

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS

ORGÁNICOS MUNICIPALES DEL DISTRITO DE PUCUSANA - LIMA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

QUISPE ENRÍQUEZ, ALEXANDER

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación se lo dedico a mis padres y hermanas que son la más grande motivación y quienes nunca dudaron en darme su apoyo y la mejor educación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a dios por esta siempre presente en mi continuo aprendizaje diario a lo largo de mi carrera profesional, dándome fuerzas en momentos de debilidad y muchas alegrías en la etapa de mi vida personal.

Doy gracia a mis familiares por apoyarme incondicionalmente en todo momento, por ser parte importante de una excelente educación y valores que me inculcaron a diario en el trascurso de mi vida profesional y personal, por continuar brindándome la confianza, sobre todo por mostrarme en ellos una ejemplo extraordinario de perseverancia y ejemplo de vida.

Mi eterna gratitud a la municipalidad distrital de Pucusana y su burgomaestre, en apoyarme para realizar la ejecución de este proyecto; agradeciendo infinitamente también a mis compañeros de trabajo, por su disposición y su gran colaboración.

También agradecer el trabajo de personal que labora en el Área correspondiente a Gerencia de Gestión Ambiental y Servicios Públicos y la Sub Gerencia de Ambiente Limpieza Pública y Áreas verdes por su constancia, responsabilidad en las labores asignados en la gestión de residuos sólidos.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	3
1.2. Justificación del Problema	4
1.3. Delimitación del Proyecto	5
1.3.1 Teoría.....	5
1.3.2 Temporal	5
1.3.3 Espacial.....	5
1.4. Formulación del Problema	5
1.4.1. Problema general.....	5
1.4.2. Problemas específicos	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivos general.....	6
1.5.2. Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Bases Teóricas	9
221. Microorganismos Eficientes	9
222. Compostaje.....	12
223. Residuos Orgánicos.....	19
224. Norma chilena NCH 2880	20
225. Características del distrito de Pucusana.....	20
2.3. Definición de términos básicos	22
CAPÍTULO III	24
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	24
3.1. Modelo de solución propuesto	24
3.1.1. Lugar de ejecución	24
3.1.2. Materiales	25
3.1.3. Insumos	25

3.1.4.	Equipos.....	25
3.1.5.	Material de Oficina	26
3.2.	Metodología de la investigación	26
3.2.1.	Tipo de investigación	26
3.2.2.	Población	26
3.2.3.	Muestras.....	26
3.2.4.	Los parámetros evaluados en el trabajo fueron	26
3.2.5.	Análisis físico-químico.....	26
3.2.5.1.	Tratamiento	27
3.3.	Procedimiento	28
3.3.1.	Fase de pre- operativa.....	28
3.3.1.1.	Actividad preliminares en el proceso de compostaje.....	28
3.3.1.2.	Reproducción de la cepa madre de los microorganismos eficientes para la obtener el caldo microbiano.....	28
3.3.2.	Fase operativa	29
3.3.2.1.	Estructuración de la pila de compostaje	29
3.3.2.2.	Degradación biológica aeróbica de los residuos orgánicos	30
3.3.2.3.	Temperatura	30
3.3.2.4.	Tamizado.....	30
3.3.3.	Fase de gabinete.....	32
3.3.3.1.	Determinación de los componentes del compost.	32
3.4.	Resultados.....	32
3.4.1.	Temperatura	32
3.4.2.	Análisis de resultados de laboratorio.....	36
	CONCLUSIONES.....	37
	RECOMENDACIONES	38
	BIBLIOGRAFÍA	39
	ANEXOS.....	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Parámetros del Compost (NCh2880)</i>	20
Tabla 2. <i>Límites del distrito</i>	21
Tabla 3. <i>Cantidad de EM según las diferentes dosis</i>	27
Tabla 4. <i>Características de la pila de compostaje</i>	27
Tabla 5. <i>Cambio de la temperatura en función del tiempo del Tratamiento 1</i>	32
Tabla 6. <i>Cambio de la Temperatura en función del tiempo del tratamiento 2</i>	34
Tabla 7. <i>Registro del análisis físico químico</i>	36

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Temperatura, oxígeno, pH en proceso de compostaje.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Composición física de residuos domiciliarios del distrito de Pucusana ..</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3. Ubicación geográfica de la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Pucusana.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4. Diagrama de flujo del proceso.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 5. Conducta en la temperatura en el proceso de compostaje</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6. Conducta en la temperatura en el proceso de compostaje</i>	<i>35</i>

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el crecimiento en relación a la población humana tiende a influir en diversos aspectos uno de ellos la producción en alimentos, estos contribuyen a la generación de residuos sólidos de carácter orgánicos paralelamente generando contaminación ambiental y deterioro de la salud pública.

El mal manejo en relación a los residuos que producen el sector urbano, es la fuente principal de los problemas generados a nivel mundial, por lo cual hoy en día debe ser tomado con mucha responsabilidad ya que estos se relacionan en el ámbito de prestación en los servicios básicos destinados a nivel mundial hacia la población.

Lima y el Callao son los que producen mayores cantidades (45%); seguidos por otras ciudades de la costa, con un 24%; las ciudades de la sierra, generando un 20%; y finalmente, las ciudades de la selva produciendo un 11% del total nacional diario (MINAM, Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 - 2024, 2016).

En el país hoy en día la generación aproximada en residuos sólidos del ámbito municipal es de 19 TN siendo una situación preocupante, esta generación diaria equivale a llenar 3 estadios nacionales, donde el 52% van a los rellenos sanitarios que son de infraestructura autorizada donde se disponen adecuadamente ayudando a prevenir la contaminación ambiental, el resto el cual constituye el 48% se vierte en los botadores que son lugares no autorizados que ponen el riesgo la calidad del ambiente y la salud de las personas. Existe la estimación a nivel nacional de un 50% de residuos de composición orgánica que se generan a diario los cuales pueden ser valorizados para su mejor aprovechamiento (MINAM, 2019).

El distrito de Pucusana no es ajeno a la problemática que surge por el generación de residuos orgánicos, ante esta problemática se presenta soluciones

técnicas para tratar los residuos orgánicos con la finalidad de la obtención de abono para las áreas verdes del distrito.

En presente trabajo se ha concentrado en la aplicación de microorganismos eficientes para la elaboración de compost, con el fin de obtener un producto cumpliendo las propiedades físico-químicos, los cuales cumplan con las características de calidad, mediante la técnica de compostaje para realizar en tratamiento de residuos orgánicos los cuales son generados por los mercados del distrito de Pucusana.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Los residuos orgánicos durante los últimos años, la generación de residuos orgánicos muestran avances sustantivos generando una problemática a nivel mundial en términos del medio ambiente, provocando efectos negativos en la salud de la población.

La generación de residuos está ligada al modelo de desarrollo actual de la sociedad y constituye uno de los principales problemas ambientales a los que se enfrentan el mundo. Los diferentes indicadores medio ambientales reflejan una realidad: cada vez se genera más residuos (Ferrando y Granero , 2011).

Estos desechos orgánicos al no ser muy bien segregados, combinados con la basura y ser trasladados con los camiones recogedores de basura a distintos rellenos sanitarios de Lima. Se convierten en focos infecciosos y dañinos para la salud humana como ambiental, ya que al descomponerse la materia orgánica con la basura emiten gases de efecto invernadero como el metano y otros gases, que son los causantes del calentamiento global en nuestro planeta (OEFA, 2018).

Finalmente existe un aumento de residuos orgánicos con relación a su generación y también una mayor demanda de producción de abono orgánico, los mercados en la relación a las áreas de verduras y frutas en el distrito de Pucusana las son principales focos donde se produce gran parte de la materia orgánica, la cual estos residuos se pueden aprovechar, previo tratamiento para actividades de recuperación de áreas degradadas.

La realidad del distrito de Pucusana no es ajena, cuya problemática en el manejo de los residuos sólidos se evidencia en los últimos años, la cual durante la época de verano genera mayor cantidad de residuos sólidos del ámbito municipal. Frente a ello surge una alternativa para el tratamiento de residuos orgánico mediante la utilización de ME para la obtención de compost, esta alternativa presente actualmente mejora la calidad del compost, porque aceleran el proceso de la degradación de la materia orgánica, permitiendo obtener el compost en un menor tiempo y mejor calidad. Motivo por el cual se desarrolló el presente trabajo de investigación.

