



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Obtención de compost a partir de residuos orgánicos segregados desde la fuente, en el distrito de Bambamarca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Bach. Jose Manuel Garcia Campos (ORCID: 0000-0001-8878-6690)

ASESOR:

Dr. John William Caján Alcántara (ORCID: 0000-0003-2509-9927)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios.

Por permitirme llegar hasta este lugar y
brindarme salud para
alcanzar mis objetivos, asimismo por su infinita
bondad y amor.

A mi padre.

A mi querido padre, quien partió hace poco a la
eternidad, pero quien me dejó grandes
enseñanzas e hizo de mi un hombre de bien.

Jose Manuel

Agradecimiento

A Dios por proporcionarme la fortaleza necesaria para seguir adelante a pesar de las dificultades, y colocarme en el mejor camino, iluminando cada pasó de mi vida.

A mi novia por ser el eje primordial en todo lo que soy, en toda mi alineación, tanto académica, como en mi vida personal, por su maravilloso apoyo a través del tiempo.

A mis maestros de la Universidad César Vallejo y a mis amigos, quienes me brindaron sus conocimientos y sugerencias para emprender el camino de la superación.

A todos que de una u otra manera contribuyeron a la realización de esta investigación.

Jose Manuel

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad



Declaratoria de Originalidad del autor

Yo, García Campos Jose Manuel, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo - Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

Obtención de compost a partir de residuos orgánicos segregados desde la fuente, en el distrito de Bambamarca, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 09 de octubre del 2020

Garcia Campos Jose Manuel	
DNI: 41376590	Firma 
ORCID: 0000-0001-8878-6690	



Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	18
2.1. Tipo y diseño de investigación	18
2.2. Operacionalización de variables	18
2.3. Población, muestra y muestreo	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
2.5. Procedimiento	20
2.6. Métodos de análisis de datos	21
2.7. Aspectos éticos	21
III. RESULTADOS	22
IV. DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES	38
VI. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS	40
ANEXOS	42

Índice de tablas

Tabla 01. <i>Control de la aireación</i>	10
Tabla 02. <i>Parámetros de humedad óptimos</i>	12
Tabla 03. <i>Parámetros de temperatura óptimos</i>	13
Tabla 04. <i>Parámetros de pH óptimos</i>	14
Tabla 05. <i>Parámetros de la relación carbono/nitrógeno</i>	14
Tabla 06. <i>Control del tamaño de partícula (cm)</i>	15
Tabla 07. <i>Fuentes de segregación</i>	18
Tabla 08. <i>Total de residuos segregados</i>	22
Tabla 09. <i>Porcentajes de residuos orgánicos recolectados en agosto y setiembre</i>	24
Tabla 10. <i>Peso de los residuos orgánicos segregados diariamente del mes de agosto.</i>	26
Tabla 11. <i>Peso de los residuos orgánicos segregados diariamente del mes de setiembre.</i>	27
Tabla 12. <i>Resultados del análisis del compost</i>	31
Tabla 13. <i>Resultados del uso del compost.</i>	31

Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Hongo indicador de la fase mesófila II.....	8
<i>Figura 02.</i> T°, oxígeno y pH en el proceso de compostaje	9
<i>Figura 03.</i> Modeladores de composteras.	15
<i>Figura 04.</i> Planta de compostaje.	19
<i>Figura 05.</i> Comparación de pesos de residuos sólidos orgánicos (kg).	22
<i>Figura 06.</i> Recolección de residuos sólidos orgánicos de agosto según fuente de segregación (kg).	23
<i>Figura 07.</i> Recolección de residuos orgánicos de setiembre según fuente de segregación (kg).	23
<i>Figura 08.</i> Porcentaje de residuos orgánicos recolectados en agosto y setiembre.....	24
<i>Figura 09.</i> Porcentaje de residuos orgánicos segregados en los comercios ambulatorios en los meses de agosto y setiembre.	25
<i>Figura 10.</i> Porcentaje de residuos orgánicos segregados en el mercado los meses de agosto y setiembre.....	25
<i>Figura 11.</i> Porcentaje de residuos orgánicos segregados en las viviendas en los meses de agosto y setiembre.	26
<i>Figura 12.</i> Distribución de las áreas en la zona de la planta de compost.....	30

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo principal determinar la influencia de los residuos orgánicos segregados desde la fuente, para la obtención de compost en el distrito de Bambamarca. La población está conformada por los residuos orgánicos que segregan los comerciantes del Mercado Central, ambulantes, así como las principales viviendas de la ciudad. El tipo de investigación ha sido pre experimental, para lo cual se relacionó la variable independiente: “segregación de residuos orgánicos desde la fuente” con la obtención de compost. Las técnicas e instrumentos utilizados fueron el de la observación, gracias al cual se tomó información para su posterior análisis y trabajo de gabinete. El proceso de valorización de residuos orgánicos consistió en la construcción de una planta de compostaje con geomembrana, como lugar de depósito de los residuos una vez segregados desde la fuente, y en el proceso de transformación se controlaron ciertos parámetros como la humedad, la temperatura y pH; asimismo, se optó por acelerar la descomposición de la materia orgánica utilizando EM- COMPOST. El proceso duró un aproximado de tres meses hasta su secado, tamizado y encostalado para su uso posterior en cultivos. La principal conclusión a la que llegamos fue que los residuos orgánicos representan un alto grado de influencia dentro de la valoración de residuos como la elaboración de compost puesto que constituyen el 50 % del total de residuos sólidos, porcentaje que es considerable y que puede ser aprovechado en mayor medida si son segregados desde la fuente.

Palabras Claves: Segregación en fuente, residuos orgánicos, compostaje.

Abstract

The main objective of the present study was to determine the influence of organic waste segregated from the source, to obtain compost in the district of Bambamarca. The population is made up of organic waste that the Central Market merchants, street vendors, as well as the main houses of the city segregate. The type of research has been pre-experimental, for which the independent variable: “segregation of organic waste from the source” was related to obtaining compost. The techniques and instruments used were that of observation, thanks to which information was collected for subsequent analysis and office work. The organic waste recovery process consisted of the construction of a composting plant with geomembrane, as a place of deposit of the waste once it had been segregated from the source, and in the transformation process certain parameters such as humidity, temperature and pH; likewise, it was decided to accelerate the decomposition of organic matter using EM-COMPOST. The process lasted approximately three months until it was dried, sieved and laid for later use in crops. The main conclusion we reached was that organic waste represents a high degree of influence within the valuation of waste such as compost production since it constitutes 50% of the total solid waste, a percentage that is considerable and that can be used to a greater extent if they are segregated from the source.

Keywords: Segregation at the source, organic waste, composting.

I. INTRODUCCIÓN

Desde que existe vida en nuestro planeta, existen residuos, los mismos que no significaban un gran problema en tiempos antiguos puesto que el número de pobladores era mucho menor al que existe en la actualidad y el espacio disponible para la asimilación de residuos era inmenso, situación que hoy por hoy se ha invertido, ya que con el aumento significativo de la población se incrementa también el porcentaje de residuos sólidos, el mismo que se intensifica año tras año.

Según el informe denominado: “What a Waste 2.0”, emitido por el Banco Mundial en el año 2018, cada año generamos en nuestro planeta 2010 millones de toneladas de desechos sólidos producto de la urbanización vertiginosa y el aumento de la población, que harán que, en un futuro no mayor a treinta años, el volumen de residuos se incremente en un 70 %. (Mundial, 2018)

Con estos índices, nuestro país, a través del MINAM ha incluido en el PLANAA PERÚ 2011-2021 la gestión integral de residuos sólidos, la misma que estará a cargo de los gobiernos locales, quienes deben tomar distintas iniciativas y desarrollar proyectos que estén encauzados a manejar convenientemente los desechos como el reciclaje, producción de compost, la construcción de infraestructuras destinadas al manejo de desechos, separación en fuente, etc. (MINAM, 2016 p. 13)

Según el informe reportado por distintos gobiernos locales a través de la plataforma SIGERSOL y estudios de caracterización de desechos sólidos, un 53,16 % de desechos corresponden a material orgánico, lo que significa un alto porcentaje que puede ser nuevamente aprovechado a diferencia de los residuos sólidos inorgánicos. En este sentido, se programa el procedimiento para el beneficio y producción de este tipo de residuos que en situación es una fuente de riqueza que bien tratada se convierte en un medio muy apreciable para la siembra y el medio ambiente. (MINAM, 2016 p. 20).

Por su parte, la localidad de Bambamarca, es el lugar donde voy a desarrolle mi trabajo de investigación, en los últimos años ha indicado un aumento significativo en su población, la misma que hasta el año 2017 asciende a 23,756 habitantes, generando un incremento de

materia desechable; así pues, según el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (ECRSM -2017); se precisó que la generación de residuos por persona en la localidad de Bambamarca asciende a 0.450 Kg/día, generando 10.694 toneladas por día en su totalidad, de las cuales el 72.78 % corresponde a una generación domiciliaria, mientras que el 27.22 % es de origen no domiciliario. (MPH-Bambamarca, 2017 p. 117).

En el estudio de referencia se determinó, además, que la composición de los residuos orgánicos para elaborar compost representa un porcentaje de 51,40 %, es decir, 5.74 toneladas diarias de residuos orgánicos, los mismos que están siendo desperdiciados puesto que no se ha procurado eficazmente su minimización en los botaderos de basura, en donde terminan gran parte de estos residuos, debiendo promoverse su valorización a través de proyectos relacionados con la segregación o separación en fuente y compostaje. (MPH-Bambamarca, 2017 p. 117).

Por todo lo anteriormente expuesto, se advierte que en el distrito de Bambamarca es necesario desarrollar mejores técnicas de gestión de residuos orgánicos segregados desde la fuente a fin de que sean valorizados gracias a la construcción e instalación de una planta de valorización de desechos orgánicos, que involucre tecnología nueva y una mayor inversión de recursos sosteniblemente.

Para dar mayor sustentabilidad a la investigación se revisó algunos estudios previos referentes a las variables de la investigación, teniendo en cuenta a: (Jara Samaniego, 2016 p. 53), quien realizó un trabajo de investigación denominado “Oportunidades de Valorización mediante Compostaje de los Residuos Orgánicos de Origen Urbano y afines en Ecuador: Propuesta de Gestión para la Provincia de Chimborazo”, da a conocer cuán importante es efectuar un estudio completo de la porción orgánica de los desechos de origen urbano y afines que se forman en diferentes partes y que en la actualidad terminan en un botadero a cielo abierto; sin embargo, estos residuos presentan niveles altos en nutrientes, son biodegradables, convirtiéndose en elementos capaces de ser utilizados en técnicas de compostaje.

Por otro lado, Márquez (2008), hizo un estudio denominado: “Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia”, concluyendo que los principales factores que intervienen en el beneficio positivo de programas de utilización de desechos orgánicos urbanos son: que exista colaboración de todas las personas que actúan en el proceso, continua intervención de las Municipalidades como organismos activos de recaudación, traslado, inspección y gestión de los proyectos, programación del proceso con una perspectiva clara de los objetivos y los beneficios a lograrse a corto y largo plazo, estudios de posibilidad, diseños previos que constituyan tácticas que hagan posible una mayor permanencia del proyecto en la población, así como el hecho de que exista orientación interna y externa del proyecto, así como educación.

Entre los trabajos nacionales tenemos: Estrada, (2017 p. 144), en su tesis “Propuesta de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma”, plantea capacitación ambiental, sensibilización de la población a través de técnicas de segregación en la fuente, a fin de mejorar el servicio de limpieza pública, por otra parte se pensó en implementar una infraestructura modelo de compostaje a fin de aprovechar los desechos orgánicos y así mejorar la disposición final de los mismos.

Sin embargo Minaya (2013 p. 160), en su trabajo de tesis denominado: “Obtención de Compost a partir de Residuos Orgánicos Impermeabilizados con Geomembrana” llegó a la conclusión que el diseño que se empleó en la producción de compost, estuvo orientado estratégicamente para su obtención en menos días, lo que se debió básicamente al hecho de que el madero impermeabilizado con la geomembrana y la transparencia del techo, contribuyeron a absorber la temperatura cálida necesaria para la desintegración de los restos degradables, técnica que ayudó a la reducción del consumo de agua en tanto que tal desintegración, la misma que ocurría al interior de cajas impermeabilizadas generaba un ambiente apropiado para la labor de los microorganismos.

Entre los trabajos regionales tenemos a Esperanza, (2018 p.51), en su tesis denominada: Propuesta de un Programa de Valorización de Residuos Orgánicos Municipales- Cutervo, 2018, elaboró un plan anual de valorización de desechos orgánicos del programa de separación en la fuente y recolección selectiva de los desechos sólidos municipales ejecutados por la Municipalidad Provincial de Cutervo, donde se podrá tratar la fracción

orgánica mediante compostaje de un total de 60 toneladas generadas de junio a noviembre, mediante la técnica del compostaje, esto en concordancia con los lineamientos aprobados por los entes correspondientes detallados en la meta 25; insumo utilizado para la elaboración de la propuesta del programa de valorización que se presenta como una opción factible frente a la disposición final de los restos municipales para el año 2018.

Desde la posición de (Miguel, 2015 p. 102) quien realizó su tesis denominada: “Elaboración de un plan de segregación de residuos orgánicos para la producción de compost en el distrito de Chancay- San Marcos- Cajamarca 2015”, se concluyó que la técnica de segregar desechos orgánicos con la finalidad de convertirlos en compost es asequible, pues se dan los escenarios para su aplicación, de igual forma se concluyó que la técnica de segregación optimizará la calidad de vida de muchos habitantes que radican en el distrito de Chancay, evitándose el menoscabo del medio ambiente a la vez que se contribuye con la agricultura en la medida que se utilice el compost.

Para fundamentar científicamente la presente investigación se ha revisado las teorías básicas referidas a las variables de investigación, destacando lo siguiente:

Teniendo en cuenta al Decreto Legislativo N° 1278, se le considera a la sustancia, materia o componente que es efecto del empleo de un bien y que por sí solos están faltos de valor financiero, puesto que son productos que ya no requerimos, pero que en muchos de los casos pueden ser aprovechados. “Los desechos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional vigente” (Binner, 2016 pág. 23). De lo anteriormente expuesto, se puede advertir que los residuos sólidos, componen aquella materia desechable, luego de su vida útil, la misma que por sí sola es carente de valor.

Concurren numerosas categorizaciones de desechos, pero la clasificación en la que nos vamos a enfocar en este trabajo de investigación, es la clasificación relacionada a su naturaleza, la misma que se divide en: residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. (OEFA, 2016 p. 16)

Residuos sólidos orgánicos, según J. Garro, “La materia orgánica es toda sustancia de origen vegetal o animal que se encuentra en el suelo, cuando proviene de plantas estará conformada por hojas, troncos y raíces, o bien originarse de animales e incluso microorganismos, por lo que estará conformada por cuerpos muertos y sus excretas” (Garro Alfaro, 2017 p. 22). Según tal concepto, los desechos orgánicos son aquellos cuyo comienzo es biológico y se degradan naturalmente, en un tiempo relativamente corto. Con una técnica apropiada, pueden reutilizarse como fertilizantes tales como el compost, humus y otros más.

Residuos sólidos inorgánicos, aquellos cuyo comienzo es mineral o procedentes de la industria, su desintegración no se efectúa fácilmente; no obstante, se pueden aprovechar nuevamente gracias a métodos de reciclaje. (OEFA, 2016 pp. 15-32)

La Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos (Guía PIGARS 2001), señala que es toda acción técnica operativa que abarca manipulación, preparación, traslado, entrega, procedimiento, disposición final y tratamiento de desechos, desde su generación hasta su disposición final. (CONAM, 2001 p. 17).

Por otro lado, la valorización es el ejercicio cuyo fin principal consiste en que los residuos sirvan a un fin útil y sean reaprovechados en los procesos productivos, al suplir a otros recursos y así minimizar el promedio de desechos que llegan al botadero de basura. Es también aquel acto de recuperación y tratamiento que permite a la mayoría de desechos estar en condiciones de ser vueltos al mercado (Corropoli, 2002 p. 3).

Existen diversas formas de valorizar los residuos, ejemplo de ello son: el reciclado, el compostaje, el reúso, la recuperación de aceites, la bio-conversión, entre otras opciones que, mediante procesos de mutación química, física u otros, han demostrado su asequibilidad técnica, económica y sobre todo ambiental. De acuerdo con el artículo 48° del D.L N° 1278, los preceptos vinculados a la valorización se ejecutarán coordinadamente con los mandos sectoriales competentes.

Al respecto, el artículo 51° del D.L. N° 1278 refiere que las municipalidades deben procurar dar preferencia al hecho de valorizar residuos orgánicos que provienen de mercados municipales, espacios verdes, y de ser posible, los desechos orgánicos domiciliarios a fin de que éstos también puedan ser de utilidad.

Cuando se define a la segregación en la fuente es aquella actividad consistente en apartar cierta clase de desechos, con tipologías físicas análogas, a fin de ser manipulados en atención a éstas. La finalidad es aprovechar, tratar o comercializarlos mediante una segregación segura, con el fin de garantizar la salubridad de aquello que lo compone.

El artículo 41° del D.L. N° 1278 versa sobre la disposición final, siendo ésta la fase final de la administración de los residuos sólidos, al disponerlos permanentemente en una zona sanitaria y ambientalmente segura. Aquellos residuos que ya no puedan ser objeto de valorización, deberán ser enclaustrados y/o aprisionados en instalaciones facultadas formalmente, conforme a sus peculiaridades biológicas, químicas y físicas a fin de desaparecer o minimizar un potencial peligro que importe daño al ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, especifica cómo compostaje a la mezcla de materia orgánica en putrefacción en situaciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Asimismo, el compost es un método indicado con la finalidad de organizar residuos orgánicos mediante su empleo como enmiendas de suelos o componentes de sustratos de cultivo (Moreno, 2011 p. 287).

En todo el curso que se sigue para conseguir compost se pueden advertir distintas etapas, las mismas que necesariamente deben efectuarse a fin de que se obtenga compost apto y de calidad (Román, 2013 p. 112).

Fases del proceso de compostaje, llamado la doctrina, en su mayoría ha considerado que son cuatro las etapas del proceso de compostaje, las cuales son:

Fases mesófilas, parte más eficiente del compostaje en la que se aumenta apresuradamente la temperatura (10 a 40° C), el pH experimenta amplias variaciones y se degradan los componentes orgánicos más simples. (Moreno, 2011 p. 130)

Para Román (2013 p. 23), el material de traslado empieza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en faltos días (e incluso en horas), la T° crece hasta los 45°C. El aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que este ciclo de los microorganismos utiliza las fuentes sencillas de C y N generando calor. La putrefacción de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase perdura pocos días (entre dos y ocho días).

Fase termófila o de higienización. El material adquiere T° mayores a 45°C, las bacterias que se desarrollan a temperaturas medias microorganismos mesófilos son sustituidos por aquellos que ascienden a mayores T°, en su mayoría bacterias termófilas, que actúan suministrando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos ejercen transformando el N en NH₃ por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C salen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta etapa puede perdurar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las situaciones climáticas y del lugar, y otros factores.

Esta etapa también toma el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como Escherichia coli y Salmonella spp. Potencialmente, este período es significativo pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan huevos de helminto y los quistes, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden hallar en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

En breves palabras, para Moreno y Moral (2011 p. 31), en este ciclo proliferan únicamente microorganismos termotolerantes y termófilos, los no termotolerantes, incluyendo patógenos y parásitos, son inhibidos.

Fase de enfriamiento o mesófila II, acabadas las fuentes de C y en exclusivo el N en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta etapa, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y surgen algunos hongos evidentes a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se conserva ligeramente alcalino. Esta etapa de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.



Figura 01. Hongo indicador de la fase mesófila II
Fuente: M.M. Martínez. CATA-USM, Chile.

Fase de maduración, el tiempo que tarda meses a temperatura ambiente, durante los cuales se ocasionan reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. (Román, 2013 p. 25).

Moreno y Moral (2011 p. 132) refieren que conforme avanza la maduración el compost se parece bastante a la de ambientes oligotróficos como los suelos. A la actividad de hongos y bacterias durante la maduración se suma la de otros organismos como los protozoos, nemátodos y miriápodos, que favorecen a la degradación y estabilidad final de la materia orgánica.

ambientales, a la materia prima utilizada, a los métodos utilizados, y otros elementos, por lo que algunas medidas pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo cuidado constante para que consten dentro de un nivel recomendable. (Román, 2013 p. 25).

Es importante conservar una correcta aireación en el compostaje, pues esto permite que los microorganismos puedan respirar y se libere CO₂; asimismo, una adecuada aireación va a evitar la compactación del material. En la fase termófila es donde existe mayor necesidad de consumo de oxígeno, variando esta necesidad en cada fase del proceso.

El nivel de oxígeno deseado es de 10 %, el mismo que no debe bajar del 5 %. El efecto inmediato de aireación en demasía significaría caído de temperatura y detrimento de humedad por evaporación, interrumpiéndose el proceso al faltar el agua, provocando la deshidratación de las células de los microorganismos y la detención de la presteza enzimática, la misma que se encarga de degradar los combinados. Una aireación mínima, por el contrario, imposibilita una evaporación necesaria de agua, provocando humedad en exceso y un ambiente de anaerobiosis., aquello a su vez trae como consecuencia la producción de olores desagradables, así como de acidez debido a la presencia de H₂S y CH₄ en exceso. (Román, 2013 p. 25).

Tabla 01. *Control de la aireación*

Porcentaje de aireación	Problemas		Soluciones
< 5%	Baja aireación	La escasa evaporación de agua, genera demasía de humedad y un ambiente de anaerobiosis.	Voltear la mezcla y/o adición de material estructurante permite la ventilación.
5% - 15% Nivel ideal			
> 15%	Exceso de aireación	El descendimiento de Temperatura y vaporización del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por la falta de agua.	Picar el material a fin de comprimir el tamaño de poro y así comprimir la aireación. Se debe regular la humedad, bien abasteciendo agua al material o agregando materiales frescos con mayor contenido de agua (restos de verduras y frutas, césped, purines y otros).

Fuente: FAO, 2013

Es sabido que el oxígeno sirve para transformar el C en combustible; de igual forma en el compostaje y todo su proceso, el oxígeno es un elemento que provoca la oxidación del Carbono, el mismo que se encuentra en las materias primas como alimentos o sustrato, y lo convierte en combustible. A través del proceso de oxidación, el C se convierte en biomasa (más microorganismos) y CO₂, o gas producido por la respiración, que es fuente de carbono para las plantas y otros organismos que hacen fotosíntesis. Sin embargo, el CO₂ también es un gas de efecto invernadero, es decir, contribuye al cambio climático.

Durante el compostaje, el CO₂ se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, pueden generarse 2 - 3 kilos de CO₂ por cada tonelada, diariamente. El CO₂ producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis.

Este parámetro es transcendental en el transcurso del compostaje, al estar íntimamente vinculado a los microorganismos pues éstos, al igual que todos los individuos vivientes, utilizan el H₂O como vehículo de transporte de los componentes energéticos y nutrientes por medio de la membrana o tegumento celular.

El porcentaje de humedad recomendable para el compost es de 55 %; no obstante, éste se altera de acuerdo a la dimensión de partículas y de su estado físico, así como de la técnica utilizada para obtener el compost. La acción microbiana disminuye si la humedad también lo hace a niveles por debajo del 45 %, impidiendo que se lleven con normalidad cada una de las fases del proceso de degradación, provocando que la ganancia alcanzada sea inconsistente. Por el contrario, si la humedad asciende a valores por encima del 60 %, se entorpecerá la oxigenación del material ya que el agua inundará los poros.

Existe mayor necesidad de riego de la materia orgánica durante el compostaje cuando los componentes de la misma sean sustratos como astillas, pajas, hojas secas o aserrín, por el contrario, esta necesidad disminuye cuando los residuos son húmedos, tales como los de cocina e incisiones de césped. Como se explicó en líneas anteriores, 45 % al 60 % de peso en agua es el nivel necesario de humedad y una forma sencilla de monitorearla, es utilizando la “técnica del puño”, la misma que consiste en introducir la mano en el material orgánico y

luego cerrarla de tal manera que si escurre agua es porque existe demasiada humedad (Román, 2013 p. 27).

Tabla 02. Parámetros de humedad óptimos

Porcentaje de humedad	Problemas	Solución
< 45%	Humedad Insuficiente	Debido a la carencia de agua para los microorganismos.se podría detener el proceso de compostaje. Regular la humedad, ya sea suministrando agua al material o agregando materiales frescos con mayor contenido de agua (resto de verduras y frutas, césped, purines u otros).
45 % 60 %	Nivel ideal	
> 60 %	Oxigeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis. Voltar de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como paja, aserrín, u hojas desecas.

Fuente: FAO, 2013

De acuerdo a cada etapa del compostaje la temperatura va variando considerablemente; así, se puede advertir que ésta, al inicio del proceso es media y puede subir a 65°C sin que exista calentamiento externo, para nuevamente estar a temperatura ambiente en la fase de maduración. Mientras mayor tiempo de alta temperatura existe, mayor es la prontitud de descomposición, así como la higiene, por tal motivo es importante que aquella no decaiga pronto. (Román, 2013 p. 28).

Tabla 03. Parámetros de temperatura óptimos

Temperatura	Causas asociadas	Soluciones
Bajas T° Ambiente menor a 35°C	Escasa humedad	Las temperaturas bajas se dan por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la T° baja. Añadir agua a la pila o incrementar desechos orgánicos con mayor porcentaje de humedad (residuos de verduras, frutas, y otros).
Altas T° Ambiente mayor a 70°C	Falto de material Déficit de nitrógeno o baja C: N. Ventilación y humedad insuficiente.	Material escaso o pila mal hecha, suspende la temperatura adecuada. Los desechos orgánicos tienen alta concentración en C y N, por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y reducen su actividad. La pila demora en aumentar la temperatura más de una semana. La T° es demasiado alta y se impide el proceso de desintegración. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesófilicos y facilitar la culminación del proceso. Agregar desechos orgánicos y agrandar el volumen de la pila. Cargar material con alto contenido en N como el estiércol. Voltear la pila y comprobar que la humedad este en 55-60%. Adicionar desechos orgánicos alto contenido en carbono de pausada degradación (pasto seco o madera).

Fuente: FAO, 2013

Al igual que la temperatura y la humedad, éste va cambiando en cada etapa del compostaje y depende mucho del material de origen. Al formarse ácidos orgánicos, el pH se acidifica al inicio del proceso, posteriormente, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, esto sucede en la fase termófila para, en última instancia, afianzarse en valores próximos al neutro. La sobrevivencia de los microorganismos es definida también por el nivel de pH; cada grupo de microorganismos, para su desarrollo y multiplicación tiene ciertos niveles óptimos de pH. Un pH de 6-0 -7,5 viabiliza una actividad bacteriana mayor, y un pH 5,5-8,0 produce una mayor actividad fúngica por lo que el nivel requerido de pH es de 5,8 a 7,2. (Román, 2013 p. 29).

Tabla 04. Parámetros de pH óptimos

pH		Causa	Solución
< 4,5	Abundancia de ácidos orgánicos	Los desechos orgánicos como restos de frutas, verduras y restos de cocina liberan numerosos ácidos orgánicos y extienden a acidificar el medio.	Complementar material rico en nitrógeno hasta alcanzar una apropiada relación C: N.
4,5 – 8, 5 Nivel ideal			
> 8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una incorrecta relación C: N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoniaco alcalinizando el medio.	Añadir material más seco y con mayor contenido de carbono (restos de poda, aserrín, hojas secas).

Fuente: FAO, 2013

La relación C: N modifica en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1.

Tabla 05. Parámetros de la relación carbono/nitrógeno

C:N		Causa	Solución
> 35:1	Desproporción de carbono	Existe en la composición un gran aumento de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse	Adicionar material rico en nitrógeno hasta adquirir una adecuada relación C: N.
15:1 – 35:1 Nivel ideal			
< 15: 1	Desproporción de nitrógeno	En la mezcla hay un mayor aumento de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoniaco liberado.	Adicionar material con mayor contenido en carbono (restos de poda, aserrín, hojas secas).

Fuente: FAO, 2013

La facilidad de acceso al sustrato está relacionada con la dimensión de la partícula y por ende con la actividad microbiana. Mientras más pequeña sean las partículas, mayor facilidad de degradación de las mismas. Hay una mayor superficie específica cuando las partículas son pequeñas, lo que facilita el acceso al sustrato. Es recomendable que el tamaño de los materiales a compostar sea de 5 a 20 cm.

Tabla 06. Control del tamaño de partícula (cm)

Tamaño de partículas	Causas asociadas	Soluciones
> 30 cm	Exceso de aireación	Los desechos orgánicos de gran tamaño crean conductos de aireación que hacen descender la temperatura y desaceleran el proceso.
5 – 30 cm Nivel ideal		
< 15: 1	Compactación	La pila con excesivo partículas finas crean poros pequeños que se cargan de agua, suministrando la compactación del material y un flujo restringido del aire, produciéndose anaerobiosis.

Fuente: FAO, 2013

Existen varios sistemas de composting: En pilas, en cajas o composteras, abiertas o cerradas. (Román, 2013 p. 30).



Figura 03. Modeladores de composteras.

Nuestra Carta Marga, en su artículo 2, numeral 22 prescribe que toda persona tiene derecho a la paz, tranquilidad, a disfrutar del tiempo que tiene libre, al descanso, y así también a gozar de un medio equilibrado y apropiado al progreso de su vida.

La ley N° 28611 Ley General del Ambiente, en el artículo 1°, declara que “Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, asimismo, tiene el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”.

El D. S. N° 014-2017- Reglamento del D.L. 1278- en su artículo N° 103° señala que las plantas de valorización de residuos sólidos son infraestructuras donde se realizan las siguientes operaciones: (...) Uso de residuos orgánicos para el desarrollo de compostaje.

La ordenanza municipal N° 019- 2010-MPH- Bambamarca, tiene el objetivo de mejorar las capacidades para el servicio de desechos sólidos en el espacio de la provincia a fin de asegurar que el trabajo y la administración de los desechos sólidos se amplíen bajo los criterios competentes oportunos a partir de la generación, incluso la disposición final de los propios para advertir peligros sanitarios, salvaguardar y promover la calidad ambiental, el bienestar de la persona y la salud, así de alcanzar propicios niveles de eficiencia en los servicios de desechos sólidos que se suministran.

Luego de haber descrito la realidad problemática y sustentada con estudios previos y la teoría científica se formula la interrogante: ¿De qué manera los residuos orgánicos segregados desde la fuente influyen en la obtención de compost en el distrito de Bambamarca? De acuerdo a los aportes la presente investigación, ésta se justifica porque, una forma de valorización de residuos orgánicos es el compost, en el que se va a basar nuestro trabajo de tesis, el mismo que es una técnica empleada desde hace años y que sirve como una elección a las dificultades de la eliminación de los restos orgánicos, cuidando el medio ambiente y obteniendo material de excelente calidad para el manejo agrario, asimismo de tener resueltos los inconvenientes ambientales, higiénicos, sanitarios, etc.

En este sentido y conociendo el alto porcentaje de generación de residuos orgánicos, se proyecta el método para la valorización y utilización de este tipo de desechos que, en realidad, es una fuente de riqueza que bien gestionada se convierte en un recurso muy valioso para la siembra y el medio ambiente, más aún si éstos son segregados desde su lugar de origen que es la fuente.

Sobre la Hipótesis en la presente investigación se tiene a: Ha: Si se utiliza de una manera acertada los residuos orgánicos segregados desde la fuente, entonces se logrará obtener compost de calidad en el distrito de Bambamarca y el Ho: Si se utiliza de una manera inadecuada los residuos orgánicos segregados desde la fuente, entonces no se logrará obtener compost de calidad en el distrito de Bambamarca.

Con respecto a los objetivos de la investigación, se considera como objetivo general: Determinar la influencia de los residuos orgánicos segregados desde la fuente para la obtención de compost en el distrito de Bambamarca y como objetivos específicos : Identificar la cantidad de residuos orgánicos que se segregan desde la fuente en el distrito de Bambamarca, Implementar una planta de compostaje para la transformación de los residuos orgánicos segregados desde la fuente en el distrito de Bambamarca, Determinar las características del compost obtenido a partir de los residuos orgánicos segregados desde la fuente y por último Utilizar el compost obtenido, a partir de los residuos orgánicos segregados desde la fuente, en una parcela demostrativa del distrito de Bambamarca.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada con diseño pre experimental, tal como se va a definir las bases sólidas, confiables y estructuradas; las cuales son necesarias para interpretar la información (Sampieri, 2008), manejándose la variable independiente sin intromisión de las variables intervinientes.

	Antes		Después
Ge.	O ₁	x	O ₂

Dónde:

G.E = Grupo Experimental

O₁ = Antes del análisis

O₂ = Después del análisis

2.2. Operacionalización de variables

VD: Compost

VI: Residuos orgánicos segregados desde la fuente

2.3. Población, muestra y muestreo

Población: Está conformada por 80 comerciantes del mercado central y los ambulantes de las calles jirón Alfonso Ugarte, jirón Francisco Bolognesi, jirón Coronel Arguedas, jirón Mariscal Sucre y jirón San Carlos, así como las principales viviendas de la ciudad.

Tabla 07. Fuentes de segregación

	Frecuencia	%
Comerciantes Mercado central	20	25.0
Comerciantes ambulantes	42	52.5
Habitantes de jirón Mariscal Sucre y Coronel Arguedas	18	22.5
Total	80	100.0

Fuente: Elaboración propia

La selección de la muestra fue no probabilística a criterio del investigador, optando el 50% de la población, es decir 40 personas que segregan residuos orgánicos que sirven para elaborar el compostaje.

La zona de estudio se ubica 2881 msnm, se localiza en el distrito de Bambamarca, sector de Cuñacales Alto a 10 km de la ciudad, sus coordenadas 776163. E y 9259360.N 17M, tal como se conseguirá la muestra del estudio.



Figura 04. Planta de compostaje.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de Campo - Observación

Esta técnica nos permitió prestar atención el cambio que se produce después de aplicar el tratamiento para obtener información y ser registrada para el análisis de datos correspondiente; así, se prestó atención directa al fenómeno de transformación de los residuos orgánicos segregados, hasta su conversión en compost y cuáles fueron las características de este último como la humedad, la temperatura, color, olor, cantidad y tiempo de transformación, entre otros, de esta manera se registró la información para su posterior análisis.

Trabajo de gabinete

Así como en esta técnica se demuestra la investigación bibliográfica adquirida de textos e Internet. Asimismo, se interpretará los antecedentes adquiridos posteriormente de los análisis correspondientes, tal es el caso se comparará estos datos con los que se obtuvieron de fuentes bibliográficas como: informes, libros, artículos y tesis; tal vez así nos ayudará a organizar la discusión y las conclusiones en la investigación.

Validez y confiabilidad.

La materia utilizada será analizada por profesionales expertos que laboran el laboratorio de la Universidad Agraria de la Molina y de esa forma garantizar el trabajo realizado, y dar cumplimiento con lo establecido.

2.5. Procedimiento

En primer lugar, se buscó un terreno que estuviera alejado de la ciudad a fin de que sea allí donde se construya la planta de compostaje, con el fin de que no sea un peligro de insalubridad para los habitantes; para eso, se coordinó con el dueño de un terreno ubicado en el caserío de Cuñacales Alto, el mismo que aceptó la tesis de estudio, luego de haberle dado a conocer los beneficios que aportaría dicha planta al caserío.

Como segundo paso, se procedió a seleccionar las fuentes de recolección de la materia orgánica, y siendo que, en el Mercado Central de la ciudad de Bambamarca, así como lugares aledaños a éste se encontraba la mayor fuente de obtención de materia orgánica es que se conversó con los comerciantes a fin de que sean éstos los que se encarguen de segregarse los residuos orgánicos generados en sus establecimientos, además de dueños de algunas viviendas. Para la obtención de los datos estadísticos se recolectó la materia orgánica los meses de agosto y setiembre, y se anotó en un cuaderno las cantidades diarias de recolección según la fuente de segregación; tales datos fueron ingresados a Excel, para de esa manera certificar la confiabilidad de los datos de la investigación.

Finalmente se realizó el traslado de la materia orgánica desde el lugar de su segregación hasta la planta de compostaje donde se llevaría a cabo la transformación de materia orgánica, lugar en el que se extrajeron todos los datos de dicho proceso, así como el resultado llamado compost.

2.6. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de los datos utilizaremos la estadística descriptiva teniendo en cuenta el programa excel para presentar los cuadros, gráficos de barras.

2.7. Aspectos éticos

El investigador respeta todos los derechos de autor, al citar apropiadamente todo aporte de investigaciones externas citadas en la actual investigación, también fue citada de acuerdo a la Norma ISO 690 tal y como lo recomienda la Universidad César Vallejo en su reglamento para su aplicación.

III. RESULTADOS

Tabla 08. Total de residuos segregados

Mes	Cantidad de Residuos de Viviendas (Kg)	Cantidad de Residuos de Comercios Ambulatorios. (Kg)	Cantidad de Residuos de Mercado (Kg)
Agosto	296.50	7426.80	2173.70
Setiembre	255.00	8090.37	2089.95

Fuente: elaboración propia

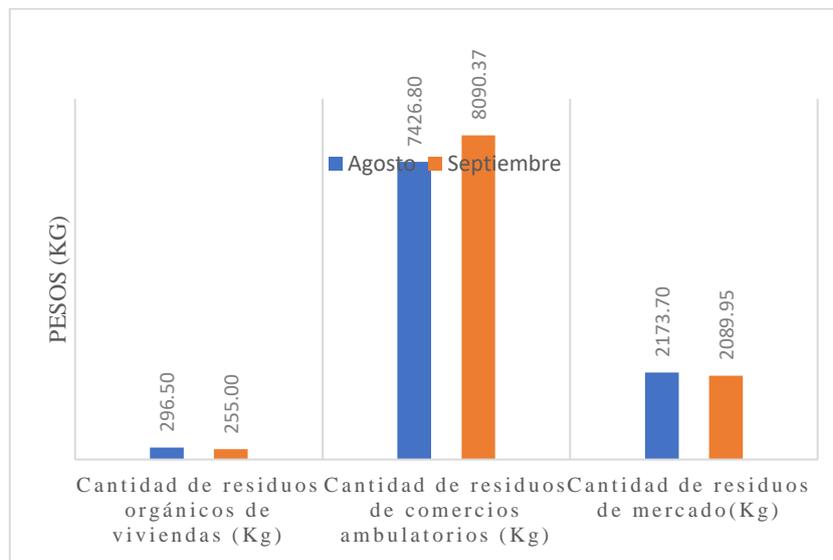


Figura 05. Comparación de pesos de residuos sólidos orgánicos (kg).

Análisis: Resultados del peso obtenido en la recolección de residuos orgánicos, en los meses de agosto y setiembre según fuente de segregación.

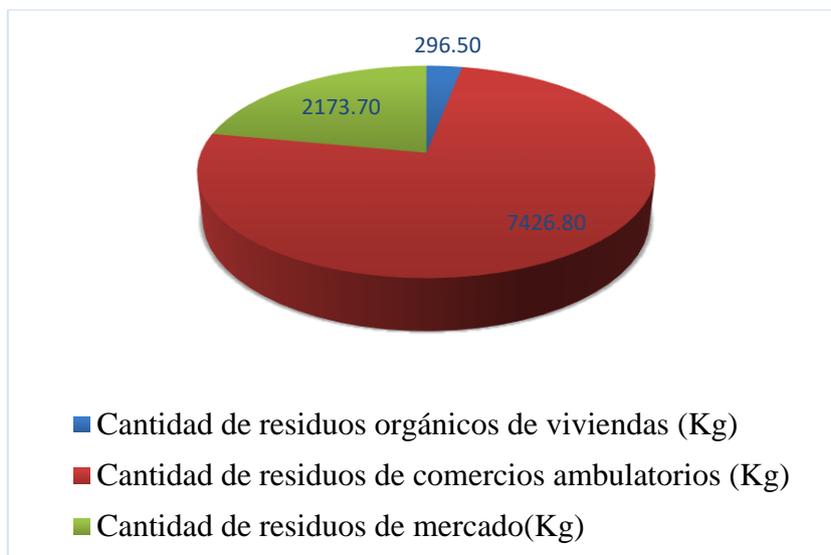


Figura 06. Recolección de residuos sólidos orgánicos de agosto según fuente de segregación (kg).

Análisis: Porcentaje de residuos orgánicos obtenidos en el mes de agosto, según la fuente de segregación.

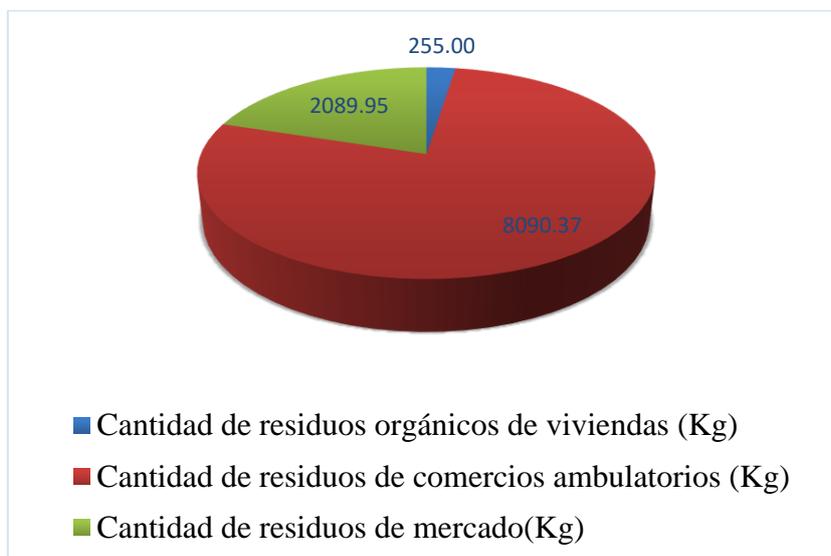


Figura 07. Recolección de residuos orgánicos de setiembre según fuente de segregación (kg).

Análisis: Porcentaje de residuos orgánicos obtenidos en el mes de setiembre, según la fuente de segregación.

Tabla 09. Porcentajes de residuos orgánicos recolectados en agosto y setiembre

Cantidad Mes	Cantidad de residuos de viviendas (kg)	Cantidad de residuos de comercios ambulatorios. (kg)	Cantidad de residuos de mercado (kg)	Total de residuos orgánicos (kg)	Cantidad de residuos en porcentaje (%)
Agosto	296.50	7426.80	2173.70	9897.00	48.68
Septiembre	255.00	8090.37	2089.95	10435.32	51.32
Total	551.50	15517.17	4263.65	20332.32	100

Fuente: elaboración propia.



Figura 08. Porcentaje de residuos orgánicos recolectados en agosto y setiembre.

Análisis: Del 100% de materia orgánica segregada desde la fuente, se advirtió que la mayor cantidad de residuos segregados correspondieron al mes de setiembre; sin embargo, tal como se muestra en la figura, el porcentaje de diferencia respecto del mes de agosto fue mínimo.

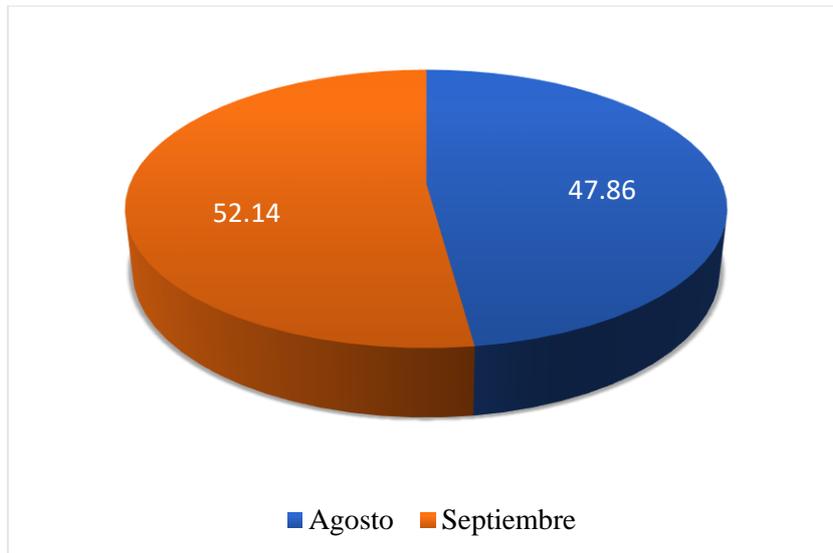


Figura 09. Porcentaje de residuos orgánicos segregados en los comercios ambulatorios en los meses de agosto y setiembre.

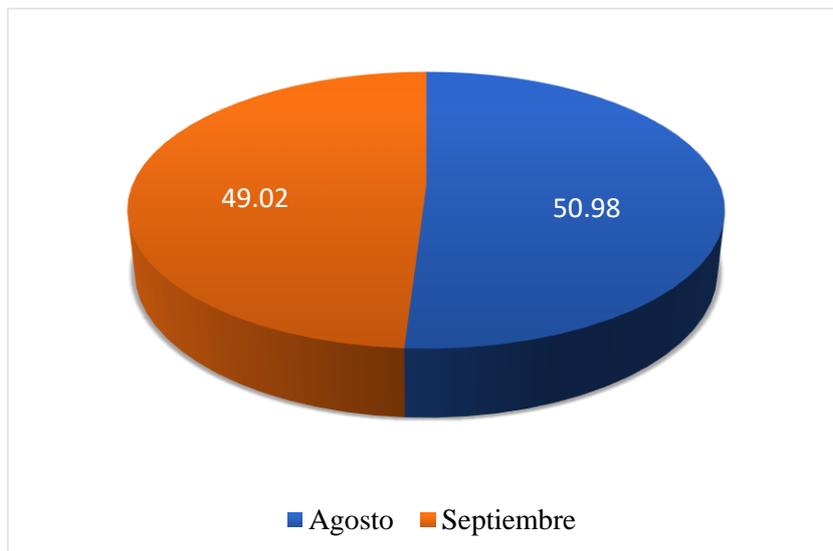


Figura 10. Porcentaje de residuos orgánicos segregados en el mercado los meses de agosto y setiembre



Figura 11. Porcentaje de residuos orgánicos segregados en las viviendas en los meses de agosto y setiembre.

Tabla 10. *Peso de los residuos orgánicos segregados diariamente del mes de agosto.*

Fecha	Cantidad de Residuos de Viviendas (Kg)	Cantidad de Residuos de Comercios Ambulatorios (Kg)	Cantidad de Residuos de Mercado (Kg)	Total Día (Kg)
01/08/2019	25.00	299.00	190.00	514.00
02/08/2019	12.50	267.50	73.00	353.00
03/08/2019				0.00
04/08/2019				0.00
05/08/2019	40.00	322.00	210.00	572.00
06/08/2019	34.00	269.00	95.00	398.00
07/08/2019	0.00	319.00	188.00	507.00
08/08/2019	0.00	172.00	53.00	225.00
09/08/2019	0.00	271.00	0.00	271.00
10/08/2019				0.00
11/08/2019				0.00
12/08/2019	33.00	627.00	138.00	798.00
13/08/2019	18.00	367.00	112.00	497.00
14/08/2019	0.00	428.00	69.25	497.25
15/08/2019	0.00	380.00	141.00	521.00
16/08/2019	52.00	337.00	69.00	458.00
17/08/2019				0.00
18/08/2019				0.00
19/08/2019	60.00	442.00	120.00	622.00
20/08/2019	0.00	405.00	140.00	545.00
21/08/2019	0.00	376.00	90.00	466.00

Fecha	Cantidad de Residuos de Viviendas (Kg)	Cantidad de Residuos de Comercios Ambulatorios (Kg)	Cantidad de Residuos de Mercado (Kg)	Total Día (Kg)
22/08/2019	0.00	182.00	130.00	312.00
23/08/2019	22.00	640.00	82.60	744.60
24/08/2019				0.00
25/08/2019				0.00
26/08/2019	0.00	727.00	139.00	866.00
27/08/2019	0.00	284.00	133.85	417.85
28/08/2019	0.00	312.30	0.00	312.30
29/08/2019				0.00
30/08/2019				0.00
31/08/2019				0.00
TOTAL MES	296.50	7426.80	2173.70	9897.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. *Peso de los residuos orgánicos segregados diariamente del mes de setiembre.*

Fecha	Cantidad de Residuos de Viviendas (Kg)	Cantidad de Residuos de Comercios Ambulatorios (Kg)	Cantidad de Residuos de Mercado (Kg)	Total Día (Kg)
01/09/2019				0.00
02/09/2019	0.00	238.35	0.00	238.35
03/09/2019	0.00	502.41	100.00	602.41
04/09/2019	30.00	379.00	145.00	554.00
05/09/2019	0.00	346.00	99.00	445.00
06/09/2019	0.00	305.00	126.00	431.00
07/09/2019				0.00
08/09/2019				0.00
09/09/2019	43.00	410.45	107.00	560.45
10/09/2019	0.00	271.00	91.50	362.50
11/09/2019	0.00	275.00	82.00	357.00
12/09/2019	0.00	276.00	89.90	365.90
13/09/2019	0.00	278.00	109.00	387.00
14/09/2019				0.00
15/09/2019				0.00
16/09/2019	0.00	310.00	130.00	440.00
17/09/2019	49.00	349.90	97.90	496.80
18/09/2019	0.00	333.20	153.80	487.00
19/09/2019	35.00	668.30	103.00	806.30
20/09/2019	0.00	290.00	60.00	350.00
21/09/2019				0.00

Fecha	Cantidad de Residuos de Viviendas (Kg)	Cantidad de Residuos de Comercios Ambulatorios (Kg)	Cantidad de Residuos de Mercado (Kg)	Total Día (Kg)
22/09/2019				0.00
23/09/2019	45.90	664.60	150.25	860.75
24/09/2019	39.70	282.30	84.50	406.50
25/09/2019	0.00	420.00		420.00
26/09/2019	3.40	379.76	113.70	496.86
27/09/2019	9.00	355.00	102.00	466.00
28/09/2019				0.00
29/09/2019				0.00
30/09/2019	0.00	756.10	145.40	901.50
Total mes	255.00	8090.37	2089.95	10435.32

Fuente: elaboración propia

Fueron dos meses de recolección de residuos orgánicos en la ciudad de Bambamarca; estos fueron los meses de agosto y setiembre. La recolección de residuos orgánicos se efectuó en las principales viviendas de la ciudad, en el mercado Central, así como en los comercios ambulatorios ubicados alrededor del mercado. Los comerciantes y dueños de viviendas fueron los que se ocuparon de la segregación respectiva, a quienes, previamente se les visitó y explicó la finalidad del este trabajo de investigación y la importancia de segregar residuos desde su lugar de origen.

