partículas/restos		-1/1	-1/1			
Magnitud	Negativos (-)	-12	-11	-5	-5	-5	-2
		80.0	73.3	55.6	55.6	41.7	33.3
	Categoría del impacto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo
	Positivos (+)	0	0	0	0	0	0
Importancia		11	10	4	6	5	2
		73.3	66.7	44.4	66.7	4.7	33.3
		Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Bajo

Ponderaciones de impactos			
Impacto débil	1		
Impacto medio	2	Impacto positivo	+
Impacto fuerte	3	Impacto negativo	-

Importancia del impacto	
Importancia baja	1
Importancia medio	2
Importancia alta	3

De la tabla 2 se deduce que los residuos sólidos correspondientes a restos de comidas y plásticos son los que producen mayor impacto a ambiente, los restos de comidas por su facilidad para descomponerse que generan focos y vectores de contaminación tanto a la atmosfera como a las aguas superficiales, los plásticos por su acumulación y componentes altamente tóxicos al ser quemados.

La ubicación de los puntos de acopio (tachos) de almacenamiento temporal cerca a las aulas es donde se originan la mayor cantidad de residuos sólidos y son depositados sin segregarse los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, esta acción se encuentra fuera del contexto de la Ley General de Residuos Sólidos (Ley 27314), su reglamento (DS 057-2004-PCM) y la Norma Técnica Peruana NTP 900.058:2005 que regula el uso de recipientes para cada tipo de residuos sólidos (López & Purihuahán, 2018).

El inadecuado manejo integral de los residuos sólidos generan impactos ambientales muy altos; donde se ven afectados el aire por la generación de olores putrefactos producto de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos que son los que más se producen, al paisaje (contaminación visual) por la acumulación en lugares inapropiados, al agua por vertimientos de estos al sistema de alcantarillado y en menor grado pero significativo a la salud de los actores principales (habitantes), por reproducción excesiva de animales infecto contagiosos. Para contribuir con la disminución de la contaminación en este lugar; se propone un programa de actividades dirigidos a: aplicación de bonos, educación ambiental, diseño de rutas de evacuación

para los residuos, almacenamiento selectivo, instalación de un centro de acopio y fomentar la formación de una organización comunitaria que ejerza la actividad de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos (López Rivera, 2009).

4. Conclusiones

Los residuos sólidos de mayor porcentaje son los plásticos, papeles, cartones y restos de comidas y los que generan mayor impacto ambiental de forma cualitativa son los plásticos, papeles, cartones, madera y restos de comidas.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribución de autores

P-V, Y: conceptualización, análisis formal, investigación, escritura (preparación del borrador final), supervisión.

Q-H, R: investigación, metodología, curación de datos.

R-H, J: investigación, curación de datos.

Q-P, R. D: investigación, visualización.

Referencias bibliográficas

- Álvarez-Lires, M. M., Arias-Correa, A., Lorenzo-Rial, M. A., & Serrallé-Marzoa, Y. F. (2017). Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Oceánica. *Formación Universitaria*, 10(2), 89–102. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000200010>
- Armijo de Vega, C., Ojeda-Benítez, S., Ramírez-Barreto, E., & Quintanilla-Montoya, A. (2006). Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. *Ingeniería*, 10(3), 13–21. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46710302>
- Atherton, A., & Giurco, D. (2011). Campus sustainability: Climate change, transport and paper reduction. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 12(3), 269–279. <https://doi.org/10.1108/14676371111148054>
- Guloso, E. M., & Vega, J. R. R. (2011). Clasificación e impacto ambiental de los residuos sólidos generados en la playas de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*, 60, 118–128. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43021583011>
- Leopold Lb, Clarke Fe, Hanshaw Bb, & Balsley. (1971). Procedure for evaluating environmental impact. *US Geological Survey Circular*, 2.
- López, M., & Purihuamán, C. (2018). Impacto Ambiental generado por el botadero de residuos sólidos en un caserío de la ciudad de Chota - Perú. *UCV HACER - Revista de Investigación y Cultura*, 7(2), 25–34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6586430>
- López Rivera, N. (2009). *Propuesta de un programa para el manejo de residuos sólidos en la plaza de Cerete - Cordoba* (Issue 5). Universidad Pontificia Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/6132>

- Olaguez-Torres, E., Espino-Román, P., Acosta-Pérez, K., & Méndez-Barceló, A. (2019). Plan de acción a partir de la percepción en estudiantes de la Universidad Politécnica de Sinaloa ante el reciclaje de residuos sólidos y la Educación ambiental. *Formacion Universitaria*, 12(3), 3–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000300003>
- Oldenhage, F. (2016). Propuesta de un programa de gestión para mejorar el manejo de los residuos sólidos en el distrito de San Juan de Miraflores. *Industrial Data*, 19(2), 07–12. <https://doi.org/10.15381/idata.v19i2.12810>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227–232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pacheco, R., Espinoza, J., Arévalo, W., & Iglesias, S. (2012). Caracterización del problema de la Gestión de Residuos Sólidos En La Unmsm. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*, 14(27). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v14i27.691>
- Rojas-Vargas, J., Bogantes, J., Rojas-Vargas, J., & Bogantes, J. (2018). Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios. *Uniciencia*, 32(2), 57–69. <https://doi.org/10.15359/RU.32-2.4>
- Ruiz Morales, M. (2012). Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28(1), 93–97. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000100008
- Vera Toledo, P., Nájera Aguilar, H. A., García Lara, C. M., & Solís López, M. (2016). Manejo de residuos sólidos no peligrosos en una institución de educación superior. *Revista Espacio I+D Innovación Más Desarrollo*, 5(12), 90–103. <https://doi.org/10.31644/imasd.12.2016.a06>