1.2. Justificación del Problema

El presente proyecto se enfoca en el reaprovechamiento de los residuos orgánicos municipales, utilizando el proceso de compostaje utilizando microorganismos eficientes para la obtención compost de calidad, ya que en la actualidad existe una insuficiencia de abono para el mantenimiento de parque y jardines del distrito de Pucusana y el manejo inadecuado de los residuos, poniendo en riesgo la salud humana y ambiental.

En el distrito de Pucusana no se realiza ningún tipo de segregación, sin embargo en el recorrido en campo se observa cilindros con colores diferenciados, lo cual hace suponer en un principio que estos contenedores son para la clasificación de los residuos.

Por esta razón se plantea la implementación y elaboración de compost mediante materia orgánica generados por el centro comercial Pucusana, mediante la aplicación de microorganismos eficientes para acelerar la descomposición del compostaje que se viene realizando en las instalaciones de la planta piloto de valorización de residuos orgánicos de la municipalidad distrital de Pucusana, con el fin de obtener el producto final (compost) en un menor tiempo y de una mejor calidad.

1.3. Delimitación del Proyecto

1.3.1. Teórica

En presente proyecto tiene como objetivo generar compost mediante la utilización de microorganismos eficientes, compostaje y residuos orgánicos.

1.3.2 Temporal

El presente proyecto se desarrolló del 12 de octubre hasta el 06 de diciembre comprendida en la estación de primavera del presente año 2019.

1.3.3. Espacial

La delimitación espacial del presente proyecto se desarrolló en la planta de valorización de residuos orgánicos de la municipalidad distrital de Pucusana.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto de los microorganismos eficientes en el tratamiento de Residuos Orgánicos municipales, del distrito de Pucusana-Lima?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el tiempo de obtención de compost en el tratamiento de residuos orgánicos mediante la aplicación de microorganismos eficientes, en el distrito de Pucusana-Lima?
- ¿Cuáles son los parámetros físico-químicos en el tratamiento de Residuos Orgánicos mediante la aplicación de microorganismos eficientes, en el distrito de Pucusana-Lima?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Determinar el efecto de los microorganismos eficientes en el tratamiento de Residuos Orgánicos municipales, del distrito de Pucusana – Lima.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el tiempo de obtención de compost en el tratamiento de residuos orgánicos municipales, en el distrito de Pucusana-Lima.
- Evaluar los Parámetros físico-químicos en el tratamiento de residuos orgánicos municipales, en el distrito de Pucusana-Lima.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Naranjo (2013) según su trabajo en la aplicación de microorganismos eficaces en transformación en relación de los desechos orgánicos para la elaboración de compost, con la finalidad de realizar la evaluación del efecto de los microorganismos eficaces capturado en la misma zona del estudios (P1) y del *compost treet* (P2) aplicado en tres (10 D1, 20 D2 Y 30 D3 cc/10 l de agua respectivamente, utilizando *compost treet* (P2) en los aportes con los microorganismos eficientes, con la finalidad de acelerar el proceso de transformación de desechos orgánicos, se llegó a obtener un mejor resultado porque se redujo el tiempo de cosecha del producto con una mejor calidad, en el tratamiento realizado la producción del compost fue en tiempo de 90,67 días, teniendo características como un mayor incremento en las colonias, (8,44/g de compost), un mejor contenido nutricional, reportando también un mayor contenido de fósforo (339,66 ppm), Nitrógeno, Potasio y Materia Orgánica.

Leyva (2014) realizó la evaluación utilizando como métodos el compostaje en relación a los residuos sólidos proveniente del ámbito domiciliarios y comparando el efecto en proceso de obtener el abono orgánico ecológico, obteniendo la generación Per-Cápita- Promedio de los residuos sólidos de carácter domiciliario en el centro poblado Cruz del Sur es de 0.891 kg/hab/día, la cual se toma de referencia en la generación de residuos orgánicos e inorgánicos, la cual finalmente el 95.69% son considerados residuos de carácter no peligrosos, dentro de estos el 73.74% pertenecen a restos de residuos orgánicos las cuales fueron utilizado como materia prima para la elaboración de compost. Realizándose 2 tratamientos para la obtención del compost orgánico, se logró evidenciar que los dos métodos de compostaje, el método T1 durante el proceso presento valores mayores de parámetros físico-

químicos, lo cual finalmente se llegó a concluir con el tratamiento 1(t1) se tiene mayor nivel de significación de 5%.

Cajahuanca (2016) en su trabajo realizó la evaluación de una alternativa diferente para la producción del compost con el 100% de materia orgánica proveniente de los comedores de la hidroeléctrica chaglla, utilizando microorganismos eficientes, trabajando con cuatro tratamientos para la producción de compost utilizando la misma cantidad de materia orgánica y aserrín, realizando variaciones de dosis de microorganismos eficientes en los lotes de compostaje. Realizándose en el testigo 0L microorganismos eficientes, segundo tratamiento 5L de ME, en el tercer tratamiento 10L de ME, y finalmente para el cuarto tratamiento se utilizó 20L de ME, Construyendo 3 lotes para cada tratamiento. Finalmente al culminar el proceso de compostaje se procedió a realizar la caracterización de cada pila de para poder determinar la mejor alternativa para el compost, teniendo cuenta los principales parámetros como la calidad del compost, costeo de la inversión y sus mantenimientos con microorganismos eficientes. Al finalizar se realizó la obtención de una muestra que se llevaron al laboratorio de suelos de la Universidad Agraria la Molina, donde se procedió a determinar los parámetros físico-químicos.

Vargas (2017) la finalidad del estudio era evaluar la calidad de compost producido a partir de los residuos sólidos orgánicos del ámbito municipal, realizando la comparación con la norma chilena 2880 y la norma mexicana 020, analizando las muestras a cuatro y cinco meses de compostaje, se aplicó la metodología recomendada por la comisión de normalización y acreditación de la sociedad chilena de la ciencia del suelo. Evaluando la calidad de compost según las características físicas, químicas y microbiológicas, en la cual concluye que la calidad del compost por sus características física, químicas y microbiológica clasifica como la clase B en 64% y 54% según las normas mexicana y chilena respectivamente.

Lundeña (2019) en su trabajo realizo la determinación del efecto que los microorganismos eficaces realizan en los residuos orgánicos, realizando un diseño con 04 tratamientos y 04 repeticiones, por lo cual cada tratamiento tiene sus cantidades de dosis de EM. Aplicando microorganismo eficaz se obtuvo un tiempo de la obtención de producto en 80 días en el T2, 70 días t3, 60 días para t4, por lo contrario en relación al testigo t1, se obtuvo el tiempo de cosecha del compost en 132 días, determinado finalmente que estos microorganismos han influido en la aceleración del proceso de descomposición de la materia orgánica.

Montero (2019) realizo la evaluación de la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con residuos orgánicos, para ello lo cual se realizó la aplicación de dosis de microorganismos eficientes para la muestra TA, a excepción de la muestra TB la cual no conto con micoorganismos eficientes, tomando en la investigación 4 muestras de compostaje de los cuales se dividido por dos tipos de tratamientos con 3 repeticiones con microorganismos eficiente y 1 repetición sin microorganismos eficientes , la cual finalmente se concluyó que los EM sin son eficaces en la intervención de la descomposición biológica de la materia orgánica por lo que aceleraron el tiempo de descomposición de un tiempo habitual de 4 a 6 meses según la condiciones climatológicas y en el presentes trabajo se obtuvo un compost a los 45 días calendarios.

2.2. Bases Teóricas

221. Microorganismos Eficientes

Los microorganismos eficientes, son microorganismos vivos de diferentes combinaciones (caldo microbiano) los cuales son de origen natural, estos microorganismos producen a temperaturas favorables un mayor reaprovechamiento de todos los componentes de la materia a compostar, para acelerar el proceso de compostaje. La utilización de estos EM tiene diferentes aplicativos en los cuales están incluidos más de 110 países del mundo

brindando soluciones a los diversos problemas del medio ambiente entre otras áreas (Cajahuanca, 2016).

a) Componentes del EM

- **Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*)**

Se encargan de la producción de ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizando bacterias fototróficas y levaduras los cuales aumentan la fermentación de los componentes de la materia orgánica, esta es la razón por la que ciertas comidas y bebidas, también en la fabricación de yogurt o la elaboración de los quesos, se fabrican mediante estas bacterias (Martínez, 2016).

