

Evaluación del reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados por los servicios de un catering

Evaluation of the reuse of organic solid waste generated by catering services

Carlos Orlando Castillo Zavaleta^{1,a}, Carlos Del Valle Jurado^{1,b}

Recibido: 23/12/2022 - Aprobado: 04/02/2023 – Publicado: 30/03/2023

RESUMEN

El presente artículo tiene como finalidad comparar alternativas de reaprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados por los servicios de un catering, esta investigación se realizará mediante la verificación de estudios de no mayor a 5 años de antigüedad a la fecha actual, denotando sus avances en cada método a utilizar, mediante la comparación de métodos y resultados de cada estudio, para poder deslindar la mejor alternativa de reaprovechamiento, teniendo en cuenta el costo beneficio, las ventajas, desventajas y la viabilidad de cada estudio. Por lo cual en la presente investigación se tuvo como resultado optar por el reaprovechamiento de compostaje, debido a que es un proceso que genera grandes ganancias a poco costo, en lo general se reaprovecha un 80% de los residuos orgánicos, por otro lado, tenemos el aprovechamiento mediante la generación de energía mediante la obtención de biogás, siendo un proceso un poco más complicado debido a la mayor incidencia en costo/beneficio de esta alternativa de reaprovechamiento. Por ende, el artículo concluye en que estos 2 procesos de reaprovechamiento son efectivos, claro uno más económico y sencillo que el otro, pero destacando que ambos generan beneficios económicos.

Palabras claves: Reaprovechamiento, residuos sólidos orgánicos, explorar alternativas, compostaje, biogás.

ABSTRACT

The purpose of this article is to compare alternatives for the reuse of organic solid waste generated by catering services, this research will be carried out by verifying studies no older than 5 years to date, denoting their progress in each method. to be used, by comparing the methods and results of each study, in order to define the best reuse alternative, taking into account the cost benefit, the advantages, disadvantages and the feasibility of each study. Therefore, in the present investigation, the result was to opt for the reuse of composting, because it is a process that generates great profits at little cost, in general 80% of organic waste is reused, on the other hand, we have the use through the generation of energy by obtaining biogas, being a slightly more complicated process due to the higher incidence in cost/benefit of this reuse alternative. Therefore, the article concludes that these 2 reuse processes are effective, of course one is cheaper and simpler than the other, but noting that both generate economic benefits.

Keywords: Reuse, organic solid waste, explore alternatives, composting, biogas.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado, Lima, Perú.

a Autor para correspondencia: carlosorlando.castillo@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4610-6092>

b E-mail: cdelvallej@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3040-1396>

I. INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos se ha convertido en uno de los principales problemas en todo el mundo, el problema ocurre debido al crecimiento demográfico, al desarrollo económico y a un inadecuado manejo y disposición final de residuos sólidos (Khalib et al. 2014).

Una fracción de este residuo sólido representa materia orgánica, un residuo sólido orgánico, la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en los vertederos provocan un problema ambiental que también puede afectar la salud humana. Durante la descomposición de estos materiales orgánicos, se liberan varios gases y consecuentemente esta puede producir una reacción química. Los residuos sólidos orgánicos en el vertedero liberarán gases tóxicos como óxido nitroso y una alta concentración de dióxido de carbono. El gas metano producido por la biodegradación anaeróbica del residuo orgánico puede provocar incendios y explosiones (Tweib et al. 2011).

El grueso de la generación de residuos sólidos orgánicos se origina en sectores como la agricultura, comercio, mantenimiento de áreas verdes y en la producción de alimentos. En nivel mundial, la producción de alimentos utiliza el 25% de la tierra habitable, gasta el 70% del suministro de agua potable, causa el 30% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y el 80% de la deforestación mundial (FAO 2013). A nivel mundial, cada año se generan alrededor de 1 300 millones de toneladas de residuos orgánicos (Blakeney 2011). En perspectiva, se estima que cada año, los residuos orgánicos generan 3.3 Gt CO₂ y le cuesta al mundo \$ 750 mil millones de dólares americanos (FAO 2013).