El total de residuos orgánicos que se lograron segregar correspondiente a ambos meses fueron de 20,332.32 kilogramos; de ese total, 9,897.00 kilogramos se segregaron en el mes de agosto y 10, 435.32 se segregaron en el mes de setiembre, tal como se advierte de la figura 5; de esa misma figura se puede advertir también que la principal fuente de recolección de residuos orgánicos fueron los comercios ambulatorios, quienes segregaron más del 70% de residuos orgánicos respecto de las otras dos fuentes de segregación, (mercado y viviendas), en segundo lugar se tuvo al mercado, donde se recolectó aproximadamente el 20% de residuos y finalmente a las viviendas, cuyo porcentaje de recolección de residuos fue mínimo.

Entre los meses de setiembre y agosto, se advirtió que este último fue el mes en el que se segregó y recolectó la mayor cantidad de residuos orgánicos; sin embargo, la diferencia respecto del mes de agosto fue mínima, tal como se aprecia de la figura 8, donde se logra ver una diferencia de tan solo 3%.

Luego de la recolección, se efectuó el traslado de los residuos orgánicos separados en las diversas fuentes de segregación hacia el lugar del tratamiento donde se ubicó la planta compostera que fue el lugar en donde se realizó el pesaje diario de residuos orgánicos, según su procedencia, tal como se advierte en la tabla 11; la cantidad de residuos orgánicos que llegaron a la planta de compostaje diariamente fue muy variado; no obstante el promedio de residuos orgánicos fue de 442.00 kilogramos.

La planta de compostaje que se implementó tuvo un área de 8 metros de ancho por 30 metros de largo; en el interior se construyeron dos camas composteras de 2 metros de ancho por 28 metros de largo cada una. Todo el perímetro de la planta se cerró con geomembrana de 1.5 mm de espesor al igual que la impermeabilización de las camas composteras. Para realizar el dimensionamiento de la planta de tratamiento se consideró la población y muestra de nuestro trabajo, lo que nos dio un aproximado de la cantidad de residuos orgánicos a tratar.

El sistema empleado en la construcción de la planta de compostaje fue cerrado pues se construyó un techo de calamina blanca a fin de atraer el calor. Se utilizó tubería para la aireación de la materia orgánica, dichos tubos se colocaron en forma vertical una vez colocadas las capas de materia orgánica; asimismo, se usó tubería para la lixiviación de dicha materia, la tubería se colocó de forma horizontal con caída para facilitar el tránsito de lixiviados.

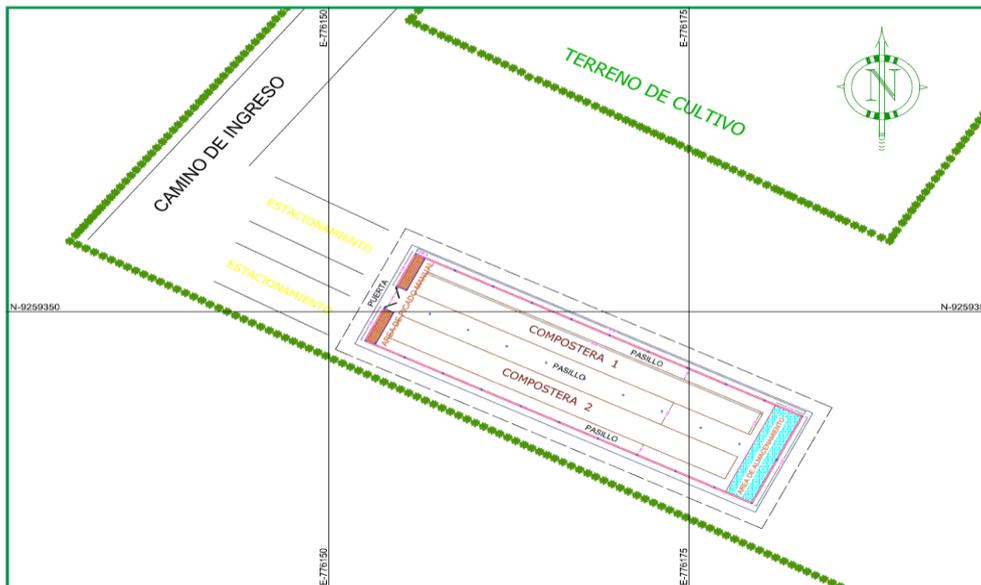


Figura 12. Distribución de las áreas en la zona de la planta de compost.

Una vez trasladada la materia orgánica a la planta de compostaje, se procedió a su picado con machetes a fin de que se haga más sencilla la descomposición, se formó la primera pila por capas, de 20 cm c/u, hasta un máximo de 5 capas según la llegada diaria de materia orgánica, luego se agregó el M-compost (microorganismos eficaces), previa preparación. Se dejó reposar unos días, se tamizó una capa fina de tierra para colocarla cada vez que se formaron las capas de materia orgánica. Se dio revuelta a las pilas de residuos orgánicos cada 15 días a fin de que se efectúe una descomposición uniforme, se controló la temperatura y el pH de las pilas semanalmente, con el equipo especial (Termómetro y Peachímetro), luego de dos meses y medio, se procedió con el secado de la materia transformada en compost, extendiéndola con un rastrillo durante siete días aproximadamente para finalmente zarandear el Compost y encostarlos para llevar el control del producto obtenido.

Los resultados en compost fueron de 9, 600 kilogramos de compost correspondientes a ambos meses. 4, 650 en agosto y 4, 950 en Setiembre. Se envió una muestra del compost obtenido a la Universidad Nacional Agraria de la Molina, a fin de que efectúe un análisis completo de todos los nutrientes que éste presentó. Se pudo advertir que al tomarse el compost obtiene un gran porcentaje de residuos orgánicos 20.07 %. En cuanto a nitrógeno, potasio, fósforo, los valores fueron convenientes.

Tabla 12. Resultados del análisis del compost

N°						
Laboratorio	pH	Conductividad Eléctrica.	Materia orgánica.	Nitrógeno	P ₂ O ₅	K ₂ O
		dS/m	%	%	%	%
1178	9.05	4.52	20.07	1.07	0.53	1.56
N°						
Laboratorio	CaO	MgO	Hd	Na		
	%	%	%	%		
1178	17.26	0.83	27.55	0.13		

Fuente: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2019

Los resultados obtenidos del uso del compost manifestaron las ventajas de su aplicación tanto en términos económicos como medioambientales. Sus caracteres fertilizantes lograron mayores incrementos de producción en cultivos de lechuga y maíz, que fueron los sembríos que se utilizaron como parcela demostrativa en donde se decidió aprovechar el compost obtenido, los mismos que se ubicaron en el caserío de Cuñacales Alto, perteneciente al distrito de Bambamarca.

Al cabo de un mes se pudo advertir la diferencia entre las parcelas que no fueron alimentadas de compost de aquellas que sí, puesto que en los fragmentos que se colocaron compost, la lechuga y el maíz tuvieron un mayor crecimiento y se veían mucho más hermosos, lo que significa que el compost mejoró la calidad de las plantas estimulando un mayor crecimiento y vigor en las mismas, ello se fundamentó en el efecto beneficioso que tuvo el compost sobre los caracteres biológicos, físicos y químicas de la tierra, lo que supone la adición de un producto rico en materia orgánica con las características propias del compost.

Tabla 13. Resultados del uso del compost.

ACTIVIDAD	ESPECIE	DOSIS	VARIABLE	% MEJORA
Cultivos de huertos	Lechuga	3kg/m ²	Altura	100%
	Maíz	4kg/m ²	Altura	20%

Fuente: Elaboración propia.

El compost obtenido se utilizó en plantaciones de lechuga y maíz, la dosis empleada fue de 3 kg de compost por metro cuadrado de cultivo de lechuga y 4 kg de compost por metro cuadrado de cultivo de maíz; se empleó aproximadamente dos centímetros de grosor de compost en el cultivo y al cabo de un mes se divisó que la lechuga que fue alimentada con compost había crecido el doble respecto de las que no por lo que el porcentaje en mejora fue de un 100 %; asimismo, el porcentaje de mejora del cultivo de maíz que fue alimentado de compost fue de un 20 %, tal como se puede advertir de las fotografías anexadas.

IV. DISCUSIÓN

Como se ha expresado en líneas anteriores, el objetivo de nuestro trabajo ha sido determinar la influencia de los residuos sólidos orgánicos segregados desde su lugar de origen o fuente, para la obtención de compost en el distrito de Bambamarca; para tal fin, se ha tenido que precisar la cantidad de residuos orgánicos que son recolectados diariamente, y cuál ha sido su proceso de transformación en compost, a través de la planta de valorización de residuos orgánicos, la misma que estuvo compuesta por dos camas composteras, rodeadas e impermeabilizadas con geomembrana. El compost obtenido tuvo diferentes características, y fue utilizado en cultivos.

Realizando la recolección de residuos orgánicos, segregados directamente desde el mercado, comercios y viviendas; de esta manera, fueron 9, 897 toneladas los que correspondieron al mes de agosto del 2019; y 10.435 los del mes de setiembre. Se manifestó la importancia del segregado directo de la fuente, pues bajo esta modalidad de segregación se facilitó el reaprovechamiento de calidad de los residuos orgánicos, ya que éstos no se contaminaron con los residuos sólidos no orgánicos dispuestos inadecuadamente, los mismos que muchas veces son peligrosos, por lo que se aseguró una disposición final diferenciada y adecuada del resto de residuos orgánicos no segregados desde la fuente, a lo que se sumó su facilidad de transportación a la planta de compostaje, pues fueron directamente trasladados al existir previa selección de los mismos.