- **Levaduras (*Saccharomyces spp*)**

Las levaduras se encargan de sintetizar y utilizar las sustancias antimicrobianas las cuales son útiles en el proceso de crecimiento de las plantas, materia orgánica y raíces de las plantas, degradando proteínas complejas y carbohidratos (Martínez, 2016).

- **Bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomonas palustris*)**

Se encuentra comúnmente en el agua y suelo este tiene un metabolismo muy cambiante al realizar la degradación y reciclar una gran cantidad de compuestos aromáticos. Los cuales estos sintetizan algunas sustancias útiles, realizada por la secreción de raíces, materia orgánica o gases, perjudiciales utilizando la luz solar como fuente de energía, la sustancia benéfica las cuales se encuentran compuestas en su mayoría de aminoácidos y también ácidos nucleicos y sustancias bioactivas las cuales están son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Martínez, 2016).

- **Hongos**

Los hongos tienden a actuar rápidamente realizando descomposición de la materia orgánica, los cuales producen alcoholes, esteroides y sustancias antimicrobianas. Este microorganismo también produce desodorización y ayuda fundamentalmente a la prevención de algunos tipos de insectos netamente perjudiciales (Martinez, 2016).

b) Funciones de Microorganismos eficientes en la compostera

Según Bejarano y Delgadillo, (2017) en la aplicación del proceso de compostaje de estos microorganismos eficientes tiene como principal objetivo reducir el tiempo en la obtención del abono orgánico.

- Favorece a la aceleración de la temperatura manteniéndose así en la etapa termófila, los cuales son independiente con respecto a condiciones ambientales expuestas.
- Promueve la transformación de la aeróbica de compuestos orgánicos evitando la generación de diversos olores molestos, adicionalmente evita la proliferación de insectos vectores.
- La eficiencia en relación hacia la materia orgánica se incrementa ya que en el proceso de fermentación de librería y se sintetizan sustancias y compuestos, los cuales hacen que mejoren sus características físicas químicas y microbiológicas
- El tiempo en el proceso de degradación de la materia orgánica mediante la técnica de compostaje se reduce significativamente.

c) Aplicación de los microorganismos eficientes

Según Martínez, (2016) describe que el uso de la tecnología de EM ha ido en aumento durante las últimas décadas desde el campo de la agricultura, tratamientos de agua, también se viene dando en las actividades agropecuarias.

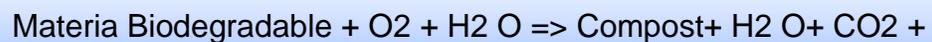
- **Agricultura**, en este campo se puede utilizar la aplicación de EM, en cosechas, pecuario, cosechas desérticas y sistemas integrado de agricultura.
- **Medio ambiente**, básicamente en este campo se da la aplicación en el diversas actividades del ser humano como tratamiento de agua y filtraciones, también se viene realizando tratamiento del tipo de agua residual , reforestación, aplicación en rellenos sanitarios y la actividades relacionado con la filtración de aire y prevención.
- **Salud**, en estos casos se relaciona a relatos por médicos tanto generales y especialistas, vinculándolo en mascotas y animales.
- **Industrial**, en el ámbito de la construcción, manufactura, energía, reciclaje, procesamiento material, oficina y empresas de control ambiental.

222 Compostaje

El compostaje se define como un proceso de descomposición termofónica de carácter aerobia de los cuales los residuos orgánicos se tiene con poblaciones mixtas de micoorganismos para los cuales se tiene que tener condiciones controladas en lo cual producir el material de carácter orgánicos que se encuentre estabilizado y humificado dándole las condiciones favorables donde la actividad microbiana realiza la descomposición lentamente. Se tiene como producto final, de carácter húmica, se puede utilizar principalmente en fertilizante o también como sustrato para el cultivo de hongos comestibles (Vicente, Carrasco y Negro, 1996, pág. 1).

El compostaje forma parte de un proceso biotecnológico en el cual se producen reacciones bioquímicas, que realizan la transformación de la fracción orgánica mediante la actividad de organismos aerobios como poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos, en un producto final estable, libre de semillas y patógenos denominado compost. Este es un producto apreciado por contener un alto porcentaje de sustancias húmicas que es utilizado como un mejorador del suelo, abono orgánicos y como parte de sustratos de cultivo para semilleros. Todos estos materiales orgánicos de origen vegetal o animal, que en su composición contengan una gran cantidad de materia orgánica biodegradable se puede utilizar para elaborar compost (Brito, et al., 2016).

El compostaje es principalmente descomposición y estabilización en relación a sustratos de los tipos de residuos orgánicos de lugares llevada con microorganismos en los cuales generalmente están en la biomasa teniendo en cuenta que gracias a una íntima mezcla con diferentes componentes con la presencia del oxígeno atmosférico y aprovechar la condición de la temperatura inducida mediante la producción de calor en la vía biológica, permitiendo finalmente obtener el compost (Hurtado, 2014).



a) Procesos de compostaje

- **Compostaje aeróbico**

Un proceso aeróbico es la transformación de la materia orgánica en abono la cual es proceso exotérmico de degradación y estabilización biológica del material orgánico en presencia de oxígenos, mediante la combinación de una serie de microorganismos, obteniendo finalmente como principales productos del metabolismo biológico: dióxido de carbono, agua y calor. Siendo este último suficiente para elevarla temperatura e eliminar microorganismos patógenos. Durante esta

actividad microbiológica se realiza la degradación en unas condiciones aerobias produciendo del orden 1300kJ por kilogramos en oxígeno consumido. Por lo cual este proceso provoca la variación de temperatura en el sistema (Zurcan, 2010).

El compostaje aeróbico puede realizarse a cielo abierto en este proceso se lleva a cabo la trituración de la materia orgánica y disponiéndola en hileras para posteriormente realizar el volteadas periódicamente para facilita la oxigenación.

- **Compostaje anaeróbico**

El compostaje anaeróbico o biometanización es un proceso biológico acelerado artificialmente en ausencia de oxígeno obteniendo como producto finales metano, dióxido de carbono y numerosos productos orgánicos de bajo peso molecular como ácidos y alcoholes. El método anaeróbico se lleva a cabo mediante digestores o fermentadores (Cuadros, 2008).

b) Técnicas de compostaje

- **Sistema abierto o en pilas**

El sistema abierto se da cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos orgánicos (sobre 1m³ o superior, se puede llevar a cabo este tipos de compostaje (Román, Martínez, Pantoja & FAO, 2013).

- **Sistemas cerrado o en recipiente**

Este sistema es frecuentemente usado a nivel familiar. La técnica del recipiente tiene una serie de características que favorecen su replicación: evita la acumulación de lluvia, protege al material de vientos fuertes, facilita la extracción de lixiviado, controla la invasión de vectores. En climas cálidos, se suele adicionar tierra al recipiente (hasta un 10%) que hace de regulador de la temperatura, ya que la tierra es estable y no genera calor (Román, Martínez, Pantoja & FAO, 2013).

c) Factores que afectan el proceso de compostaje

- **Relación de carbono/nitrógeno**

El carbono y los nitrógenos son los dos sustituyentes básicos para la materia orgánica, la relación de carbono/nitrógeno en el material debe ser de 25 a 35 a 1 (aunque, 20 a 40 a 1 es un rango bastante manejable).

Los microbios realizan la utilización del carbono proveniente de la composta para la obtención de energía y nitrógeno con el fin de sintetizar la proteína. La proporción necesaria para estos microorganismos es de 35 partes de carbono y 1 parte de nitrógeno. Esta relación gobierna la velocidad a la cual los microorganismos forman la composta. Muchos materiales vegetales no tienen esta relación y se hace necesario balancear estos números haciendo mezclas entre ellos. (INFOAGRO, 2010).

- **Temperatura**

Se considera óptima las temperaturas del intervalo 35-55C°, dentro del proceso la temperatura sirve como indicador ya que el proceso se inicia a una temperatura ambiente, pero a medida que aumenta la actividad de los microorganismos, alcanza valores cercanos a 55° y 60°, esta etapa se conoce como termófila donde se realiza la eliminación de patógenos y larvas (INFOAGRO, 2010).

- **Humedad**

El mejor contenido de agua es del 50 al 60% (es bueno entre 40 a 65%). La humedad es uno de los elementos claves para obtener una buena composta. Por otro lado mucha humedad permitirá el desarrollo de bacterias anaeróbicas y muy poca la deshidratación y muerte de los microorganismos que producen la composta (INFOAGRO, 2010)

- **pH**
El mejor pH es cerca de la neutralidad, pero el proceso funciona bien con un pH de 5.5 a 9, influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos (INFOAGRO, 2010).
- **Aireación o movimiento de lechos**
Una buena aireación acompañada de una mezcla adecuada de materiales y un tamaño adecuado del lecho suministra las condiciones ideales para el trabajo de las bacterias termofilicas. No solo permitirá acelera el proceso de compostaje sino que se producirán temperaturas demasiadas altas suficientes para matar semillas de hierbajos o de patógenos (Bueno, 2003).
- **Granulometría**
El proceso de la actividad de los microorganismos está relacionados particularmente con el tamaño de la partícula, los cuales por esta razón tienen relación con el acceso al sustrato. Concluyendo en fin que las partículas con menor tamaño existes mayor superficie especifica tendiendo la facilidad del acceso al sustrato, se considera que el tamaño más óptimo de estos materiales para el proceso de compostaje es de 5cm-20cm (Ludeña, 2019).

d) Fases del compostaje según la temperatura

- **Fase mesófila**
En esta fase el material de la partida se inicia el proceso de compostaje a una temperatura ambiente y en pocos días (incluso horas) la temperatura llega hasta lo 45C°, este cambio de temperatura es debido a actividad microbiana generada ya que en esta fase los microorganismos utilizan C y N generando calor (Román, Martínez, Pantoja & FAO, 2013).

- **Fase termófila**

Cuando la materia orgánica en descomposición alcanza los 45C°, en los cuales se tiene micoorganismos que se van a desarrollar a una temperatura media (microorganismos mesofilos), que después son remplazados por aquellos micoorganismos que se desarrollan a una temperatura mayor las cuales son considerados como bacterias termófilas, los cuales facilitaran en la degradación de fuentes que son más complejas del carbono, por ejemplo la celulosa y la lignina (Román, Martínez, Pantoja & FAO, 2013).

- **Fase de enfriamiento**

Cuando finalmente se encuentra en disminución el carbono y también el material del compostaje con relación a la temperatura se encuentra en forma descendente entre los 40C°-45C°, en esta fase existe la degradación en cuanto a los polímeros como la celulosa (Román, Martínez, Pantoja & FAO, 2013).

- **Fase de maduración**

Es un periodo que demora meses a temperatura ambiente, la cuales durante este fase se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos, esta fase es la última en la cual el proceso de compostaje se realiza la reconfiguración de las pilas, en lo cual permiten finalmente airear el material, finalmente en esta fase desciende el consumo de oxígeno y realizando la desaparición de la fitotoxicidad en el proceso de descomposición de los residuos sólidos para la elaboración de compost (Román, Martínez, Pantoja & FAO, 2013).

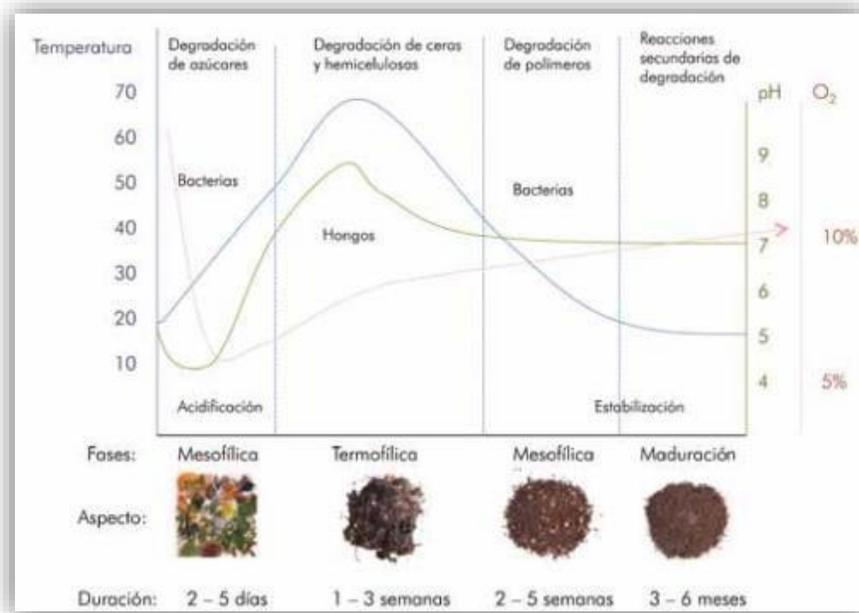


Figura 1. Temperatura, oxígeno, pH en proceso de compostaje.

e) Materia prima para el compostaje

Según (Román, Martínez, Pantoja & FAO, 2013) en la elaboración del compostaje se puede utilizar cualquier tipo de materia orgánica, las cuales no se encuentre contaminadas.

Generalmente el tipo de materia prima utilizado en el proceso es:

- Residuos forestales (hojas), flores viejas, resto de jardines.
- Resto de alimentos de comedores: restos de preparación de alimentos y sobras de comidas
- Resto de cosechas
- Residuos de crianzas de animales
- Residuos del hogar
- Residuos agro-industriales
- Residuos de río y de mar

f) Propiedades del compost

- **Mejora las propiedades físicas del suelo**

Se tiene que la materia orgánica favorece en la estabilidad con relación a la estructura de cada agregado del suelo agrícola, lo cual reduce la densidad y en proceso aumenta la porosidad, la permeabilidad, y finalmente es mayor la capacidad de retención de la humedad en el suelo. Es decir que finalmente el suelo estará más esponjoso y con mayor capacidad para retener la humedad (Cuadros, 2008).

- **Mejora las propiedades químicas**

Se produce el aumento de los contenidos de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes ya que tiene la capacidad de realizar la retención de estos como medio para su utilidad de las raíces de las plantas y es fuente y almacén de nutrientes para cultivo (INFOAGRO, 2010).

- **Mejora la actividad biológica del suelo**

La materia orgánica actúa en el suelo como un soporte y alimento de los microorganismos. Ya que viven expensad de los humos y contribuyen a su mineralización (INFOAGRO, 2010)

223. Residuos Orgánicos

Se puede considerar como materiales orgánicos aquellos procedentes de actividades, de actividades como la agricultura, ganadería, mataderos, residuos forestales, domésticos, lodos de depuradoras de aguas residuales, englobando también a los originados en las industrias agroalimentarias y afines/(carnitas, conservas, etc.). La composición mayoritaria de las sustancias orgánicas (con elevada presencia de C, H y O, y en menor medida N, P y S así como otros elementos en menor concentración (Navarro, Moral, Gomez y Mataix, 1995).

224. Norma chilena NCH 2880

La norma tiene como objeto establecer la clasificación y los requisitos para la calidad del compost.

Tabla 1

Parámetros del Compost (NCh2880)

Estándar de Parámetros físicoquímicos de acuerdo a la NCh 2880	Valor	Unidades
Temperatura	35 – 40	°C
Humedad	30 – 45	%
Nitrogeno Total	≥ 0.5	%
Olores	No sulfurosos, amoniacales, mercaptano, y/o azufre	
Cadmio	Max 2	Ppm
Cromo	Max 120	Ppm
Plomo	Max 100	Ppm
Conductividad Eléctrica (CE)	< 3	dS/m
Ph	5 – 8.5	Unidades
Materia Orgánica (MO)	≥ 20	%
Tamaño de Partícula	16	mm

Fuente: Norma Chilena Para Compost (Nch 2880).

225. Características del distrito de Pucusana

a) Ubicación geográfica

El distrito de Pucusana se encuentra ubicado en la región de Lima, provincia de Lima, delimita con los distritos de Santa María del Mar y

distrito de chilca. Es un balneario que se encuentra a 62 km, aproximadamente, al sur de lima y a una altitud de 13 m.s.n.m. se encuentra a 12°28'57" latitud sur y a 76°47'47" longitud oeste. (INEI, 2014).

Tabla 2

Límites del distrito

Norte	Distritos de Santa María del Mar
Sur	Distrito de chilca
Este	Distrito de chilca
Oeste	Océano Pacífico

Fuente: INEI, 2014.

b) Extensión territorial

La superficie del distrito es de 37.83 km², representando el 1.42% de la extensión territorial de la provincia de Lima, con una población de 14,891 habitantes y una densidad de población de 393,63 hab. /Km².

c) Generación

El distrito de Pucusana cuenta con una población actual de 14,891 habitantes quienes tienen una generación per-cápita de 0.75 kg/hab/día de residuos sólidos según su último estudio de Caracterización del Año 2015, con una generación aproximada de 11.17 toneladas día de residuos domiciliarios. La composición física que tienen los residuos generados en el distrito de Pucusana corresponden a un 18.99% de materia orgánica, 61.49% de residuos inorgánicos aprovechables y 19.52% de residuos inorgánicos no aprovechables.

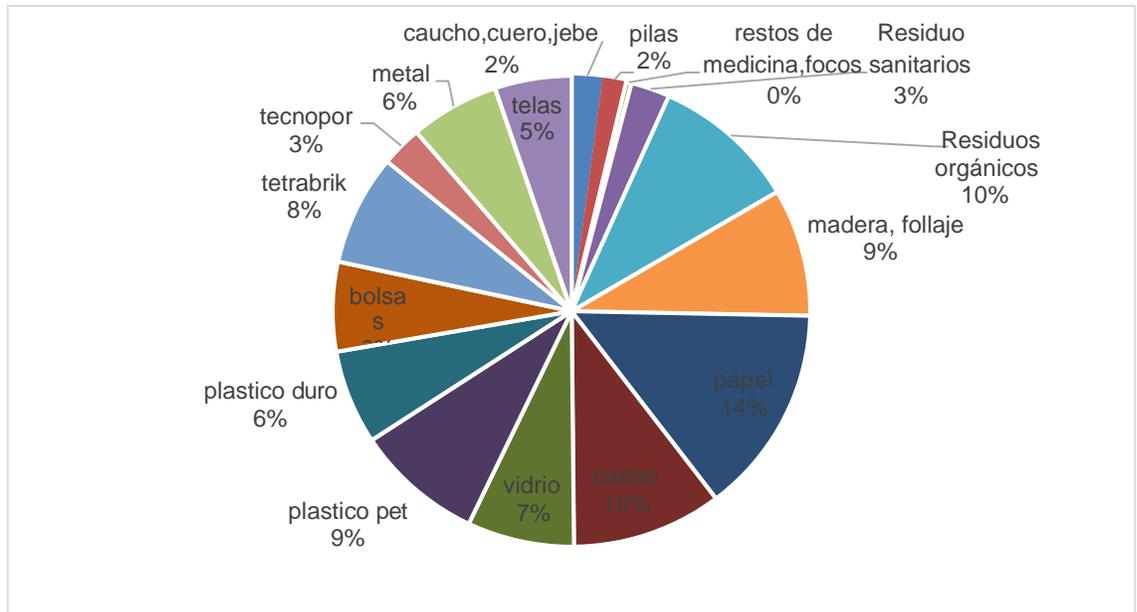


Figura 2. Composición Física de Residuos Domiciliarios del Distrito de Pucusana. Obtenido del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2015

2.3. Definición de términos básicos

- **Descomposición** : Degradación de la materia orgánica
- **Microorganismos**: Organismos vivos microscópico (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actinobacterias, protozoos como nematodos etc.)
- **EM**: Estos son microorganismos vivos de origen naturales los cuales al estar en contacto con material orgánico producen sustancia útiles.
- **Abono orgánico**: Abarco lo abono elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, entre otros desechos de animales y residuos de cultivos.
- **Compostaje**: Es el proceso de degradación de materia orgánica para la obtención de compost

- **Materia orgánica:** Residuos de carácter vegetal, animal y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, celular y tejidos de organismos del suelo.
- **Residuos municipales:** Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos incluyendo las playas , actividades comerciales y otras actividades (MINAM, 2017)
- **Reciclaje:** Es un proceso el cual tiene como finalidad convertir los residuos sólidos en nuevos productos o en materia prima para posteriormente darle un nuevo uso (MINAM, 2017).
- **Residuos sólidos:** Son aquellos materiales desechados tras su vida útil, que por lo general carecen de aun valor económico (MINAM, 2017).
- **Patógenos:** Son los micoorganismos capaz de producir un enfermedad, puede producir enfermedades en plantas, o patógenos humanos o animales.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. Modelo de solución propuesto

3.1.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la planta de compostaje de la municipalidad distrital de Pucusana. La toma de muestra se realizó en las en la misma planta de compostaje ubicada en Cementerio Municipal de Pucusana Ubicado en el AA.HH Cerro colorado, intercesión con la Av. Lima, coordenadas (8619205N, 306685E).Las pruebas fisicoquímicas se ejecutaron en las instalaciones del laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina.



Figura 3. Ubicación geográfica de la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Pucusana. Obtenido de Google Earth pro

3.12. Materiales

- Manguera
- Caretila
- Pala recta
- Trinche
- Balde industrial de 20L
- Wincha
- Malla galvanizado cuadrado de ½”
- Mascarillas
- Plástico de 10m
- Guardapolvo
- Guantes de seguridad
- Rollo de Malla Raschel 80%

3.13. Insumos

- Residuos orgánicos
- Saco de estiércol
- EM compost
- Melaza
- Saco de cal

3.14. Equipos

- Phchimetro
- Termómetro para compost
- Balanza eléctrica 500 kg

3.15. Material de Oficina

- Laptop
- Calculadora científica
- Cámara fotográfica
- Medio millar de papel bond

3.2. Metodología de la investigación

3.21. Tipo de investigación

El modelo que se aplicó en esta investigación fue de carácter aplicado y explicativo (Carrasco, 2006).

3.22. Población

La población fue constituida por la masa total de residuos orgánicos generados en el mercado municipal que es de 145.7 kg/diarios.

3.23. Muestras

La muestra utilizada en el presente trabajo se realizó de acuerdo a la conveniencia con una masa total de 100Kg de residuos orgánicos que se encuentran en las diferentes pilas preparadas.

3.24. Los parámetros evaluados en el trabajo fueron

- Tiempo
- Temperatura

3.25. Análisis físico-químico

- pH
- N
- P₂O₅
- MO
- K₂O

3.2.5.1. Tratamiento

Se realizó dos pilas de compostaje:

- Compostaje **(C1)**, se realizó la combinación del estiércol proveniente de vacuno y residuos orgánicos del ámbito municipal.
- Compostaje **(C2)**, se realizó la combinación del estiércol proveniente de vacuno y residuos orgánicos del ámbito municipal, agregando 1000ml del caldo microbiano y las características del caldo microbiano se observa en la tabla 3.
- La característica de la pila se observa en la tabla N°4

Tabla 3

Cantidad de EM según las diferentes dosis

Tipo de Microorganismos	Cantidad de (CFU/mL)	1000ml
Bacterias ácido lácticas	6.0×10^5	6.0×10^8
Bacterias fototróficas	4.0×10^5	4.0×10^8
Levaduras	3.0×10^4	0.3×10^8
Total		10.3×10^8

Fuente: Certificado de calidad EM compost (BIOEM SAC).

Tabla 4

Características de la pila de compostaje

Diseño de la compostera	rectangular
Ancho de la compostera	30cm
Largo de la compostera	100cm
Altura de la compostera	30cm
Volumen de la pila	300000 cm ³

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Procedimiento

3.3.1. Fase de pre- operativa

3.3.1.1. Actividades preliminares en el proceso de compostaje

- **Sensibilización en los puestos de los mercadillos:** Se realizó la visita para poder sensibilizar con un afiche informativos y entrega de bolsas para realizar el recojo de los residuos orgánicos.
- **Generación de los residuos sólidos orgánicos municipales:** Se les brindo a los mercados unos tachos de cilindro de 220L, de color marrón para identificación del tipo de residuos orgánicos.
- **Recolección y transporte de los residuos sólidos orgánicos municipales del distrito de Pucusana:** Se realizó la recolección con 2 furgonetas perteneciente a la municipalidad, las cuales recogieron los residuos orgánicos de los mercado y el estiércol de vacuno, trasladándolo finalmente hacia la planta de valorización de la municipalidad.
- **Picado y homogenización de los residuos sólidos:** Se realizó la segregación de los residuos sólidos, en lo cual finalmente se obtuvo residuos orgánicos, de los cuales se realizó un picado manual obteniendo partículas de menor tamaño que facilitó su descomposición en el proceso de elaboración de compost.

3.3.1.2. Reproducción de la cepa madre de los microorganismos eficientes para la obtener el caldo microbiano

- La cepa madre se adquirió de la empresa “BIOEM SAC”
- En un balde de 20L se vació 1L de microorganismos eficientes.

- Se adiciono mediante el pesaje de una balanza electrónica 1kg de melaza de caña de azúcar.
- Finalmente se adiciono 18L de agua, y se procedió finalmente a cerrar la tapa del balde, realizándose la fermentación en un tiempo aproximado de 7 días.

3.3.2 Fase operativa

3.3.2.1 Estructuración de la pila de compostaje

El material orgánico se trituró manualmente con la ayuda de un machete, las cuales posteriormente fueron depositados en la pila de compostaje de 1mx1m y 30cm de altura, finalmente protegiendo todo el conjunto con un material de plástico.

La pila de compostaje se ha estructurado de la siguiente manera:

- Se realizó la trituración de los residuos orgánicos de gran tamaño y se dejó ventilar por dos días, esto se realizó para acelerar el proceso de fermentación.
- Se formó una capa con 15 kg de estiércol de ganado vacuno y se agregó el caldo microbiano, esto con el fin de mantener vivas a las bacterias.
- Sobre la capa de estiércol, se formó una capa de 35 kg de residuo vegetal fermentado.
- Se procedió a cubrir las pilas de compostaje, con una bolsa de plástico azul oscuro.
- Se realizó la remoción de manera semanalmente y se humedeció a diario, durante 60 días para regular la temperatura.
- Se realizó un tamizado y empaquetado en costales.
- Se llevó a laboratorio una muestra de 1 kg de cada pila de compostaje de nuestro producto para su análisis.

3.3.2.2. *Degradación biológica aeróbica de los residuos orgánicos*

En los 10 días de haber armado la pila de compost, se contó con una temperatura en un rango de 45°C a 55°C, se procedió a realizar el volteo para oxigenar la pila y la homogenización de insumos y residuos orgánicos colocados en el armado de las pilas de compostaje, este paso se realizó de manera manual usando lampas, de igual manera se colocó y se humedeció con el “activador”.

3.3.2.3. *Temperatura*

Es continuo y permanente, siendo clave para obtener un adecuado producto terminado, se realiza normalmente al inicio del cada proceso del compostaje aeróbica de los residuos orgánicos (desde el primer día y hasta finalizar el proceso de cada cama de compostaje que puede llevar de 30 a 43días en promedio), a fin de que se pueda llevar a cabo el monitorio del crecimiento y reproducción de los microorganismos eficientes y que no afecten la tarea de degradación.

3.3.2.4. *Tamizado*

El tamizado del producto final obtenido en el proceso de degradación de los residuos sólidos orgánicos, se realizó utilizando un tamiz de 1 cm x 1 cm, en cual también se realizó de manera manual, los residuos que pasaron por el tamiz pasaron a la siguiente fase, sin embargo aquellos que no, fueron regresados a la pila de compostaje para que continúen con el proceso de degradación.

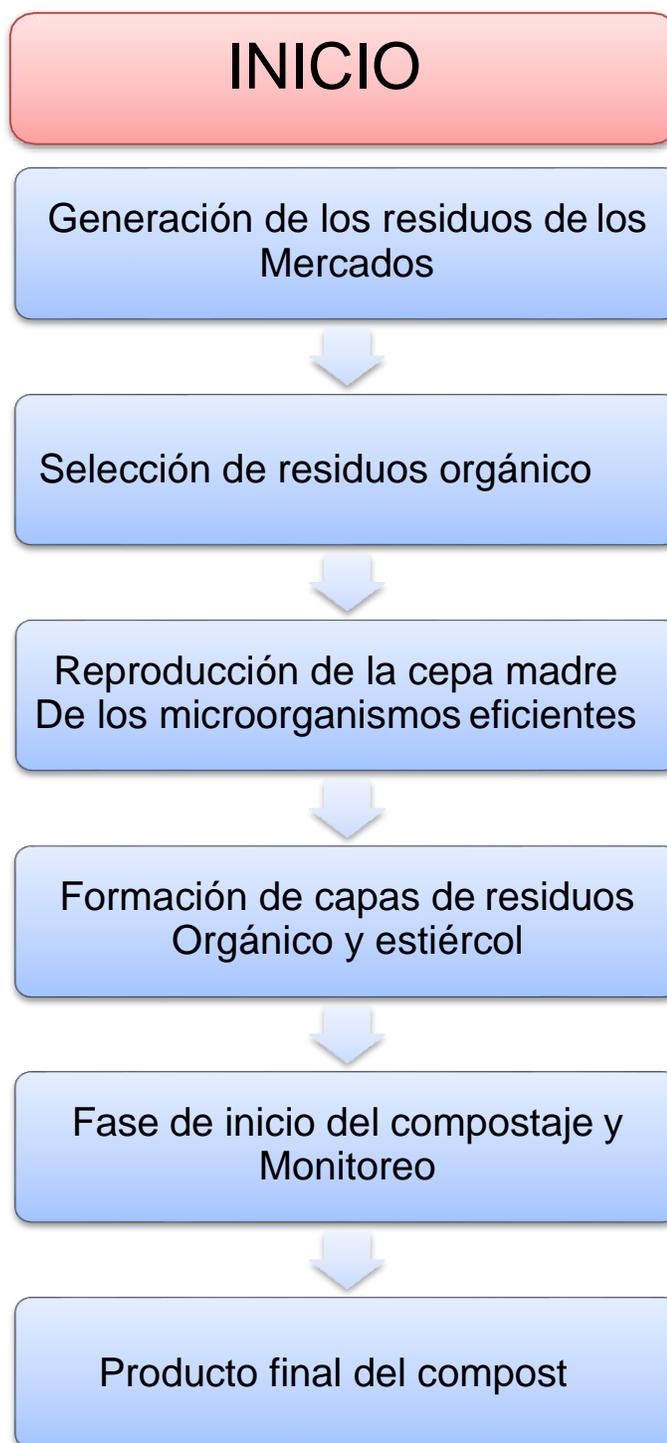


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso

3.3.3. Fase de gabinete

3.3.3.1. Determinación de los componentes del compost.

Cuando el proceso de compostaje ha finalizado se recolectaron las muestras de cada una de las pilas de los tratamientos conforme culminaban su proceso de compostaje, para que finalmente sean colocadas en bolsas de polietileno, la cuales fueron rotuladas para ser llevada al laboratorio de la universidad agraria la molina, para conocer la composición de producto final.

3.4. Resultados

3.4.1. Temperatura

Se ha realizado la evaluación de la temperatura con relación al tiempo de descomposición, en este sentido se puede observar en la tabla N°5 y N°6 respectivamente la variación de la temperatura en función del tiempo.

Tabla 5

Cambio de la temperatura en función del tiempo del Tratamiento 1

PILA DE COMPOSTAJE C1	DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T°	23.4	24.4	27.2	29.2	32.2	32.3	32.4	33.1	32.3	33.4
	DIAS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	T°	34.1	35.1	36.7	38.3	40.3	42.3	44.3	58.6	60.5	61.3
	DIAS	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	T°	62.2	62.9	62.3	65.2	64.2	63.3	60.5	59.5	57.3	60.8
	DIAS	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	T°	62.9	59.2	58.3	56.2	55.4	53.2	52.2	51.1	50.1	49.1
	DIAS	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	T°	50.7	51.3	54.3	55.3	58.3	59.6	60.7	61.8	62.9	59.1
	DIAS	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	T°	58.2	57.4	54.5	56.1	56.8	57.1	57.3	57.8	59.1	59.2
	DIAS	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	T°	59.6	59.3	50.8	51.4	47.3	53.2	48.5	48.3	52.8	53.3
	DIAS	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	T°	56.2	57.5	59.8	60.1	61.2	61.5	62	62.1	61	60.9
	DIAS	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	T°	60.6	60.5	60.4	60	59	58	57	56	55	54

DIAS	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
T°	50	49	46	44	40	39	36	33	31	33
DIAS	101	102	103	104	105	106	106	108	109	110
T°	34	33	32	31	30	29.9	29.5	29.4	29.2	28
DIAS	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
T°	28.8	28.4	28.3	29	30	31	31.1	31.4	31.6	31.7
DIAS	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
T°	32.2	32.4	33.5	32	31	29	28	27.8	26.4	27.1
DIAS	131	132	133	134	135	136				
T°	20.3	19.2	19.9	19	18.8	18.7				

Fuente: Elaboración Propia

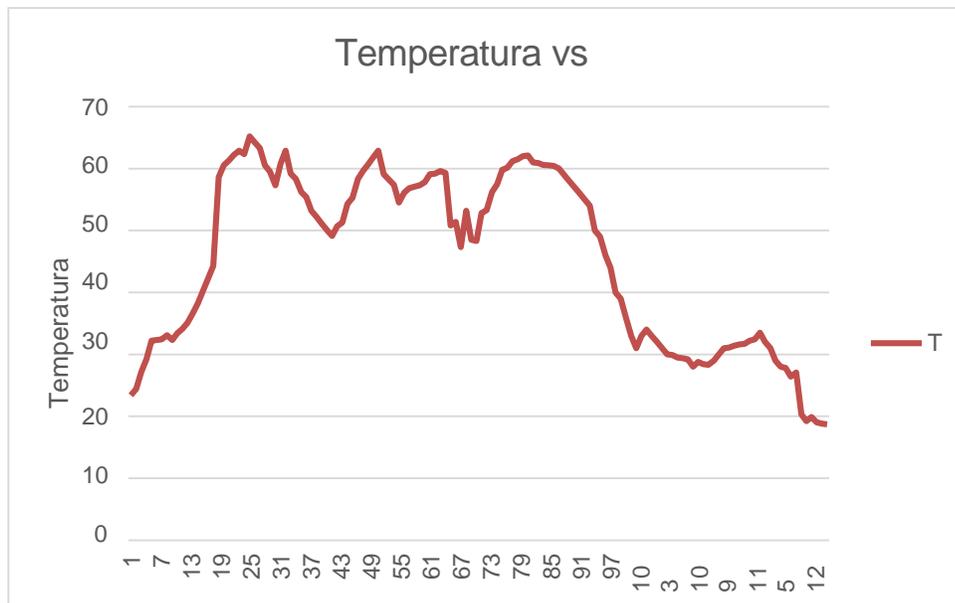


Figura 5. Conducta en la Temperatura en el Proceso de Compostaje

Se está considerando al tratamiento 1, a la pila de compostaje que no se ha agregado microorganismos eficientes, donde se evidencio el inicio de la fase mesófila con una temperatura ambiente entre 21.5C° y 27.5C° durante los 3 primeros días, a partir del día 18 al día 88 se encontró en temperaturas superiores a 55C° alcanzando la fase termófila, luego del día 89 la temperatura descende por debajo de los 54C° encontrándose en la fase de enfriamiento,

para finalmente a partir del día 98 se encuentra temperaturas promedio y cercanas al ambiente encontrándose en su última fase de maduración la cual culmino aproximadamente el día 136, procediéndose a la cosecha del producto final.

Tabla 6

Cambio de la temperatura en función del tiempo del Tratamiento 2

PILA DE COMPOSTAJE C°2	DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T°	23.4	28.4	29.5	30.6	44.7	45.9	44.6	46.5	47.3	53.2
	DIAS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	T°	48.5	48.3	52.8	53.3	56.2	57.5	59.8	58.6	60.5	61.3
	DIAS	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	T°	62.2	62.9	62.3	65.2	64.2	63.3	60.5	59.5	57.3	60.8
	DIAS	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	T°	62.9	59.2	58.3	56.2	55.4	53.2	52.2	51.1	50.1	49.1
	DIAS	41	42	43	44	45	46	47	48		
	T°	50.7	46.1	36.2	34.3	27.8	27.4	26.2	26.3		

Fuente: Elaboración Propia

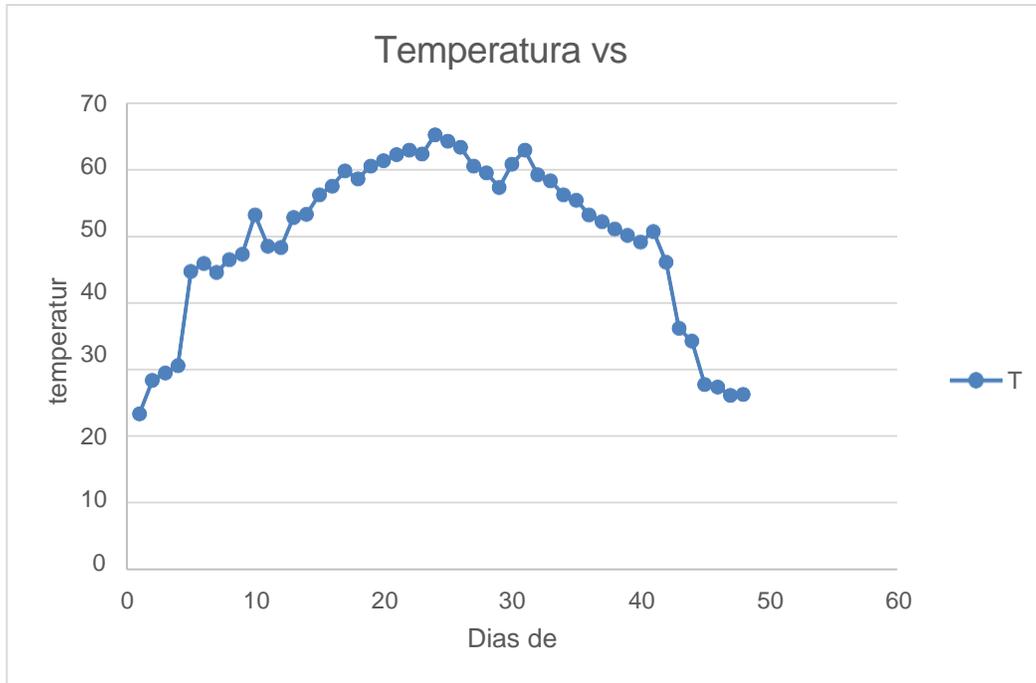


Figura 6. Conducta en la Temperatura en el Proceso de Compostaje

Se está considerando al tratamiento 2, a la pila de compostaje que se ha agregado microorganismos eficientes en una dosis de 100ml, donde se evidencio el inicio de la fase mesófila con una temperatura ambiente entre 21.5C° y 28.5C° durante los 2 primeros días, a partir del día 3 al día 35, se encontró en temperaturas superiores a 55C° alcanzando la fase termófila, luego del día 36 la temperatura desciende por debajo de los 54C° encontrándose en la fase de enfriamiento, para finalmente a partir del día 37 se encuentra temperaturas promedio y cercanas al ambiente encontrándose en su última fase de maduración la cual culmino aproximadamente el día 48, procediéndose a la cosecha del producto final.

3.4.2. Análisis de resultados de laboratorio

En la tabla siguiente se detallan los resultados del análisis del producto obtenido en el proceso de descomposición de residuos orgánicos, con relación a los parámetros físico químicos, donde se observa que el producto final cumple los límites máximos permisibles en la comparación con los parámetros analizados en laboratorio, cabe realizar la aclaración que para establecer el tipo de compost según la normativa chilena NCH 2880 es necesario realizar el análisis de más parámetros físico químicos.

Tabla 7

Registro del análisis físico químico

Parámetros	Normativa Chilena		Unidades	Tratamiento		Cumple Clase	
	Clase A	Clase B		C1	C2	C1	C2
Nitrógeno Total	≥ 0.5	≥ 0.6	%	1.25	1.41	A y B	A y B
pH	5-8.5	5-8.5	Unidades	8.30	8.58	A y B	A y B
Materia Orgánica	≥ 20	≥ 20	%	35.87	38.41	A y B	A y B

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes.

CONCLUSIONES

1. Los ME tienen un efecto en el proceso de descomposición de los residuos orgánicos municipales.
2. El tiempo de procesamiento para la obtención de compost mediante la aplicación de ME fue menor (48 d) en comparación al tratamiento sin la aplicación de ME (136 d).
3. De acuerdo a los análisis físico químico se obtuvo como resultados para el tratamiento C1 (pH=8.30, MO=35.87%, N=1.25%, P₂O₅=4.15%, K₂O=2.24%) y C2 (pH=8.58, MO=38.41%, N=1.41%, P₂O₅=3.63%, K₂O=2.44%), realizando la comparación de los resultados con la normativa chilena NCH 2880 cumplen los límites máximos permisibles en los parámetros (Ph, MO y N). Asumiendo la aclaración que para establecer el tipo de compost es necesario realizar el análisis de más parámetros físico químicos.

RECOMENDACIONES

- La municipalidad distrital de Pucusana, con relación a los residuos sólidos orgánicos tratados en la planta de valorización, realizar la aplicación de microorganismo eficiente para acelerar el proceso de compostaje e implementar a si también el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de los residuos sólidos.
- Realizar los monitores de la pila de compostaje de la temperatura, pH y el tiempo de descomposición de los residuos orgánicos para tener un mejor control de los proceso en la elaboración de compost.
- Realizar el análisis físico químico de más parámetros para identificar mejor el tipo de compost y para tener una proporción de cada material de la pila de compostaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Brito Hannibal, Viteri Rafaela, Guevara Luis, Villacrés Mario, Jara Janeth, Jiménez Silvio, Moya Paola y Parra Carina. (2016). Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del cantón riobamba. *European Scientific Journal*, 76-94.
- Bueno, M. (2003). *Manual para Horticultores Ecológicos*. Barcelona, España: Fertilidad de la Tierra.
- Cajahuanca, F. (2016). Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus sp.*) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla. Huánuco, Perú: (Tesis de Grado). Universidad de Huánuco.
- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- Cuadros, S. (2008). *Compostaje y Biometanización*. Escuela de Organización Industrial.
- Bejarano, B., y Delgadillo, A. (2017). Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos proveniente del rancho de comida del establecimiento carcelario de Bogotá "la modelo" por medio de la utilización de microorganismos eficientes (EM). Bogotá: Universidad de la Salle, (Tesis de Grado).
- Ferrando y Granero. (2011). *Gestión y Minimización de Residuos 2° Edición*. Madrid, España: Fundación Confemetal.

Hurtado, V. J. (2014). Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos. Manizales, Colombia: (Tesis de grado), Universidad de Manizales.

INFOAGRO. (2010). El Compostaje. Obtenido de <https://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

Leyva, S. J. (2014). Método de compostaje de residuos sólidos domiciliarios y su efecto en la obtención de abonos orgánicos ecológicos en el centro poblado cruz del sur - distrito de san juan - Loreto. Iquitos, Perú: (Tesis de Grado).Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Ludeña Pereyra, M. J. (2019). Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de José Gálvez. Cajamarca, Perú: (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Cajamarca.

Ludeña, M. J. (2019). "Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de Jose Galvez". Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca (Tesis de Grado):

Martinez, M. A. (2016). Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander .

MINAM. (2016). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 - 2024.

Obtenido de

https://www.unpei.org/sites/default/files/e_library_documents/Solid%20Waste%20Management%20National%20Plan%20%28PLANRES%29%202016-2024%20.pdf

MINAM. (2017). Decreto Legislativo N°1278. Lima, Perú: Ley de Gestión integral de Residuos Sólidos.

MINAM. (2019). Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal.

Obtenido de

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/municipalidades_pmm_pi/meta3C_2019_implementar_SI.pdf

Montero Ramirez, S. Y. (2019). Eficiencia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de cayhuna, distrito de pilco marca, departamento de Huánuco noviembre-2018-enero-2019. Huánuco, Perú: (Tesis de Grado). Universidad de Huánuco.

Naranjo Pacha, E. I. (2013). Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. Ambato , Ecuador: (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato.

Navarro, Moral, Gomez y Mataix. (1995). Residuos Organicos y Agricultura. España: Universidad de Alicante.

OEFA. (19 de Noviembre de 2018). OEFA identifica 1585 botaderos informales a nivel nacional. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/noticias-institucionales/oefa-identifica-1585-botaderos-informales-nivel-nacional>

- Román, Martínez, Pantoja & FAO. (2013). Manual de compostaje del Agricultor. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO.
- Vargas Clemente, Y. (2017). Calidad de compost producidos a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el centro de protección ambiental "santa cruz", ciudad de concepción. Huancayo, Perú: (Tesis de Grado). Universidad del Centro del Perú.
- Vicente, Carrasco y Negro. (1996). El compostaje como tecnología para el tratamiento de residuos: compostaje de bagazo de sorgo dulce con diferentes fuentes nitrogenadas. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y tecnológicas, ciudad Universitaria, 1-49.
- Zurcan Musetti, V. M. (2010). Estudio experimental en planta piloto del proceso de co-compostaje de residuos agroalimentarios. Centro de Estudios e Investigaciones Técnicas de Guipúzcoa, 91-96.

ANEXOS

Anexos 1: planta de tratamiento de residuos orgánicos



Anexo 2: Medición de Ph



Anexo 3: Medición de temperatura



Anexo 4: pila de compostaje debidamente cubierta



Anexo 5: Certificado de calidad



EM Research Organization
2940 N. Country Club Dr. • Tucson, AZ 85718 • U.S.A.
 TEL: +1 (520) 532-8222 • Email: info@emraz.com

CERTIFICADO DE CALIDAD

SOLUCIONES DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM™)

EM•Compost®

21 de Octubre, 2018

A quien corresponda:

La oficina Interamerica de EM Research Organization, Inc., localizada en Tucson, Arizona certifica que las soluciones de EM™, materia prima para la fabricación de los productos de EM™ usados en agricultura y programas ambientales, tienen las siguientes características.

Tipos de Microorganismos	Cantidad (CFU/mL)
Bacterias Acidolácticas	> 6.0 x 10 ⁸
Bacterias Fototróficas	> 4.0 x 10 ⁸
Levadura	> 3.0 x 10 ⁶

Estos microorganismos NO han sido genéticamente modificados ó sintetizados en laboratorio.

Control de Calidad:
 Lote: LA1PE123-209-18
 F. P.: Nov.-2017
 F. V.: Dic.-2020

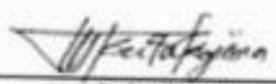
Metodología de Análisis

- Bacteria Acidoláctica: ISO 15214-1998 (MRS Agar plate count)
- Bacteria Fototrófica: Método Vanselslander (SA Agar plate count)
- Levadura: ISO 7954-1987
- Aerobic Plate Count: FDA-BAM
- Salmonella: PCR-BAX AOAC 2005.09
- Coliform Count: Petrifilm AOAC
- E.coli Count: Petrifilm AOAC
- Mold Count: FDA-BAM

EM Research Organization Inc. certifica que todo producto EM-Compost® elaborado en el futuro, hasta que se notifique de otra manera, contendrá únicamente estos organismos en el momento de hacerse disponible para su uso y será de la misma calidad. A su vez, cada batch de materia prima y producto final es sometido a laboratorios independientes para analisis de bacterias patógenas como Salmonella, coliformes fecales, Shigella, Staphylococcus sp., Streptococcus sp., Escherichia coli y presencia de mohos.

Considérese esta información como la más reciente proporcionada por nuestra organización; por lo tanto, este certificado invalida todos los emitidos anteriormente por la misma.

Este certificado es válido hasta el 31 de Diciembre, 2019.



Keita Kojima
 Executive Director
 EM Research Organization, Inc.
 Interamerica Branch Office

Anexo 6: Certificado de calidad

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

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : ALEXANDER QUISPE ENRIQUEZ
PROCEDENCIA : LIMA/LIMA/PUCUSANA
MUESTRA DE : COMPOST
REFERENCIA : H.R. 66000
FACTURA : 4002
FECHA : 19/11/19

N° LAB	CLAVES	pH	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
1085	C1	8.30	35.87	1.25	4.15	2.24
1086	C2	8.58	38.41	1.41	3.63	2.46

 *Dr. Sady Garcia Bendeza*
Jefe de Laboratorio

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