Una de las técnicas más conocidos y extendidas a nivel mundial, sobre el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos y evitar o mitigar problemas relacionados a su manejo, es el compostaje; los residuos sólidos orgánicos contienen nutrientes necesarios para las plantas, como nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), entre otros (Sánchez 2015). La producción de combustible es otro sector donde se aprovechan los residuos sólidos orgánicos.

Aproximadamente 89 millones de toneladas de residuos orgánicos se generan cada año en la Unión Europea (DGE-ENV 2012). El 80% de este total de la cifra la representan las contribuciones del sector manufacturero (38%) y del sector doméstico (42%), destacando cómo surge en cada etapa de cadena de suministro de alimentos. En particular, los residuos domésticos producidos por los particulares en el hogar representan un problema desde el punto de vista logístico, dificultando una recogida y concentración múltiple en un solo lugar.

Según Jordi Pon, coordinador de productos químicos y derechos de la Organización de las Naciones Unidas Medio Ambiente, la composición de los residuos sólidos urbanos, en América Latina, la fracción orgánica representa más de la mitad, en países de bajos ingresos, el 75% de la basura descartada procede de la materia orgánica, mientras que en países con renta más elevada ese índice es de 36% (ONU 2017).

El crecimiento demográfico y la riqueza son factores que están causando el incremento de los residuos sólidos orgánicos, un aumento de la demanda energética y un factor del gradual agotamiento de los recursos de mayor uso. Los residuos sólidos orgánicos representan uno de los grupos más importantes de materiales de desecho producidos a nivel global y el ritmo de generación sigue creciendo (Munir et al. 2018).

Dentro del total de residuos sólidos, los residuos sólidos orgánicos representan el 50%, pudiendo llegar hasta el 80% (Wilson et al. 2012). Los residuos sólidos orgánicos están compuestos por residuos de alimentos y cocina (casa, restaurantes, colegios, universidades, hospitales, hoteles, etc), residuos de venta de orgánicos en mercados, residuos de mantenimiento de parques y jardines, y los provenientes de industrias de procesamiento de alimentos y madera (Hoorweg 2012). Por las grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos que se generan día a día y que aumenta año a año, es que esta se considera a este uno de los mayores problemas que se necesita abordar eficazmente (Aalok et al. 2008).

El artículo 40 del Decreto Legislativo N° 1278, define al tratamiento de residuos sólidos como el conjunto de procesos que varían las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para restar o descartar su potencial peligro a la salud o al medio ambiente, y conducidos a valorizar o facilitar la disposición final del mismo (MINAM 2017). En el capítulo dos de la misma norma habla sobre la valorización de los residuos sólidos, que es el reaprovechamiento del residuo, y esta puede ser una valorización material o energética, la primera contempla operaciones como: reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio- conversión, entre otras; para la valorización energética considera: coprocesamiento, coincineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros, muchos de estos procesos de valorización son para tratar los residuos sólidos orgánicos.

Se considera residuos de Servicios de Catering a los que son generados en restaurantes, cafeterías e instalaciones de producción de alimentos para consumo humano, estos residuos tienen potencial de ser reciclados (Lin et al. 2013). La valorización de los residuos de servicios de comida se basa en dos residuos: la utilización de aceite de cocina usado, este para aplicaciones técnicas / no alimentarias (biocombustibles y otros productos) y el tratamiento de residuos orgánicos y subproductos animales (generalmente por medios microbiológicos para compostaje y/o digestión anaeróbica) (Gale 2002).

El tratamiento de residuos sólidos a nivel global, considera el compostaje como medida de disposición final, como muestra se tiene que, en la UE, los residuos sólidos municipales generados fueron destinados en un 28% recicló, 28% se depositó en vertederos, el 27% fueron incinerados y un 16% compostados. Siendo el compostaje el método más aplicado para eliminar los residuos orgánicos, utilizado en Austria (32%), Países Bajos (27%) y Bélgica (21%). Eurostat (2016) como se citó en Ghinea et al. (2018).

