

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**



**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL COMPOST CON  
APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA  
PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS, LA  
PUSHURA PROVINCIA JAÉN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
FORESTAL Y AMBIENTAL**

**AUTORES:**

Bach. SILVIA YANET ELERA HERRERA

Bach. EDGAR OLANO GONZALES

**ASESORES:**

Dr. SANTOS CLEMENTE HERRERA DÍAZ.

Dr. ALEXANDER HUAMAN MERA.

**JAÉN – PERÚ, DICIEMBRE 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 11 de Diciembre del año 2019, siendo las 10:30am horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Juan Manuel Garay Román

Secretario: MSc Christian Zayed Apaza Panca

Vocal: Mg. