

Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Huánuco, Perú*

Integral Management of Solid Wastes to Minimize the Environment Pollution in Panao District, Huánuco, Peru

Guillermo Cotrina Cabello ^a

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

dptoarticle@innovascientific.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3226-2094>

DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd24-46.mirs>

Recibido: 18 Septiembre 2019

Aceptado: 10 Febrero 2020

Publicado: 30 Junio 2020

Oliver Taype Landeo

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4197-1164>

Franklin Ore Areche

Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7168-1742>

Resumen:

El presente estudio tuvo como objetivo principal analizar el manejo de los residuos sólidos con el fin de minimizar la contaminación en el ambiente, específicamente, en el distrito de Panao, ubicado en la provincia de Pachitea, del departamento de Huánuco, Perú. En esta investigación se trabajó con una muestra de 260 domicilios para la recolección de los residuos sólidos, identificados en los cuatro barrios del distrito. Se determinó que la cantidad de residuos sólidos per cápita fue de 0,644 kg/hab/día, con un volumen generado por persona de 0,22 m³. La investigación fue de tipo descriptiva. Finalmente, se concluyó que los residuos sólidos estuvieron compuestos en su mayoría por materia orgánica (53,20%) y que con el manejo integral de estos es posible lograr una disminución en la contaminación de hasta el 34,93%.

Palabras clave: residuos sólidos, reciclaje, compostaje, reutilización.

Abstract:

This study aims mainly to analyze the management of solid wastes in order to minimize the environmental pollution, specifically in the Panao District, in the Pachitea Province, Department of Huánuco, Peru. This research is a descriptive research that used a sample of 260 homes where solid wastes were collected. These homes are located in the four neighborhoods of this district. Per capita solid waste amount was determined in 0.644 kg/inhab/day with each person accounting for a volume of 0.22 m³. Finally, it is found that solid wastes from these homes mostly consist of organic matter (53.20%) and it is concluded that the integral management will enable a reduction in the pollution up to 34.93%.

Keywords: solid wastes, recycling, composting, reutilization.

Introducción

En el Perú, la oferta de bienes y servicios se ha incrementado significativamente durante los últimos años como consecuencia de las variaciones en los hábitos de consumo de la población. En efecto, los bienes que antes tenían un ciclo de vida largo, en la actualidad, tienen vidas útiles más cortas, por lo que se produce una gran cantidad de residuos sólidos (Binner et al., 2016). Como *residuos sólidos* están catalogadas aquellas sustancias, productos o subproductos que se encuentran en estado sólido o semisólido, de los que sus generadores disponen virtud de lo establecido en la normatividad. En tal sentido, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014) reporta que el mal manejo de los residuos sólidos genera un impacto negativo en la salud de la población, en los ecosistemas y en la calidad de vida. Los impactos negativos del mal

Notas de autor

^a Autor de correspondencia. Correo electrónico: dptoarticle@innovascientific.com

manejo de residuos afectan la salud de, principalmente, los recolectores y segregadores formales e informales de residuos sólidos. Esta situación se agrava cuando los desechos peligrosos no son separados en el punto de origen y cuando se mezclan con los desechos municipales, una práctica común en los países de la región (Umaña et al., 2003). Lo anterior repercute directamente en la disminución en la calidad de vida de los habitantes y en un creciente impacto ambiental, debido a la emisión de gases, humos hacia el aire y lixiviados a los sistemas de agua subterránea y al suelo.

La actividad humana constantemente está generando desechos o residuos de los que debe deshacerse, en el momento de la preparación de los alimentos, así como en la limpieza de los ambientes interiores. Así mismo, el crecimiento de la población tiene como consecuencia el incremento de la producción de residuos sólidos y aumenta la problemática ambiental. La acumulación de residuos, en efecto, es una problemática que se presenta en la mayoría de las ciudades del mundo y que no han podido resolver, lo que provoca grandes focos de contaminación (Sanmartín et al., 2017). Por esta razón, es imperativo promover una educación y una responsabilidad ambiental, con el objetivo de manejar la segregación en fuente para poder reaprovecharlo, por ejemplo, como materia prima para nuevos productos.

La población urbana del distrito de Panao ha venido incrementándose de manera acelerada, en comparación con los otros distritos vecinos, lo que está provocando que la generación de desechos se incremente paralelamente de manera alarmante. Esto genera un gran problema, pues no se ha tomado en cuenta con seriedad, sobre todo, por la peligrosidad de algunos de los desechos, así como su contribución en composición y volumen. El manejo integrado de residuos sólidos minimiza la contaminación del ambiente y, por ende, puede contribuir a la conservación de los recursos naturales y lograr una disminución de algunas enfermedades bacterianas y parasitarias (Ponte, 2008). En efecto, la gestión integral de desechos sólidos ha sido objeto de estudios previos, como el caso de Leiton y Revelo (2017), quienes elaboraron un plan de gestión integral para el manejo de residuos sólidos en la empresa CYRGO SAS, en Colombia, lo que destacó el compromiso de dicha empresa por disminuir los impactos ambientales negativos, producto del inadecuado manejo de sus residuos sólidos. Así mismo, Jiménez (2015) realizó una investigación donde expone un marco referencial de la situación de la gestión de desechos sólidos en Ciudad de México y destaca el impacto ambiental negativo de estos. Huaccha (2017) también plantea el mejoramiento de la gestión de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca, en Perú, concluyendo que la buena gestión de estos contribuye a mejorar las condiciones ambientales de la ciudad. Igualmente, Binner (2016) propone que una moderna gestión de residuos no comienza con el descarte de productos que no sean necesarios, tampoco consiste en la disposición de residuos en el relleno sanitario sin tratar (sistema final del tubo): una gestión integrada de los residuos, en realidad, contempla todo el proceso del producto, desde su fabricación hasta su disposición final, por lo que se torna en una gestión mucho más compleja.

Frente a la problemática de la generación de residuos sólidos y la falta de gestión de estos en el área de estudio, se plantea la siguiente hipótesis de investigación: el manejo integral de residuos sólidos minimiza los impactos negativos, pues el resultado que se busca lograr es la disminución en la contaminación del ambiente. Lo anterior se logra con el aporte del conocimiento en el manejo de los residuos sólidos, la separación, segregación y el reciclaje, así como el compostaje de los residuos sólidos orgánicos biodegradables, los cuales se pueden definir como los residuos provenientes de restos de productos orgánicos y que se transforman en otro tipo de materia orgánica que puede ser utilizada (Jaramillo y Zapata, 2008).

Materiales y métodos

En el presente estudio, se implementó un programa de segregación de desechos y se recolectaron los datos de la evaluación de las experiencias educativas y los beneficios económicos que trae esta práctica, tales como el ahorro de ingresos con el manejo de residuos sólidos, la producción de abonos orgánicos y la venta de

material reciclable, empleando los 6Rs y las 3Rs. La metodología fue desarrollada mediante la clasificación de residuos sólidos, en el distrito de Panao, durante seis meses, en el año 2019. El estudio se enfocó en fuentes de generación domiciliarias y no domiciliarias, comercios, internet, restaurantes, casas de venta de agroquímicos, entre otros; para la determinación de la cantidad de viviendas necesarias para el desarrollo del trabajo de investigación, se utilizó la ecuación de cálculo muestral, para una población finita (Aguilar-Borja, 2005; García-García et al., 2013): el total fue de 260 viviendas.

Posteriormente, se realizó la recolección y el pesaje de los residuos sólidos totales de la muestra y luego estos se segregaron por tipo; igualmente, se determinó el peso neto de cada uno, para luego establecer su peso porcentual. Cabe aclarar que la investigación se planteó como descriptiva, no experimental.

El resultado obtenido estuvo determinado a partir de los datos del pesaje del manejo integral de residuos sólidos, para lo que se tuvo en cuenta el total de las muestras de residuos sólidos recolectados por día y se pesó diariamente el total de bolsas que se recogieron en los días en los que se desarrolló el trabajo, lo cual representa el peso total de residuos diarios generados en todas las viviendas. En función de los datos recopilados del número de personas por vivienda, se determinó el número total de personas que participaron durante el muestreo (5 hab/viv) y luego se dividió el peso total de las bolsas entre el peso total de las personas para obtener la generación per cápita promedio diaria de las viviendas muestreadas (kg/hab/día).

Para el manejo integral de los sólidos, se planteó un programa de compostaje para la producción de abono orgánico, en camas de fermentación hechas en el mismo lugar del botadero controlado. Adicionalmente, se brindó una capacitación a los habitantes de la zona sobre el aprovechamiento de los sólidos reciclables, para lograr beneficios tanto económicos como ambientales. Es importante señalar que, para la producción del abono referido, se siguieron las etapas planteadas por Córdova (2010): separación, que fuera lo más cercana posible a las fuentes de recolección de las familias de la comunidad del distrito de Panao; tratamiento, que representó el equipo y la frecuencia adecuados al volumen de los desechos sólidos; distribución, la cual se realizó de manera manual, y la utilización, en contenedores y estableciendo mecanismos de frecuencia.

Adicionalmente, cabe señalar que el programa de compostaje permitirá mejorar el suelo, al permitir el almacenamiento de nutrientes y su disponibilidad para las plantas (Romero et al., 2013); favorecerá, además, con la aireación y el balance del agua presente en el suelo, al proveer el medio para que millones de microorganismos se desenvuelvan. Se apoya a la conservación y la remediación de suelos, así como se mejora la producción agrícola.

Entre otros beneficios, la contaminación en el ambiente disminuirá al reciclar y valorizar la fracción orgánica de los residuos, lo que reducirá el volumen de residuos sólidos enviados a disposición final. Finalmente, se generará un ahorro en aquellos recursos públicos encaminados a evitar malos olores en contenedores de basura, debido a los residuos mezclados.

Resultados

Manejo de los residuos sólidos

En la tabla 1 se muestran los resultados totales de las características de los residuos sólidos, obtenidos en la muestra de estudio.

Tabla 1.
Características de los residuos sólidos generados en la muestra durante el periodo de estudio

Tipo de residuo	Composición	Peso total (kg)	Peso promedio (kg)	%
Residuos compostables	Restos de comida, frutas, etc.	27,583	3,45	44,49
	Maleza, madera, hierba, etc.	1,802	0,23	2,91
	Papel	6,180	0,77	9,97
Residuos reciclables	Cartón	10,391	1,30	16,76
	Vidrio	0,528	0,07	0,85
	Plástico	3,273	0,41	5,28
	Tetra pack	0,042	0,01	0,07
	Metales	1,813	0,23	2,92
	Residuos electrónicos	0,278	0,03	0,45
	Telas, textiles	2,328	0,29	3,76
Residuos no aprovechables	Bolsas plásticas, envolturas golosinas, plásticos metálicos	4,199	0,52	6,77
	Papel higiénico	0,368	0,05	0,59
	Pañales	0,632	0,08	1,02
	Pilas	0,045	0,01	0,07
	Restos de construcción-otros materiales	2,530	0,32	4,08
	Total de residuos	61,992	7,77	100

Fuente: elaboración propia

Se puede observar en la tabla 1 que la mayoría de los residuos están compuesto por residuos compostables, con un 47,40%, entre los que se destacan los restos de comida, con 44,49%. Los residuos reciclables componen el 40,06% del total y el resto de los residuos (12,54%) está formado por los residuos no aprovechables. Con base en los diferentes componentes, se observa que, después de los restos de comida, el mayor componente de los residuos sólidos es el cartón, con un porcentaje del 16,76%, seguido por el papel con un 9,97%.