Estos resultados fueron comparados con lo obtenido por Binner (2016) quien refiere que los residuos orgánicos representan más del 50 % de residuos sólidos. El reciente estudio de caracterización de residuos sólidos efectuado por la Municipalidad Provincial de Hualgayoc-Bambamarca en Julio del presente año concluyó que un 53.55 % de la composición de residuos sólidos está constituido por residuos orgánicos, sin embargo, dada la corta capacidad de nuestra planta de compostaje se decidió trabajar solo con los residuos orgánicos segregados por algunos sectores de la ciudad tales como el mercado central, comercios ambulatórios alrededor del mercado y principales viviendas de la ciudad.

Del 100 % de residuos orgánicos recolectados en el mes de agosto, un 2.99 % corresponde a los RR.OO recolectados en las viviendas, el 21.95 % corresponde a los residuos orgánicos del mercado y el 75.04 % corresponde a los residuos orgánicos de los comerciantes ambulantes. En cuanto a los residuos orgánicos recolectados en el mes de setiembre, se tuvo que 2.44 % de los residuos orgánicos pertenecían a las principales viviendas de la ciudad, un 20.11 % pertenecen al mercado de la ciudad y finalmente, un 77.52 % perteneció a los residuos orgánicos segregados por los comercios ambulatorios.

De estos resultados pudimos advertir, que el mayor porcentaje de residuos orgánicos segregados fueron de los comerciantes ambulantes, los mismos que, en su mayoría, se dedican a la venta de frutas, verduras y extractos de frutas; estos comerciantes segregaron con total facilidad los residuos generados, dado que en su gran mayoría eran orgánicos, de ahí la gran capacidad de recolección de los mismos; en menor proporción se encontraron los residuos orgánicos recolectados por los comerciantes del mercado central, quienes al igual que los anteriores, trabajan con elementos orgánicos.

Finalmente, tenemos los residuos orgánicos recolectados en las viviendas, los mismos que representan un mínimo porcentaje del total de residuos orgánicos obtenidos (2 %), lo que se debe principalmente a que han sido pocas las viviendas, puntos de recolección, ya que la gran mayoría solía mezclar los residuos orgánicos juntamente con los inorgánicos y botarlos cuando pasaba el carro de la basura o los utilizaban como abono para sus plantas, y como alimentos para sus animales.

Implementar una planta compostera donde se transformen los residuos orgánicos, la teoría nos dice que “La planta de tratamiento de residuos sólidos es aquella infraestructura en la que se puede reaprovechar y facilitar la disposición final de residuos sin que ello afecte al medio ambiente y la salud de las personas” (FAO, 2013 p. 189). Así, en el presente trabajo de investigación tal infraestructura consistió en la elaboración de una planta de compostaje con dos camas composteras, los detalles de la misma están descritas en los resultados; no obstante, lo resaltante de este resultado es la gran facilidad de descomposición de la materia orgánica, lo que fue posible gracias al techo de calamina blanca, y la impermeabilización de las camas composteras con geomembrana. Cuando se ingresa a la planta compostera, se siente el cambio de temperatura generado por el sistema cerrado de la misma.

Una de las bases en las que se ha apoyado esta investigación ha sido en la tesis de Kelsy Gallardo Minaya de la UNI. En dicho trabajo la discente concluye lo siguiente: “Las características del compost obtenido con el método realizado y la infraestructura de tablas armadas, con revestimiento de geomembrana y la protección dieron buenos resultados de calidad en comparación a las citas generales que reportan diferentes textos”. Compartimos tal conclusión, pues en relación con los resultados que pudimos obtener, la cantidad de días que pasaron para la obtención de compost en nuestro trabajo de investigación fueron 75; es decir, mucho menos que el tiempo establecido en otros textos.

Así también, Binner (2016) en su libro titulado, “Gestión de residuos sólidos municipales en el Perú y en Austria” refiere que solo el tiempo de descomposición de residuos orgánicos podría durar hasta 12 semanas, el tiempo de maduración de 6 a 10 semanas y la estabilización algunas semanas más; no obstante, refiere también que esto depende del sistema de compostaje abierto o cerrado pues en sistemas cerrados el tiempo de transformación de residuos orgánicos a compost puede ser mucho menor, lo que se ha comprobado en el presente trabajo ya que se ha utilizado un sistema cerrado (planta compostera de madera impermeabilizada con geomembrana, y techo transparente), que aceleró la captación del calor que se necesita para la degradación de los residuos orgánicos.

Algunos autores recomiendan cubrir el compost con una lona o plástico a fin de mantener una buena temperatura; sin embargo, al hacerlo, la materia orgánica comenzó a pudrirse y a aparecer moho dado el abundante calor generado y a la falta de oxígeno; por lo que descubrimos que en un sistema cerrado como el nuestro no es necesario cubrir la materia orgánica con una lona o plástico ya que el techo transparente y la impermeabilización con geomembrana cumplen muy bien la función de generar y mantener el calor, reduciendo el tiempo de compostaje.

Por último, la construcción de la planta de compostaje se realizó, fuera de la zona Urbana, de conformidad con la Ley de Gestión Integral de residuos sólidos N° 1278, con la finalidad de no perjudicar la salud de los pobladores que radican relativamente cerca del lugar.

Se envió una muestra al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Molina con la cosecha del compost. De los resultados obtenidos pudimos advertir que el compost presenta un alto grado de concentración de nutrientes (véase detalles en la pág. 31); sin embargo, el pH, nos generó cierta incertidumbre pues los resultados del laboratorio arrojaron un pH ligeramente alcalino; resultado muy distinto a la medición que se realizó con un peachímetro en la misma planta, una vez culminado el periodo del compostaje, el mismo que arrojó un pH neutro, aun así, los resultados del uso del mismo fueron satisfactorios.

Finalmente, el resultado obtenido en compost fue el siguiente: 93 sacos de 50 kg c/u correspondientes al mes de agosto; es decir, 5 toneladas con 400 kg y 99 sacos correspondientes al mes de setiembre. El compost obtenido correspondiente a ambos meses asciende a un total de 10 toneladas, peso que representa un 50% del total de residuos orgánicos recolectados para su transformación; en este aspecto concordamos con los estudios efectuados algunos autores, los mismos que señalan que la materia orgánica se reduce a más de la mitad una vez que es transformada en compost puesto que aproximadamente el 40% del peso de residuos orgánicos son agua o se convierte a gas durante la fermentación. (Cugat del valles, 2009).

Del compost obtenido, se sacó una muestra consistente en cinco sacos de 50 Kg. cada uno y se usó en plantas en crecimiento tales como maíz y lechuga. Esto, porque leyendo el artículo del FAO, de que el compost recientemente conseguido no tiene un pH estable aún; y en tales circunstancias su uso no es tan recomendable en la germinación (FAO, 2013 p. 42), motivo por el cual se decidió utilizar en plantas en crecimiento. Así, se colocó parte del compost obtenido a plantas de lechuga y de maíz, se hizo una separación con cal de la parte de tierra que no sería alimentada de compost de aquella que sí para ver la diferencia posteriormente; para ello, se procedió a tomar diferentes fotografías.

Un mes después se efectuó una visita a los cultivos y se descubrió que las lechugas que habían sido alimentadas de compost crecieron mucho más respecto de las que no y se veían más hermosas (véase fotos en anexos), lo mismo sucedió con el maíz, el que estaba más alto en relación con aquellos maíces que no fueron alimentados con compost, concordando de esta manera con los estudios efectuados que refieren que el compost aumenta notablemente el porte de las plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad (Sánchez Reyes, 2011 p. 65).

Con todo lo antes mencionado, se podría afirmar que los residuos orgánicos poseen gran influencia en la producción de compost, pues es materia principal en la producción del mismo, el que a su vez será de calidad si los residuos orgánicos son correctamente segregados desde su lugar origen; asimismo, con una correcta segregación de residuos se reducirá considerablemente la contaminación y el impacto que genera la no valorización de residuos, consistente en la salud de las personas, en el clima, en el agua, etcétera. De esta manera se comprobó directamente la importancia del Compost, no solo para la sustentabilidad del medio ambiente, sino también para los cultivos.