Que una empresa cuente con una adecuada gestión ambiental, genera beneficios económicos, apertura a más mercados y mejora de la imagen corporativa de la empresa (Casavilca & Serrano 2016). En cuanto al beneficio económico del reaprovechamiento de residuos se sustenta en la economía circular, según el Parlamento Europeo (2015) como se citó en Guailupo et al. (2017), el reaprovechamiento de residuos extiende el ciclo de vida de los productos gracias a al tratamiento de residuos incluyendo su utilización.

Como se mencionó, una de las formas de reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos sucede con la producción de biocombustibles, entre los principales biocombustibles tenemos al bioetanol, biodiesel y biogás (Morelos 2016), este último es el que se obtiene mediante la digestión anaeróbica de los residuos sólidos orgánicos (Magaña et al. 2006).

El objetivo primordial del artículo es comparar y definir el tipo de reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados por un catering, teniendo en cuenta el costo/beneficio de cada uno de ellos. Como a la vez el segundo objetivo será incentivar a los generadores a realizar buenas prácticas de reaprovechamiento de los residuos mencionados.

II. MÉTODOS

La búsqueda bibliográfica se realizó en las fechas de octubre a noviembre del 2020, en las diferentes plataformas virtuales, entre ellas las Base de Datos tales como ProQuest, Wiley, Scopus entre otros; así también en los repositorios de tesis de diferentes universidades nacionales, como la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Universidad Nacional Agraria la Molina, Universidad de Cajamarca, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Continental, entre otros; y repositorios de tesis de universidades internacionales.

La estrategia de búsqueda se basó en la utilización de descriptores: compost, compostaje, residuos orgánicos, residuos domésticos, comedor, residuos cocidos, residuos crudos. Además, se estableció una antigüedad no mayor de 5 años del 2016 al 2021, para las fuentes bibliográficas.

Los recursos bibliográficos conseguidos tras la combinación de los descriptores oscilan entre 11 tesis y 8 artículos. Corresponden a fuentes primaria ya que son

informes de investigación basados en datos originales, recabados y analizados por el (los) autor(es), contenidos en revistas científicas, libros producto de una investigación, libros cuyas secciones son informe de investigación, trabajos de ascenso académico, tesis de maestría y doctorados Vallmitjana y Sabat (2008), Gao et al. (2009) y Swanepoel (2010) como se citaron en Osorio. A & Añez B. (2016).

Para validar la confiabilidad de la información se establecieron preguntas como ¿cuáles son los resultados?, ¿son confiables los resultados?, ¿son aplicables los resultados en el área del problema que se está abordado?

Los recursos bibliográficos se organizaron de acuerdo a una tabla de análisis y síntesis, que incluye la información esencial de cada estudio. Esto nos permitió comprar y contrastar los resultados de los variados estudios y poder identificar hallazgos comunes en los estudios.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de residuos sólidos orgánico generados en el servicio de catering

Como se citó en Casavilca y Serrano (2016), estima que hasta el 33 % de los residuos generados en establecimiento de comida, son restos de comida y pueden ser usados como alimento para animales o como abono para tierra. Por otro lado, específicamente en el proceso de preparación de alimentos y consumo de los mismos, Casavilca y Serrano (2016) indica que el 97.3% del total de residuos generados.

Estos residuos orgánicos en el proceso de preparación de alimentos y consumo son de dos tipos: los generados por los comensales, que corresponde a los restos de comida (cocidos), y los generados al momento de preparar los alimentos (crudos). Serna y Isaza (2017), en una investigación obtuvo 1 058.4 kg de residuos sólidos entre crudos y cocinados, luego de la limpieza y depuración 809.23 kg (604.2 kg de residuo crudo y 205.3 kg de residuo cocinado) estaban aptos para compostar.

Ghinea et al. (2018) indican que antes de elaborar el compost se debe establecer una receta, considerando factores como la relación C/N, humedad, tamaño de partícula, entre otros, de los residuos alimentarios a ser usados. Para ello hicieron una investigación, a nivel de laboratorio para determinar los principales factores de algunos residuos de frutas y verduras (ver Tabla 1).

Tabla 1. Resultados obtenidos se investigaron de factores de residuos de frutas y verduras

Residuos orgánicos	ph	CE	Humedad %	Cenizas %	Nitrógeno %
kiwi	<4	> 100 μ S / cm	80-82	5.4	*
naranja	<4	-	65	7-9	*
manzana	5	100-270 μ S / cm	80-82	4	*
plátano	5	> 100 μ S / cm	90	7-9	*
patatas	6-6.5	> 100 μ S / cm	80-82	7-9	0.18
zanahorias	6-6.5	100-270 μ S / cm	90	4	0.35
repollo	6-6.5	100-270 μ S / cm	90	5.4	*

Fuente: Elaborado a base de información extraída de Ghinea et al. (2018) Desarrollo de un modelo de compostaje de residuos alimentarios

* Contenido de nitrógeno: zanahorias> repollo > manzanas> plátano> kiwi> naranja> patatas.

Por su parte, Serna y Isaza (2017), elaboraron una tabla básica donde se indica valores de C/N y humedad de los residuos más comúnmente usados en el compostaje. De la cual se ha extraído la información que se muestra en la Tabla 2.

3.2. Reaprovechamiento de los residuos orgánicos residuos sólidos orgánico generados en el servicio de catering

En el caso de los residuos orgánicos generados en los establecimientos de comida, su reaprovechamiento radica en la generación de productos tales como el compost, biogás o biol, siendo los dos primeros los más comerciales en el mercado. La generación de productos se dará según el sistema de tratamiento, considerando los volúmenes de residuos orgánicos generados y sus características.

Para el tratamiento de residuos mediante biodigestor, requiere como alimentación una mezcla de residuos orgánicos triturados y mezclados con agua (en una relación de 1:1.2). El biogás generado puede ser usado para cocinar, iluminar y calentar al ser un gas parecido al butano y propano, que son de uso cotidiano. Asimismo, del proceso de generación de biogás, se obtiene como subproducto un fertilizante llamado biol que mejora el rendimiento de cultivos hasta en un 50%. Martí Herrero, 2013 como se citó en Guailupo et al. (2017).

De acuerdo al informe Digestión Anaerobia de Residuos Biológicos en Países en Desarrollo, 10 kg de residuos orgánicos produce 1 m³ de biogás, su valor calórico aproximado es 6 – 6.5 kWh/m³ como se citó en Guailupo et al. (2017).

Para la Ciudad de Palmira-Colombia, con una generación de 2400 toneladas/año de residuos de fruta y verduras y considerando el máximo potencial generador de metano de residuos de fruta y verduras, 0.710 m³ CH₄/kg SVadicionado, con un proceso biológico a través de digestión anaerobia, se podrían generar 1 058 141 m³ CH₄/año (Cadavid 2015) (ver Tabla 3).

Por otro lado, la producción de compost puede ser aeróbico o anaeróbico, siendo el compostaje aerobio es el método más utilizado para convertir los residuos orgánico a compost, y puede desarrollarse en hileras, pilas estáticas y compostaje en reactor. Serna y Isaza (2017). El compostaje es el método de tratamiento de residuos orgánico más sencillo y rápido, esto comparado con otras opciones de eliminación de residuos, tales como la incineración y relleno sanitario (Trabold & Babbitt 2018).

Ortiz y Gonzales (2015) indica que la optimización en el proceso de generación de compost, consiste en la disminución del tiempo y costos de producción, y mejorar la calidad del producto. Haciendo un comparativo de compost preparados, tipo convencional, con microorganismos eficaces o inóculo, donde los microorganismos eficaces son regados en los días de volteo y el inóculo es adicionado al momento de la formación de la ruma a compostar. De los tres tipos de compostaje con inóculo tiene mejores resultados en cuanto al tiempo de cosecha, seguido el compostaje con microorganismos eficaces, por último, el compostaje tipo convencional.

Casavilca y Serrano (2016) señala que, del compost total producido, el producto final representa un 65%, y existe un 35% de pérdida como merma durante el proceso. De la elaboración del compost con 1 232 kg (2.59 m³) de residuos orgánicos frescos generados en el comedor de la UNALM, se obtuvo como compost 0.67 m³, con 0.44m³ de producto final y 0.23m³ de merma, con un costo de producción de S/. 206.54 para producir 0.44 m³.

Por otro lado, la producción de compost puede ser aerobio o anaerobio, siendo el compostaje aerobio es el más utilizado para convertir los residuos orgánico a compost, y puede desarrollarse en hileras, pilas estáticas y compostaje en reactor (Serna & Isaza 2017). El compostaje es uno de sistemas de estabilización y reducción de masa de residuos de tratamiento de residuos más usado, por su sencillez y rapidez. Esto comparado con otras opciones de eliminación

Tabla 2. Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia

Compost	Relación C/N	Humedad %
Residuos de comida	19	69
Restos de fruta	40	80
Pulpa de café	20	60

Fuente: Adaptación de Serna y Isaza (2017) Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en doce (12) instituciones educativas en el casco urbano de Santa Rosa de Cabal, Risaralda, que prestan el servicio de restaurante escolar

Tabla 3. Beneficio energético para la ciudad de Palmira

Material	Potencial de metano (m ³ CH ₄ /kg SVadicionado)	Cantidad generada (Ton/año)	Energía térmica (MWh)	Energía eléctrica (MWh)	Valor económico (millones de pesos)
Residuos de frutas y verduras	0.710	2 400	5 259	3 155	1 050

Asumiendo que todo el metano producido se usa para producir energía térmica.

- a. Asumiendo que todo el metano producido se usa para producir energía eléctrica.
- b. Sólo de la energía eléctrica posible de producir, con los precios del KWh para Palmira.

Fuente: adaptación de Cadavid (2015) Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de energía renovable en una ciudad colombiana.

de residuos, tales como la incineración y relleno sanitario (Trabold & Babbitt 2018).

Ortiz y Gonzales (2015) indica que la optimización en la generación del compost consiste en disminuir los tiempos de producción, mejorar la calidad del producto, y los costos de producción. Haciendo un comparativo de los compost preparados, tipo convencional, con microorganismos eficaces o inóculo, donde los microorganismos eficaces son regados en los días de volteo y el inóculo es adicionado al momento de la formación de la ruma a compostar. De los tres tipos de compostaje con inóculo tiene mejores resultados en cuanto al tiempo de cosecha, seguido el compostaje con microorganismos eficaces, por último, el compostaje tipo convencional.

Del compost total producido, se tiene que el producto final representa un 65%, y existe un 35% de pérdida como merma durante el proceso (Casavilca & Serrano 2016).

Como señala Casavilca y Serrano (2016), de la elaboración del compost con 1 232 kg (2.59 m³) de residuos orgánicos frescos generados en el comedor de la UNALM, se obtuvo como compost 0.67 m³, con 0.44m³ de producto final y 0.23m³ de merma, con un costo de producción de S/. 206.54 para producir 0.44 m³ (ver Tabla 4).

IV. DISCUSIÓN

4.1. Propuesta 1 – Producción de Energía

La ventaja medioambiental más importante consiste en la disminución de las emanaciones de gases de efecto invernadero (CO₂ y CH₄). Mediante la obtención de biogás, se evitarán las emanaciones a la atmósfera de 7,1 toneladas de CO₂ al mes. Además, la conversión de desechos ecológicos en biogás aumenta de modo indirecto la conservación del suelo y del medio ambiente (Hernani & Rodríguez 2016).

Su generación de energía (biogás) complementará las carencias de los consumidores de fuentes de energías no regenerables, tales como el diésel o la gasolina. También aumentará la producción de fuentes de energía alternativas (Hernani & Rodríguez 2016).

4.2. Propuesta 2 – Producción de Compost

La elaboración de compost, como ya se ha visto, es un método simple, aunque aún pueden surgir algunas complicaciones. Más adelante se enumeran los inconvenientes registrados con mayor frecuencia, sus motivos y sus probables respuestas. Tal y conforme se ve, uno de los factores que

más influyen es la diferencia de temperatura y humedad. Controlando estas dos magnitudes, mejoramos así la composición del compost (Hernani & Rodríguez 2016).

Mejorando el tratamiento, la composición del compost influirá más en la capacidad de fertilización del terreno donde se aplique, lo que repercutirá más en la valorización de los terrenos no fértiles y en la obtención de resultados más satisfactorios (Hernani & Rodríguez 2016).

V. CONCLUSIÓN

El reaprovechamiento de residuos orgánicos generados por el servicio de un catering, se lleva a cabo mediante sistema de tratamiento de biodigestor, generándose biogás, y compostaje, generándose compost.

Se evaluaron 2 tipos de métodos en el reaprovechamiento de residuos Sólidos orgánicos, teniendo en cuenta los beneficios económicos de cada uno y la relación precio/ganancias. El tratamiento de residuos mediante biodigestor y el mediante el compostaje, siendo el método de compostaje tipo aeróbico el más utilizado.

Finalmente, mediante la elaboración de esta investigación, incentivará a las personas a dar un adecuado uso de los residuos sólidos orgánicos procedente de los alimentos y así dar una posible solución a esta problemática.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a todos los docentes de la Escuela de Postgrado que contribuyeron directa e indirectamente en la ejecución de esta investigación.

VII. REFERENCIAS

- Asha Aalok, A.K. Tripathi & P. Soni (2008) *Vermicomposting: A Better Option for Organic Solid Waste Management*, *Journal of Human Ecology*, 24:1, 59-64, <https://doi.org/10.1080/09709274.2008.11906100>.
- Blakeney, M. (2011) *Food loss and food waste: Causes and solutions*. In *Food and Agriculture Organization*. (1ra. ed.). Inglaterra: Edward Elgar Publishing Limited, <https://doi.org/10.4337/9781788975391>.
- Cadavid Rodriguez, L. S. (2015). *Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de energía renovable en una ciudad colombiana*. *Energética*, (46), 23–28. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/46142>.

Tabla 4. Equivalencia de residuos orgánicos en m³ a kg de compost y costo por kg

Compost	m ³ (Residuos Orgánicos)	m ³ (Compost Producidos)	%	kg de Compost	Costo S/.	Costo por Kilo S/.
Volumen producto final	1.69	0.44	65	241.33	206.54	0.88
Volumen de la merma	0.90	0.24	35	-	-	-
Compost total	2.59	0.67	100	241.33	206.54	0.88

Fuente: Casavilca y Serrano (2016) "Propuesta de un Programa de eco-eficiencia para la reducción de residuos orgánicos y servicios en el comedor de la UNALM"

- Casavilca Lozano, G. & Serrano Gonzales, E. (2016) *Propuesta de un Programa de eco-eficiencia para la reducción de residuos orgánicos y servicios en el comedor de la UNALM*. (Tesis de ingeniería en Agronomía). Lima: UNALM
- Food and Agriculture Organization. (2013) *Food wastage footprint. In Food and Agriculture Organization of the United Nations* [documento en pdf]. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>.
- Gale, P. (2002) *Risk Assessment: Use of Composting and Biogas Treatment to Dispose of Catering Waste Containing Meat* [documento en pdf]. Recuperado de https://www.organics-recycling.org.uk/dmdocuments/Risk_assessment_2002.pdf
- Ghinea C, Apostol LC, Prisacaru AE, Leahu A. (2019) *Development of a model for food waste composting*, 26(4):4056-4069, <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3939-1>.
- Guaillupo Príncipe, J.; Motta Serrano, D. & Quiroz Flores. S. (2017) *Gestión de residuos orgánicos en el restaurant El Mesón - Santa Anita para la producción de biogás*. (Tesis de licenciatura en Gestión, con mención en Gestión Empresarial). Lima: PUCP
- Hernani Astete, D. & Rodriguez Peña, J. (2016) *Análisis de factibilidad de sistema de aprovechamiento energético de residuos sólidos orgánicos en una unidad minera subterránea*. (Tesis de ingeniería de Minas). Lima: PUCP
- Hoornweg, D. & Bhada-Tata, P. (2012) *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Urban development series; knowledge papers no. 15. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388> License: CC BY 3.0 IGO.
- Izasa Vallejo, O. & Serna Morales, C. (2017) *Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en doce (12) instituciones educativas en el casco urbano de Santa Rosa de Cabal, Risaralda, que prestan el servicio de restaurante escolar*. (Tesis de Licenciatura en Administración Ambiental). Pereira: UTP.
- Khalib, S. N. B.; Zakarya, I. A. & Tengku Izhar, T. N. (2014). *Mini Review: Environmental Benefits of Composting Organic Solid Waste by Organic Additives in Malaysia*. *Bulletin of Environmental Science and Management*. 2. 1-7.
- Lin, C.; Pfaltzgraff, L.; Herrero Davila, L.; Mubofu, E.; Solhy, A.; Clark, J.; Koutinas, A.; Kopsahelis, N.; Stamatelatou, K.; Dickson, F.; Thankappan, S.; Zahouily, M.; Brocklesby, J. & Luquek, C. (2013). *Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective*. *Energy & Environmental Science*. 6. 426-464, <https://doi.org/10.1039/C2EE23440H>.
- M. Tajammal, M.; Seyed Soheil Mansouri, I. U.; Saied Baroutian, K. V. G.; Brent R.; Y. (2018). *Resource recovery from organic solid waste using hydrothermal processing: Opportunities and challenges*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 96, Pages 64-75, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.039>.
- Magaña, R.; J. Luis; Torres R.; Ernestina; Martínez G., Martín T.; Sandoval Juárez, C.; Hernández Cantero, R. (2006) *Producción de Biogás a Nivel Laboratorio Utilizando Estiércol de Cabras* *Acta Universitaria*, vol. 16, núm. 2, mayo-agosto, 2006, pp. 27-37, México: Universidad de Guanajuato Guanajuato.
- Ministerio del Ambiente (2017) *Decreto Legislativo No 1278 Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos* [en línea]. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>.
- Morelos Gómez, José. (2016). *Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina*. *Estudios Gerenciales*, 32(139), 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.01.001>.
- Organización de las Naciones Unidas (2017) *Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día*. [en línea]. Recuperado de <https://www.aa.com.tr/es/mundo/onu-aumenta-la-generaci%C3%B3n-de-basuras-en-latinoam%C3%A9rica-y-el-caribe/974785>.
- Ortiz Pérez, D. & Gonzales Chávez, T. (2015) *Tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos del Mercado Central Virgen de Fátima Huaraz- Ancash, optimizando el Proceso de Compostaje*. (Tesis de ingeniería Sanitaria). Huaraz: UNASAM.
- Osorio A., Belkis E., & Añez B., Esteban. (2016). Estructura referencial y prácticas de citación en tesis doctorales en educación. *Revista de Investigación*, 40(89), 105-122. [en línea]. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142016000300006&lng=es&tlng=es.
- Sánchez Huaranca, E. A. (2015) *La gestión integral de los residuos sólidos en los gobiernos locales y su regulación jurídica*. (Tesis de abogacía). Lima: USMP
- Trabold, T. & Babbitt; C. W. (2018). *Sustainable Food Waste-To-energy Systems*, *Academic Press*, Pages 29-45, ISBN 9780128111574, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811157-4.00003-6>.
- Tweib, S. A.; Rahman; R. A. & Kalil, M. S. (2011) *A Literature Review on the Composting*. International Conference on Environment and Industrial Innovation. [en línea]. Recuperado de <http://ipcbee.com/vol12/24-C10006.pdf>.
- European Commission, Directorate-General for Environment (2012). *Preparatory study on food waste across EU 27: final report*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/85947>.
- Wilson DC, Rodic L, Scheinberg A, Velis CA, Alabaster G. (2012). *Comparative analysis of solid waste management in 20 cities*. *Waste Management & Research*. 2012;30(3):237-254. <https://doi.org/10.1177/0734242X12437569>

Contribución de autoría

Conceptualización: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Curación de datos: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Análisis formal: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Adquisición de fondos: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Investigación: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Metodología: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Administración del proyecto: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Recursos: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Software: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Supervisión: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Validación: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Visualización: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Redacción - borrador original: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado; Redacción - revisión y edición: Carlos Castillo Zavaleta; Carlos Del Valle Jurado