El resultado de la producción total de residuos sólidos per cápita por vivienda fue de 0,644 kg/hab/día, obtenido a partir de la cantidad total de habitantes, que fue de 5544 en la zona urbana del distrito de Panao. Los resultados obtenidos se basaron en una cantidad de 6 a 8 bolsas, previamente pesadas en cada una de las viviendas, donde el 33% de los habitantes afirmó botar botellas, envolturas y bolsas de plástico; el 29% admitió desechar sobras de alimentos y materia orgánica, y el 18% manifestó arrojar papeles de diferentes clases. Los resultados de los datos recopilados mostraron una generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios por vivienda de 3,091 kg/viv/día.

Compostaje de los residuos

La elaboración del compostaje es el resultado del tratamiento de los residuos orgánicos seleccionados de las viviendas domiciliarias y fue el producto de la degradación aeróbica de la materia orgánica, el cual generó una descomposición controlada. En este proceso, se mantuvieron las condiciones óptimas para el funcionamiento de los microorganismos, para lo cual se utilizó la fórmula básica propuesta por Córdova (2010): carbono + nitrógeno + agua + oxígeno.

Es por ello que el compostaje estuvo conformado por residuos sólidos altos en carbono, tales como maleza, madera, hierba, etc., y residuos sólidos altos en nitrógeno, como los residuos de comida. Además, se contó con el aire suficiente para lograr una degradación aeróbica, así como generar la humedad necesaria para la vida de los microorganismos aeróbicos. En ese sentido, se elaboraron unas camas de fermentación separadas con cauchos y palos de madera, como puede observarse en las figuras 1 y 2. La producción obtenida durante el tiempo de estudio fue de sesenta sacos, cada uno de sesenta kilos, producidos en un lapso de seis meses.



FIGURA 1.

Cama de fermentación para el proceso de compostaje de los residuos orgánicos

Fuente: elaboración propia



FIGURA 2.

Abono final después de seis meses de compostaje en camas de fermentación

Fuente: elaboración propia.

El resultado que aquí se presenta es producto de un plan de manejo integral de residuos sólidos, con el cual se minimizó la contaminación del medio ambiente en el distrito de Panao y en el que participó activamente la población en general. Además, se concientizó a la población sobre el manejo, segregación y aprovechamiento de los residuos orgánicos que se generan comúnmente en las viviendas y comercios, los cuales pueden representar, por ejemplo, una fuente de ingresos para los habitantes.

Venta de residuos reciclables

Para la realización del estudio, se logró la autorización de la recolección y el acopio de los residuos en el almacén del botadero de la municipalidad provincial de Pachitea, así como la venta de dichos residuos, lo que representó un beneficio económico para la asociación de recicladores Once Amigos, quienes fueron capacitados en la separación y la selección de los residuos sólidos aprovechables como cartón, vidrio y plástico. Lo anterior fue posible a partir del tercer mes de iniciada la investigación, en el año 2019. En la figura 3 se observa la distribución del producto de la venta en el segundo semestre del año 2016 de los residuos reciclables, durante la aplicación del plan de manejo integral de residuos sólidos.

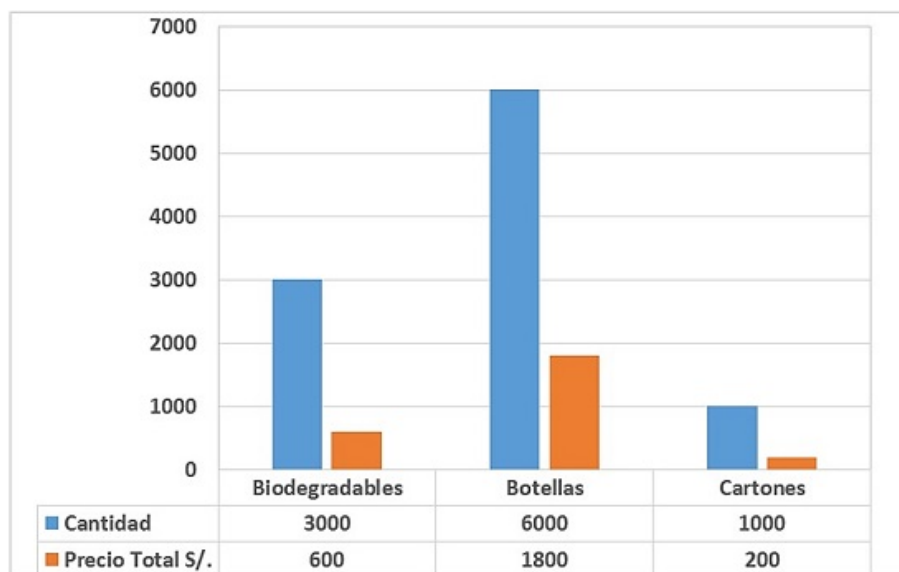


FIGURA 3.

Cantidad y precio total de los residuos sólidos reciclables durante el periodo de estudio

Fuente: elaboración propia.

Se observa que la mayor producción corresponde a las botellas de vidrio, las cuales se contabilizaron en 6000, generando un aporte económico de S/. 1800 (US\$ 522), seguidos por los residuos biodegradables, con 3000 unidades que aportaron S/. 600 (US\$ 174); por último, los residuos de cartón que contabilizaron 1000 y se vendieron en S/. 200 (US\$ 56). Se concluyó que, en un periodo de seis meses, se obtuvo un aporte económico de US\$ 752 en total para la comunidad en general.

Discusión

La gestión de los residuos sólidos es un proceso interactivo y dinámico que, además, está directamente asociado a la cadena de eliminación de estos. Este debe ser un plan participativo, ya que el problema de los residuos sólidos se asocia a cuestiones ambientales, a la economía y a la comunidad en su conjunto. Por lo anterior, preparar un buen programa de educación en el que participe el público es fundamental para mejorar la gestión, pues se logra el reconocimiento de la problemática y su solución por parte de la misma comunidad (Rondón et al., 2016). En el trabajo de investigación realizado se pudo observar que la aplicación de una buena gestión de los residuos sólidos es clave para minimizar la contaminación del ambiente.

Allí, se calculó la generación per cápita de residuos sólidos en 0,644 kg/hab/día, resultado que contrasta con el reportado por el Sistema Nacional de Información Ambiental del Perú (Sinia, 2015), en el departamento de Huánuco, el cual fue de 0,45 kg/hab/día. Se observa que la población del distrito de Panao genera

residuos per cápita que son superiores a la media del departamento al que pertenecen, en un 43,11%. En relación con lo anterior, Méndez (2016) reporta en su trabajo de investigación que una población sensibilizada en el manejo de los residuos sólidos puede llegar a generar 0,450 kg/hab./día, lo que logra una reducción de la contaminación, mediante un programa de selección de la fuente que considere la recuperación, separación, reducción y reutilización de residuos sólidos, así como la minimización, prevención, compensación y corrección en la generación, manejo y almacenamiento de residuos sólidos. Esto muestra que los habitantes de la comunidad estudiada deben ser sensibilizados en el manejo integral y eficiente de los residuos sólidos. Miyashiro (2016) anota que el programa del manejo integral de residuos sólidos ha mostrado fortaleza, pues a partir de la implementación del proceso de compostaje se empezó a reflexionar sobre el uso de otras técnicas alternativas para la valorización de los residuos sólidos orgánicos, en especial, en el sector agropecuario. Lo anterior se deriva de destacar el impacto negativo de no implementar soluciones, con lo que sensibilizó a la gente sobre la posibilidad de dar valor agregado a dichos residuos. El valor obtenido de la generación de residuos per cápita demuestra la necesidad de una capacitación a los habitantes del distrito de Panao para la gestión integral de estos, aun cuando se observó que el valor fue menor a la media reportada para el país, la cual fue de 1,0 kg/hab/día, según lo reportó Hernández-Berriel et al. (2016).

Según Sakurai (2015), el manejo de residuos sólidos es directamente proporcional al crecimiento poblacional y a la expansión urbana, por lo que se debe plantear un plan de manejo eficiente e integral de estos, para así evitar su aumento en la generación per cápita. Los resultados indicaron que la mayoría de los residuos pueden ser valorizados, pues un 87,46% de estos se presentan como compostables y reciclables, por lo que se observa que solo el 12,54% de los residuos pueden ser considerados como desechos que deben ser llevados al vertedero. Lo anterior demuestra que, si se genera una venta de material reciclable como plástico, cartón, papel y metal, se puede lograr disminuir la contaminación por residuos en vertederos hasta en un 34,93% y un aprovechamiento total de los residuos de un 82,33%, con tan solo el 17,67% de desechos no aprovechables. Según el reporte del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024, del Ministerio del Ambiente del Perú (Minam, 2016), la composición de los residuos sólidos corresponde a: materia orgánica, con un 53,16% y residuos reutilizables y reciclables, con un 25,47%, lo que en total da un 78,63% de residuos valorizables, valor que demuestra que en la comunidad de estudio el porcentaje de residuos aprovechables es mayor a la media del país, lo que demuestra su potencial valorizable. Así mismo, Castillo-Gonzalez y De Medina-Salas (2014) reportaron, para localidades urbanas pequeñas de la ciudad de Veracruz en México, una composición de residuos sólidos de un 73,8% de material compostable y valorizable, lo que coincide con lo observado anteriormente; además, muestra que el mayor porcentaje corresponde al material compostable, con 51,47%, que, a pesar de ser mayor a lo obtenido en la presente investigación, muestra una tendencia similar, al ser el porcentaje mayoritario. De igual manera, Salazar (2012) reportó que, para la vereda San Juan de Carolina, municipio de Salento, Quindío, en Caldas, Colombia, los residuos sólidos estaban compuestos mayoritariamente por materia orgánica compostable en un 57,0%, lo que también coincide con la tendencia demostrada en los resultados de la presente investigación.

La técnica de compostaje como metodología para la gestión y la valorización de residuos sólidos orgánicos ha cobrado importancia a través del tiempo, sobre todo por sus beneficios, al producir fertilizantes que pueden emplearse en generar bienestar a la propia comunidad y al ser utilizado para la producción de alimentos. Como lo refiere Barrena (2006), el incremento de la población está generando un aumento en la cantidad de residuos compostables, siendo el compostaje una de las técnicas con mayor potencial para la valorización de dichos residuos, por su fácil implementación y los resultados positivos que obtiene. Lo anterior concuerda con lo observado en la presente investigación, en que se planteó esta técnica como alternativa de valoración de los residuos sólidos orgánicos, siendo acogida con bastante interés por los habitantes de la comunidad. Otra investigación que demostró la viabilidad y el beneficio económico y ambiental del compostaje de la materia orgánica de desecho fue la realizada por Cabrera y Rossi (2016) en la ciudad de Lima, en la que concluyen

que hay una disminución de la contaminación ambiental al dejar de enviarse la mayoría de los residuos a los centros de disposición, lo que también coincide con la presente investigación.

Uno de los objetivos de la presente investigación fue demostrar a los habitantes de la comunidad que participó en el estudio que se pueden valorizar parte de los residuos, vendiéndolos como material reciclable o reutilizable. En tal sentido, también Arias et al. (2014) consideran que la reutilización y el reciclaje de parte de los residuos sólidos domésticos puede contribuir al desarrollo socioeconómico de las regiones o comunidades. Luego de la realización de la investigación, se pudo determinar que la valorización de los residuos puede ayudar a generar ingresos extras a los habitantes de la comunidad, además de contribuir a la menor producción de desechos, lo que logra disminuir la contaminación producida por estos. Así mismo, Ponte (2008) consideró que el reciclaje genera cambios positivos, sobre todo por la participación de las personas en este. Sin embargo, destaca la importancia de la capacitación y la educación como fundamento para lograr mejores resultados, lo que concuerda con lo observado en la presente investigación, en la que se logró una importante participación de los habitantes, los cuales fueron motivados mediante charlas educativas. En el trabajo de investigación desarrollado también se identificó que se requiere, sin duda, la intervención directa de la gestión gubernamental, no solo a nivel operativo, sino también a nivel de sensibilización y capacitación ambiental, que esté dirigida a los diversos actores que generan residuos sólidos en el distrito de Panao (instituciones educativas, comités vecinales y otros), por lo que se requiere realizar alianzas estratégicas con entidades que tengan presencia en el distrito, como es el caso de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Conclusiones

En este trabajo, se analizó el manejo de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, en la provincia de Pachitea, departamento de Huánuco, Perú, y se concluye que la mayor producción en composición física de los residuos fue representada por la materia orgánica, seguida por los residuos reutilizables y reciclables como cartón, papel, plástico y metales, siendo los materiales no aprovechables los de menor proporción.

Así mismo, se determinó que la generación per cápita de residuos sólidos calculado para el distrito de Panao fue superior a la media reportada para el departamento de Huánuco en el mismo año de estudio, lo que permite concluir que se está generando una cantidad importante de residuos, por lo que el manejo integral de estos debe ser prioridad.

Además, es importante señalar que la reducción de la contaminación del ambiente es una consecuencia directa de la disminución de los residuos enviados a su disposición en el vertedero, por el compostaje y la valoración. En consecuencia, se puede lograr en la comunidad estudiada una reducción de la contaminación por residuos sólidos, en un valor aproximado de más del 30,0%, al disminuir la propagación de latas, vidrios, plástico, materia orgánica y biodegradables.

En este sentido, el programa de compostaje permitió mejorar el suelo, al favorecer el almacenamiento de nutrientes y su disponibilidad para las plantas, apoyando a la conservación y remediación de suelos para mejorar la producción agrícola. Se logró disminuir la contaminación al reciclar y valorizar la fracción orgánica de los residuos, al reducir el volumen de residuos sólidos enviados a disposición final. También, se percibió un ahorro en recursos públicos, pues se evitaron malos olores en contenedores de basura con residuos mezclados.

Por último, se deben plantear alianzas entre los entes gubernamentales, las comunidades y las universidades, los cuales produzcan convenios de formación en educación ambiental y gestión de residuos y que permitan un mejor manejo, segregación y disposición de los residuos sólidos, con lo que no solo se podrá disminuir la contaminación, sino que creará fuentes de ingreso extras para los habitantes de la comunidad, así como productos para la producción agrícola orgánica y ecológicamente sostenible.

Referencias

- Aguilar-Borja, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1), 333-338.
- Arias, L. A., Rivas, E., y Vaga, C. N. (2014). Propuesta de diseño para un centro integral de reciclaje con inclusión de fuentes alternativas de energía. *Revista de la Escuela de Administración de Negocios*, 77, 136-151. <https://doi.org/10.21158/01208160.n77.2014.820>
- Barrena, R. (2006). *Compostaje De residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Binner, E. (2016). Lessons learned – how to produce quality compost. *Sustainable Sanitation Practice*, 26, 4-15.
- Binner, E., Méndez, L., y Miyashiro, V. (2016). *Gestión de residuos sólidos municipales en el Perú y en Austria: mitigación de impactos ambientales en el clima y el agua*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cabrera, V. C., y Rossi, M. G. (2016). *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores* (tesis de pregrado). Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castillo-Gonzalez, E., y De Medina-Salas, L. (2014). Generación y composición de residuos sólidos domésticos en localidades urbanas pequeñas en el estado de Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(1), 81-90.
- Córdova, A. (3 de marzo de 2010). *Cómo llevar a cabo un programa de compostaje*. El Colegio de la Frontera Norte. UACJ Jornadas Ambientalistas. Recuperado el 24 de febrero de 2019, de <http://www3.uacj.mx/rau/Documents/VIII%20Jor%20Conf%20Amb%20Ene-Jun%202010/Como%20Llevar%20a%20Cabo%20un%20Programa%20de%20Compostaje.pdf>
- García-García, J. A., Reding-Bernal, A., y López-Alvarenga, J. C. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 2(8), 217-224. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)
- Hernández-Berriel, M. D. C., Aguilar-Virgen, Q., Taboada-Gonzalez, P., Lima-Morra, R., Eljaiek-Urzola, M., Márquez-Benavides, L., y Buenrostro-Delgado, O. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32, 11-22. <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2016.32.05.02>
- Huaccha, A. E. (2017). *Mejoramiento del sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos en el municipio del distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, Perú*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Jaramillo, G., y Zapata, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Universidad de Antioquia.
- Jiménez, N. M. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17, 29-55. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015>
- Leiton, N. V., y Revelo, W. G. (2017). Gestión integral de residuos sólidos en la empresa CYRGO SAS. *Revista Tendencias*, 18(2), 103-121. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1419>
- Méndez, L. C. (2016). *Estudio de segregación y reciclaje de los residuos sólidos distrito de Surco*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio del Ambiente del Perú (Minam). (2016). *Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016-2024*. Perú, Ministerio del Ambiente.
- Miyashiro, V. R. (2016). *Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2014). *Informe sobre el cumplimiento de los municipios provinciales en materia de fiscalización ambiental del manejo de la basura en el país*. Gobierno del Perú. Recuperado el 22 de febrero de 2019, de <https://www.oefa.gob.pe/el-oefa-presenta-informe-sobre-el-cumplimiento-de-los-municipios-provinciales-en-materia-de-fiscalizacion-ambiental-del-manejo-de-la-basura-en-el-pais-2/ocac02/>

- Ponte, C. (2008). Manejo integrado de desechos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación*, 63, 173-200.
- Romero, N., Romero, R., Romero, B., y Briceño, H. (2013). Competencias instrumentales del docente universitario en la gestión de la educación ambiental. *Revista de Ciencias Sociales*, 19(3), 561-576.
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., y Galvez, E. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Sakurai, K. (2015). *Aspectos Básicos del servicio de aseo. Analisis de residuos sólidos Cusco*. Mantaro.
- Salazar, M. (2012). *Diagnóstico de la composición y caracterización de los residuos sólidos en la vereda san juan de carolina municipio de Salento Quindío*. Universidad de Manizales.
- Sanmartín, G. S., Zhigue, R. A., y Alaña, T. P. (2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. *Universidad y Sociedad*, 9(1), 36-40.
- Sistema Nacional de Información Ambiental del Perú (Sinia). (2015). *Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios por departamento en Perú*. Gobierno del Perú, Ministerio de Ambiente. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1601>
- Umaña, G., Gil, J., Salazar, C., Stanley, M., y Bessalel, M. (2003). *Guía para la gestión del manejo de desechos sólidos municipales: enfoque Centroamérica*. Proanca.

Notas

- * Artículo de investigación. Este artículo es el resultado del proyecto de investigación *Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Huánuco, Perú*. Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Huancavelica, Perú. Se realizó en el distrito de Panao, Perú, en el año 2019, con una duración de seis meses.

Licencia Creative Commons CC BY 4.0

Cómo citar este artículo: Cotrina Cabello, G., Taype Landeo, O., y Ore Areche, F. (2020). Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Huánuco, Perú. *Ambiente y Desarrollo*, 24(46). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd24-46.mirs>