V. CONCLUSIONES.

1. Los residuos sólidos orgánicos representan un alto grado de influencia o influjo dentro de la valoración de residuos puesto que representan un 50% del total de residuos sólidos, porcentaje que es considerable y que puede ser aprovechado en mayor medida si es que son segregados desde la fuente, puesto que existe una recolección selectiva de residuos que al no ser mezclados con el resto se impide su contaminación significando la obtención de una mayor calidad de compost, agregándose además la participación de la población.
2. Un instrumento importante para la elaboración de compost fue la construcción de una planta de compostaje, el sistema de compostaje cerrado que utilizamos contribuyó a acelerar la conversión de la materia orgánica en compost puesto que las camas composteras impermeabilizadas con geomembrana no solo impidieron la contaminación del suelo con los lixiviados generados por la descomposición de residuos orgánicos, sino que además contribuyó a la generación del calor, que fue un factor importante para la desintegración de los desechos orgánicos, permitiendo que el tiempo de transformación de la materia orgánica a compost se reduzca.
3. La cantidad de compost que se obtuvo de la descomposición de residuos orgánicos representa un 40 % aproximadamente de la materia orgánica, lo que significa que esta última se reduce a poco menos de la mitad en el proceso de transformación a compost. Las características del compost varían de acuerdo al manejo de la materia orgánica, pues no todos los compost presentan las mismas características.
4. El uso del compost incrementa considerablemente la estructura del suelo, pues perfecciona las características biológicas, químicas y físicas; de igual forma lo hace más poroso y permite una mejor distribución del aire y el agua que las raíces de las plantas necesitan para expandirse, lo que permite la mejora de los cultivos como lechuga y maíz. El proceso de compostaje ayuda a reducir los inconvenientes generados por el acopio de desechos tales como la contaminación de las aguas a través de lixiviados, insectos, roedores, bolsas de metano, etcétera.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Mayor incentivo en la capacitación de ciudadanos para la adecuada segregación de residuos orgánicos, puesto que existe todavía desconocimiento del mismo y aun mezclan residuos orgánicos con los que no lo son. Debe existir un verdadero sistema de recaudación de desechos sólidos para un apropiado transporte de los mismos a la planta de valorización.
2. Para que exista un compost de calidad, es necesario que las camas composteras elaboradas, sean también acondicionadas al medio. En la medida que se ha ido avanzando con el trabajo se ha podido advertir la necesidad de que las camas composteras tengan caída de lixiviados con la finalidad de que las pilas de compostaje no afecten a las demás, ya que en tanto que las pilas formadas por residuos orgánicos se van descomponiendo, van soltando líquidos que son perjudiciales, no solo para el suelo, sino también para las demás pilas que están iniciando el proceso de descomposición.
3. El tamaño de los materiales orgánicos al comienzo del proceso de compostaje, de preferencia, deben tener una medida de 5 a 20 cm como máximo, ya que, si se supera este límite, el proceso de descomposición se vuelve parsimonioso, retardándose la transformación del compost; asimismo, se debe evitar que la materia orgánica esté demasiado apretada, ya que ésta necesita respirar, recomendándose el volteo de la materia orgánica en la medida que se requiera, pues la transformación es posible en tanto la mezcla reciba oxígeno.
4. Se recomienda que la cantidad de compost a utilizar sea de acuerdo con el análisis de resultados obtenidos de porcentaje de componente orgánico que se encuentra en el compost, pues el abono excesivo puede contaminar las aguas subterráneas y los ríos. Una cantidad adecuada es aproximadamente una capa de 2 centímetros de grosor; y cuando éste sea utilizado se debe evitar el uso de fertilizantes químicos; una vez utilizado se debe guardar en bolsas impermeables o en sacos abiertas para fomentar la ventilación.

REFERENCIAS

Binner, E., Méndez, L., Miyashiro, V. 2016. Gestión de Residuos Sólidos Municipales en el Perú y Austria. Lima-Perú: Fondo Editorial-UNALM. 2016, 2016. págs. 23-24.

CONAM, Consejo Nacional del Ambiente. 2001 p. 17. Guía Metodológica para la Formulación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - PIGARS. Lima. Lima: s.n., 2001 p. 17. pág. 118.

CORROPOLI, J. IBAÑEZ M. 2002 p. 3. [En línea] 2002 p. 3. <https://www.ingenieroambiental.com>.

Cugat Del Valles, Sant. 2009. www.elperiodico.com. [En línea] 2009. <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20091025/un-kilo-de-residuos-se-convierte-en-300-gramos-de-compost-135579>.

Esperanza, Carlos Vásquez Sheyla. 2018 p.51. "Propuesta de un Programa de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales - Cutervo, 2018". Cajamarca. Cutervo: s.n., 2018 p.51. pág. 130.

Estrada, Irvin Luis Rojas. 2017 p. 144. "Propuesta de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Tarma de la Provincia de Tarma". Tarma: s.n., 2017 p. 144. pág. 163.

Garro Alfaro, J. 2017 p. 22. El suelo y los abonos orgánicos. Costa Rica: Inta Editorial, 2017 p. 22. pág. 113.

Jara Samaniego, Lourde Janet (2016). 2016 p. 53. Oportunidades de Valorización mediante Compostaje de los Residuos Orgánicos de Origen Urbano y Afines en Ecuador: Propuesta de Gestión para Provincia de Chimborazo. Chimborazo-Ecuador: s.n., 2016 p. 53. pág. 180, Tesis.

Márquez, Jaramillo Henao y Zapata. 2008. "Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia". Colombia: s.n., 2008. pág. 116.

Miguel, Enrique Manuel Alcántara Lezma y José Valentín Rabanal. 2015 p. 102. "Elaboración de un Plan de Segregación de Residuos Orgánicos para la Producción de Compost en el distrito de Chancay – San Marcos – Cajamarca 2015". Cajamarca. Chancay-San Marcos: s.n., 2015 p. 102. pág. 125.

Minam. 2016 p. 20. Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos 2016- 2024. Lima: s.n., 2016 p. 20. pág. 80.

—. 2016 p. 13. Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos 2016-2024. Lima: s.n., 2016 p. 13. pág. 80.

Minaya, Kelsy Pamela Gallardo. 2013 p. 160. "Obtención de compost a Partir de Residuos Orgánicos Impermeabilizados Con Geomenbrana". Moquegua. Corire: s.n., 2013 p. 160. pág. 183.

- Moreno, J. y Moral, R. 2011 p. 287. Compostaje. México: Ediciones Mundi Prensa, 2011 p. 287.
- MPH-Bambamarca. 2017 p. 117. Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2017. Cajamarca. Bambamarca: s.n., 2017 p. 117. pág. 154.
- Mundial, Banco. 2018. Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. 2018. pág. www.bancomundial.org.
- OEFA. 2016 p. 16. Índice de cumplimiento de los Municipios Provinciales a nivel nacional. Lima: IAKOB Comunicadores & Editores SAC, 2016 p. 16. pág. 235.
- OEFA, Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos. 2016 pp. 15-32. Índice de Cumplimiento- Informe 2014-2015. Lima: s.n., 2016 pp. 15-32. pág. 235.
- Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. 2013 p. 112. Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile: s.n., 2013 p. 112.
- Sampieri, Roberto Hernández. 2008. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 5TA EDICIÓN. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2008. pág. 656.
- Sánchez Reyes, Cristian. 2011 p. 65. Abonos orgánicos y Lombricultura. 2011 p. 65.

ANEXOS.

Anexo N° 01. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Dependiente Compost.	Consiste en la degradación rápida y transformación de sustancias húmicas estables, pero baja pérdida de sustancias orgánicas de origen que sirven para la mejora de las funciones del suelo y el efecto positivo en la salud de las plantas.	La obtención de compost, se logra a partir de la recolección, la clasificación y cuantificación de la materia orgánica para luego realizar las pilas de residuos orgánicos dar revuelta cada quince previamente se mide la T° y pH, después de 2 meses y medio se obtiene compost.	Fundamentos básicos Proceso del compostaje Periodo del proceso de compostaje	- Facilita los nutrientes orgánicos e inorgánicos - Contiene microorganismos endógenos - Recoge los residuos como aislante térmico - Fase activa - Fase de maduración - Mesófila - Termófila - Enfriamiento - Maduración	Razón
Variable Independiente Residuos orgánicos segregados desde la fuente	Los residuos orgánicos son biodegradables ya que pueden convertirse, mediante procesos biológicos y mecánicos adecuados, en enmiendas orgánicas. En cambio, su degradación sin control, puede generar gases, líquidos (lixiviados), provocando olores desagradables, riesgos sanitarios, gases con efecto invernadero y contaminación de suelos y napas.	Son todos los insumos orgánicos entre ellos residuos de frutas y vegetales, que se utilizan en la preparación del compost.	Recolección de Residuos Orgánicos. Clasificación de residuos Orgánicos Cuantificación de residuos Orgánicos	-Cilindros -Balde -Costales -Carretillas -Residuos de animales (estiércol) -Residuos de vegetales (hojas, tallo frutos, semillas). -Pesado en Kg. -Pesada en TN	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 2. Panel fotográfico



Delimitación del terreno y limpieza del área donde va a ser ubicada la planta de compostaje



Armado del esqueleto de la planta con madera y colocación del techo con calamina blanca



Colocar geomembrana a la planta de compostaje.



Planta de Compostaje rodeada con geomembrana y techo de calamina Blanca



Camas composteras impermeabilizadas con geomembrana



Recolectar diariamente los residuos orgánicos ya segregados, desde el mercado, comercios ambulatorios y principales viviendas de la ciudad de Bambamarca.



Efectuar el pesaje de los residuos orgánicos que son recolectados, de acuerdo a lugar de procedencia (mercado, comercios y viviendas).



Traslado de residuos orgánicos, desde la fuente hasta el lugar donde se va a realizar su transformación en compost. (planta de compostaje).



Colocar los residuos orgánicos en las camas composteras y proceder con su picado con machetes.



Formación de la pila primera capa, segunda capa, tercera capa y cuarta capa ya picada y luego agregar el M-compost (microorganismos eficaces).



Mezclar 1 litro de melaza (5%) en 18 litros de agua sin cloro (90%) y agregar 1 litro de M-compost (5%).



Tamizar una capa fina de tierra y cal para colocarlos encima de las pilas de residuos orgánicos. (repetir este procedimiento hasta formar un número de 4 o 5 capas de residuos orgánicos).



Colocar tubos a las pilas de residuos orgánicos para una mejor aireación de las capas



Dar revuelta a las pilas de residuos orgánicos de agosto y setiembre cada 15 días



Colocar M-Compost para que acelere su descomposición de la materia orgánica.



Controlar la temperatura y pH de las pilas semanalmente



Luego de dos meses y medio, se procede con el secado de la materia transformada en compost, extendiéndola con un rastrillo



Zarandear el compost



Compost encostalado y pesado en sacos de 50 kg



Alimentación de compost a los sembríos recién trasplantados de lechugas



Visita a sembrío de lechugas, a un mes de haber colocado el compost. Adelante sembrío alimentado con compost y atrás sin compost.



Alimentación de compost a los sembríos de maíz



Visita a sembrío de Maíz, a un mes de haber colocado el compost. Adelante sembrío alimentado con compost y atrás sin compost

Anexo N° 3. Resultados del compost enviado al laboratorio de análisis suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : JOSÉ MANUEL GARCÍA CAMPOS
 PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ HUALGAYOC/ BAMBAMARCA/
 CASERÍO DE CUÑACALES
 MUESTRA DE : COMPOST
 REFERENCIA : H.R. 70529
 BOLETA : 3658
 FECHA : 06/11/19

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
1178	-	9.05	4.52	20.07	1.07	0.53	1.56

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
1178	-	17.26	0.83	27.55	0.13



Braulio La Torre Martínez
 Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
 Celular: 946 - 505 - 254
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe