



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS
ORGÁNICOS COMO ALTERNATIVA DE USO SOSTENIBLE”

Trabajo de investigación para optar el Grado de Académico de:
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presentado por:

Lisbeth Katherin Crisolo Berrospi (0000-0003-2416-0597)

Asesor:

Elvito Fabián Villegas Silva (0000-0001-9783-1641)

Lima – Perú

2020



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 249-2020-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 17 de noviembre de 2020

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: “**TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO ALTERNATIVA DE USO SOSTENIBLE**”, presentado por:

- **Lisbeth Katherin Crisolo Berrospi**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: “**TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO ALTERNATIVA DE USO SOSTENIBLE**” con N° de registro de la carrera: **074-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Elvito Fabián Villegas Silva** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

T // (51) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

TÉCNICAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS COMO ALTERNATIVA DE USO SOSTENIBLE

Lisbeth Katherin Crisolo Berrospi

Universidad Científica del sur

lisbeth.crisolo@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra una revisión general del mal manejo de residuos sólidos y como están clasificadas de manera global, que se pueden encontrar sin ningún tipo de tratamiento. Asimismo, se están generando efectos ambientales por el incremento de residuos que no son aprovechados, generando la presencia de fenómenos extremos. Sin embargo, se estima que los residuos continúen creciendo y se supere el alcance de la generación de los residuos sólidos al pasar de los años. Por ello, se plantean alternativas de manejo de estos residuos mediante técnicas que tengan como finalidad aprovechar los residuos, lo cual tiene como propósito mejorar y reducir los efectos ambientales. Existen técnicas de manejo como bioalcohol, tecnología de plasmas, gasificación e incineración, compost, biometanización, biocombustible, biodiesel y reciclaje; por ello las más eficientes son compost y reciclaje, ya que son menos costosas y son a menor tiempo de elaboración.

Palabras clave: residuos sólidos, impactos ambientales, efectos ambientales, técnicas, alternativas de manejo, eficiencia, compost, reciclaje.

ABSTRACT

This paper shows a general review of the poor disposal of solid waste and how it is classified globally, which can be found without any type of treatment. Likewise, environmental effects are being generated by the increase of waste that is not taken advantage of, generating the presence of extreme phenomena. However, it is estimated that waste will continue to grow and will exceed the scope of solid waste generation over the years. For this reason, alternative ways of managing these wastes are proposed through techniques that aim to take advantage of the wastes, which is intended to improve and reduce the environmental effects. There are management techniques such as bioalcohol, plasma technology, gasification and incineration, compost, biomethanization, biofuel, biodiesel and recycling; therefore, the most efficient are compost and recycling, since they are less costly and take less time to produce.

Keywords: solid waste, environmental impacts, environmental effects, techniques, management alternatives, efficiency, compost, recycling.

REVISIÓN TEÓRICA

1. Descripción de residuos sólidos a nivel global

Según la ONU, indica que se genera un kilo de residuos sólidos por persona al día y el total de la población alrededor de 10% de residuos a nivel global. La generación de residuos urbanos se produce en base a la proporción de la población; donde los países con mayor desarrollo poblacional como Brasil y México generan más residuos sólidos, mientras que en Haití se genera en menor cantidad. Por lo tanto, la perspectiva de la disposición de los residuos sólidos en el 2050 continuará y la tendencia debe estar alcanzando 671000 toneladas de residuos, donde una tercera parte de la disposición final de los residuos son los basurales, vertederos, botaderos, entre otros; en efecto generando un impacto al ambiente y a la salud (ONU, 2018).

En el año 2019 en Perú, se generaron 7 millones de toneladas, es decir 20 mil toneladas por día y cerca de 1000 toneladas por hora de residuos sólidos municipales. El departamento de Lima es el mayor generador de residuos sólidos municipales con 44%, Piura con 5,4 % y en menor cantidad las otras regiones. Donde el 70% de los residuos sólidos municipales son generados en los ambientes urbanos teniendo como disposición final puntos críticos de basura, rellenos sanitarios y botaderos. Asimismo, el 73% de los residuos sólidos generados son aprovechables, donde los residuos sólidos orgánicos representan el 53% y el 20% son residuos sólidos inorgánicos (Abanto, 2019).

En función del tiempo se ha observado la mala disposición de los residuos sólidos, afectando considerablemente a la salud de los grupos vulnerables: niños, madres gestantes, personas que pertenecen al grupo adulto mayor y población de extrema pobreza. En Colombia, se indicó según estudios que el

mayor consumo de productos químicos y tóxicos es el resultado de sus actividades agrícolas o industriales, generando anualmente una gran cantidad de residuos de 400 000 toneladas al año. Según la OMS, los efectos principales por el mal manejo de los residuos sólidos especialmente productos químicos generaron enfermedades, observando que de las 102 enfermedades identificadas, 85 fueron causadas por la exposición de riesgos en los grupos vulnerables mencionados (Artunduaga et al., 2015).

Ante esta situación es de suma importancia que las autoridades promuevan un manejo adecuado y desarrollen una gestión sostenible para la buena disposición y aprovechamiento de los residuos sólidos, transparentando las medidas o técnicas de mejora como el reciclaje, compost, entre otros.; que permitan disminuir los problemas de contaminación preservando la biodiversidad y los ecosistemas naturales, para brindar mejores condiciones de vida a la población (Castañeda & Rodríguez, 2017).

2. Clasificación de los residuos solidos

Los residuos sólidos se clasifican de acuerdo con su origen, gestión y peligrosidad.

2.1. Según su origen

Son los residuos que se generan en el sector urbano, comercial, espacio público, establecimiento de salud, industrial, actividades de construcción, agropecuario, etc., que deben contar con un relleno sanitario o un tratamiento para su disposición final (Salazar, 2018).

2.2. Según su gestión

Son los residuos sólidos municipales dentro de ello se encuentran los residuos domésticos, limpieza pública y los residuos no municipales como residuos agropecuarios, establecimientos de salud etc.; lo cual puede generar un riesgo al ambiente si no son dispuestos a un relleno de seguridad (Salazar, 2018).

2.3. Según su peligrosidad

Son los residuos sólidos peligrosos que presentan ciertas características como: explosivos, corrosivos, tóxicos, radiactivos, etc. Mientras que los residuos sólidos no peligrosos en función de su uso o aplicación no presentan riesgos para la salud y el ambiente (Salazar, 2018).

3. Causas que generan los residuos sólidos

Las malas disposiciones de residuos sólidos generan un impacto ambiental, de acuerdo a ciertas causas que manifiestan los efectos a la población, por ello se genera la aparición de vectores o patógenos por la presencia de residuos sólidos (latas, botellas, restos de comida, etc.) en puntos de acumulación (Escalona, 2014).

Dicho de esta manera, en la ciudad de México se genera gran cantidad de residuos sólidos orgánicos debido a sus actividades agrícolas, ganaderas y forestales, lo cual no se realiza un aprovechamiento adecuado de las cantidades significativas de estiércol y residuos de madera, por lo tanto, se manifiesta daños al ambiente por su mala disposición final (Herrera et al., 2015).

Debido a este factor contaminante se ha implementado técnicas ecológicas para evitar daños o efectos al ambiente, mediante un adecuado manejo de residuos sólidos. En una investigación de Colombia, el 46% de residuos sólidos orgánicos se utilizó para la creación de compost como alternativa de práctica sostenible

favoreciendo el aprovechamiento de residuos orgánicos y mejorando el rendimiento agrícola (Chávez & Rodríguez, 2016).

También, una causa importante son los residuos sólidos de las comunidades rurales donde las municipalidades no pueden brindar el servicio de recolección de desechos domésticos, lo cual implica que las mismas comunidades realicen el manejo de sus residuos. Para ello, se debe realizar la segregación de residuos aprovechables y no aprovechables. Esto conlleva a promover una organización de las comunidades para reaprovechar los residuos sólidos con un manejo económico circular con gran beneficio para el ambiente y la sociedad (Salas & Quesada, 2006).

4. Efectos en el manejo de los residuos sólidos

La acumulación de los residuos sólidos en las calles, botaderos, puntos críticos con cantidades extensas de residuos, etc., genera efectos negativos como mala imagen paisajística y aparición de vectores (insectos, moscas y ratas) provocando alteraciones a la salud de la población y ambiente. (Salas & Quesada, 2006).

Una investigación realizada en México permitió demostrar que la población rural realizaba la quema de residuos a cielo abierto debido al mal manejo de residuos sólidos generando enfermedades leves debido al consumo del agua contaminada por residuos (Cañedo et al., 2015).

En forma similar en la ciudad de la Paz se describió los efectos por la falta de recolección de residuos, donde se generaron problemas de contaminación ambiental y enfermedades a la salud de la población debido a la deficiencia administrativa de la autoridad pública en la mala gestión de los residuos sólidos (Limachi, 2006).

El crecimiento demográfico e industrial ha generado el aumento de los residuos sólidos mayormente por las zonas urbanas, ya que va en constante crecimiento cada año. La generación de residuos sólidos de los países de Estados Unidos y Canadá es menor, mientras que México se considera como mayor generador per cápita de residuos sólidos. Asimismo, la escasa cultura o educación ambiental en la población ha originado que la mala disposición de los residuos se convierta en una problemática que necesita importantes soluciones para prevenir y reducir los efectos en los diferentes ecosistemas y el ambiente (Couto & Hernandez, 2012).

5. Técnicas orientadas al uso sostenible para el aprovechamiento de los residuos sólidos

Las técnicas para el aprovechamiento de residuos sólidos pueden reducir los efectos en el ambiente mediante métodos sostenibles.

5.1. Producción de bioalcohol

El 50% de los residuos sólidos orgánicos no son aprovechados, lo cual podría generar un crecimiento económico al darle un valor agregado, buscando aprovechar y generar un producto a partir de su composición química y física de la materia orgánica para obtener bioalcohol. Producto con gran influencia en el desarrollo a escala industrial generando un aprovechamiento circular de los subproductos orgánicos (Martinez et al., 2014).

Los estudios de investigación realizados a permitido obtener bioalcohol a partir de Residuos Sólidos Urbanos con una concentración de 0,5 g bioalcohol/g de Glucosa, lo cual se concluyó que es una técnica rentable con varios beneficios, ambientales, económicos, sociales y técnico–científicos (Martinez et al., 2014).

5.2. Tecnología de plasma

La metodología del plasma se basa en el tratamiento de los residuos sólidos, ya que operan a temperaturas altas ayudando a desintegrar la materia y obtener energía como subproducto. A su vez, genera un valor económico por presentarse en el mercado actual (Arboleda, 2015).

Las investigaciones frente a esta metodología no han alcanzado un grado de eficiencia para su obtención. Asimismo, no cumple un buen funcionamiento por la generación de emisiones al ambiente provocando un rechazo para su realización en varios países como Alemania, Australia, Estados Unidos y Reino Unido (Arboleda, 2015).

5.3. Gasificación e incineración

Es una combustión en base a residuos sólidos que está ligada a la variación de tiempos, donde un exceso de tiempo ocasiona quemaduras y reduce su rendimiento del proceso, mientras una baja temperatura produce variación de temperaturas en el horno, lo cual facilita la operación y prevención de contaminantes (Arboleda, 2015). Por otro lado, la incineración según investigaciones causan problemas ambientales en la etapa productiva (Romero, 2010).

5.4. Compost

Es el método utilizado para degradar los residuos orgánicos y obtener humus para ser aprovechados en actividades agrícolas. Asimismo, ayuda a mantener la humedad y resistir la erosión del suelo (Sandoval, 2010).

Arias et al. (2009) mencionan que realizaron compost por el método de aireación forzada, donde utilizo residuos de jardinería y cáscara de cítricos obtenidos de

la División Académica de Ciencias Biológicas y frutería de Villahermosa, Tabasco; para la elaboración de 2 pilas. Asimismo, los resultados de los parámetros físicos y químicos calificaron al compost como un tratamiento accesible y eficaz (Isaza, et al., 2009). Por otro lado, en el departamento de Cundinamarca se desarrolló el aprovechamiento de los residuos mediante el compost, lograron tener buenos resultados por el producto que fue aprovechado por los agricultores de la zona (Castañeda & Rodríguez, 2017).

5.5. *Biometanización*

Esta técnica consiste en la transformación metabólica a través de bacterias para la degradación de los residuos, utilizando biodigestores los cuales en función de la temperatura generan problemas por la acumulación de productos intermedios de los residuos, siendo de gran importancia adecuar las condiciones operativas para lograr la biodegradación del residuo y luego la formación de metano. Esta metodología tiene buen rendimiento en la producción de biogas adecuando los parámetros fisicoquímicos para optimizar el proceso de degradación de los residuos (Forster, et al., 2005).

5.6. *Biocombustible*

Los biocombustibles presentan una alternativa energética importante a nivel mundial. Este se puede realizar mediante el uso de residuos domiciliarios para la producción de etanol, mediante una digestión anaeróbica donde el proceso está en función de los parámetros fisicoquímicos para obtener eficiencia y brindar una viabilidad económica sostenible (González et al., 2008).

5.7. *Biodiesel*

La fabricación de biodiesel es una técnica de aprovechamiento de residuos de aceite doméstico mediante la transesterificación para obtener combustible. Sin

embargo, los residuos contienen monoglicéridos y diglicéridos que puede alterar la elaboración de biodiesel, debido a la precipitación y turbidez en el producto final. Por lo tanto, se debe realizar la medición de parámetros fisicoquímicos para visualizar el avance del producto y definir la calidad del biodiesel (Cedrón et al., 2014).

5.8. *Reciclaje y recuperación de materiales*

Esta técnica es ideal para recuperar y reutilizar la mayor parte de los residuos sólidos domésticos (papel, telas, cartón, etc.). Además, los envases de vidrio o plásticos son reutilizables por las mismas industrias (Ávila, & Benítez, 2009).

A nivel mundial, es necesario aprovechar los residuos que generamos y darle un valor económico que beneficie tanto a la población como a nuestro entorno mediante prácticas de rehuso y reciclado. Para ello, es necesario promover el consumo responsable por parte de la población para disminuir la mala disposición de residuos sólidos. Asimismo, es importante que las autoridades apoyen las prácticas de reciclaje para el uso sostenible y eficaz (Cruz & Ojeda, 2013).

Dicho de esta manera, la adecuada segregación de residuos mejora y constituye una cultura ambiental mediante la educación activa, con el objetivo de desarrollar competencias sostenibles (Sanmartín et al., 2017).

CONCLUSIÓN

La mala disposición en la gestión de residuos sólidos ha generado una alteración del equilibrio dinámico de los ecosistemas y la salud del ser humano, factores que, por influencia del clima y las reacciones fotoquímicas, generan contaminación sólida, líquida y gaseosa. Todas estas fuentes de contaminación

puntuales y móviles está demostrando que gran parte de los países de nuestro planeta no cuenta con una metodología óptima en el aprovechamiento integral de los residuos sólidos.

En Perú se recomienda utilizar los residuos sólidos en la producción de compost, considerando que es un procedimiento de bajo costo, necesita mínima cantidad de materiales, su producción se realiza en menor tiempo y se obtiene un producto orgánico de calidad para fines agrícolas que pueda sustituir a los fertilizantes químicos utilizados en la agricultura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, A. (2019). Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales. In *19 de noviembre de 2019* (pp. 1–45). Recuperado de: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/PPT-Informe-Defensorial-181.pdf>
- Arboleda, M. (2015). Tecnología de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos. *Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 2(3), 33–40. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/8977/4b2e817262968b69bb8c5d94aac48a6593bc.pdf>
- Artunduaga, M., Losada, G., & García, T. (2015). *Impacto en la salud por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos*. 6(2), 46–50. Recuperado de: <https://revistas.usb.edu.co/index.php/IngUSBmed/article/view/1731>
- Cañedo, R., Barragán, M. C., Olivier, B., & Juárez, O. (2015). Población y salud en Mesoamérica. *Universidad de Costa Rica*, 12(2), 1–28. Recuperado de: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/psm/v12n2/a03v12n2.pdf>
- Castañeda, S., & Rodríguez, J. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, 116–125. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00116.pdf>
- Cedron, J., Moncada, A., & Mendoza, P. (2014). Análisis de biodiesel preparado a partir de residuos de aceite doméstico, mediante RMN. *Universidad de Ingeniería & Tecnología*, 80(1), 3–8. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v80n1/a02v80n1.pdf>

- Chávez, Á., & Rodríguez, A. (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Academia y Virtualidad*, 9(2), 90–107. Recuperado de: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/2004>
- Couto, I., & Hern, A. (2012). *Participación y rendimiento de la iniciativa privada en la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en la frontera México-Estados Unidos*. (664), 215–261. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v21n1/v21n1a7.pdf>
- Cruz, S., & Ojeda, S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 7–8. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/370/37029665017.pdf>
- Escalona, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuos sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2), 270–277. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000200011
- Forster, T., Pérez, M., Romero, L., & Sales, D. (2005). *Biometanización de residuos sólidos orgánicos procedentes de un restaurante: funcionamiento del reactor y efecto del inóculo* (Tesis de pregrado). Universidad de Cádiz, España. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/253329286_Biometanizacion_de_residuos_solidos_organicos_procedentes_de_un_restaurante_funcionamiento_del_reactor_y_efecto_del_inoculo
- González, A., Jiménez, I., Rodríguez, M., Restrepo, S., & Gómez, J. (2008).

Biocombustibles de segunda generación y Biodiesel: Una mirada a la contribución de la Universidad de los Andes. *Revista de La Facultad de Ingeniería de La Universidad de Los Andes*, 28, 70–82. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a11.pdf>

Herrera, V., Hernández, O., González, A. C., Núñez, A., Robles, L., & Ramona, L. (2015). Identificación de bacterias cultivables patógenas al humano en semicompostas de residuos agrícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(6), 1189–1201. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263140688004.pdf>

Isaza, G., Pérez, M., Laines, J., & Castañón, G. (2009). Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. *Universidad y Ciencia*, 25(3), 233–243. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000300005

Limachi, O. (2006). *Los efectos de la privatización del servicio de recolección de residuos sólidos en la ciudad de la Paz* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6129/T-902.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Martínez, J., Montoya, N., & Sierra, M. (2014). Energía del futuro: Bioalcoholes a partir de Residuos Sólidos Urbanos. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (77), 64–80. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/206/20633274006.pdf>

ONU (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de:

<https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>

Romero, A. (2010). La incineradora de residuos: ¿está justificado el rechazo social? *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 104(1), 175–187. Recuperado de: <http://www.rac.es/ficheros/doc/00913.pdf>

Reyes, A., Pellegrini, N., & Reyes, R. (2015). El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda, Venezuela. *Revista de Investigación*, 39(86). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3761/376144131008/html/index.html>

Salas, J., & Quesada, H. (2006). Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural. *Tecnología En Marcha*, 19(3), 9–16. Recuperado de: [http://Dialnet-ImpactoAmbientaldelManejoDeDesechosSolidosOrdinari4835817%20\(1\).pdf](http://Dialnet-ImpactoAmbientaldelManejoDeDesechosSolidosOrdinari4835817%20(1).pdf)

Salazar, N. (2018). *Manejo de residuos sólidos en las empresas alimentarias* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3586>

Sandoval, A. (2010). *Plan de saneamiento básico teniendo en cuenta el abastecimiento de agua potable, residuos sólidos domiciliarios y manejo de aguas residuales en el corregimiento de Betania en el municipio del Playón, Santander* (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga. Recuperado de: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/959/digital_19685.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sanmartín, G., Zhigue, R., & Alaña, T. (2017). El Reciclaje: Un Nicho De

Innovación Y Emprendimiento Con Enfoque Ambientalista. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(1), 36–40. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus05117.pdf>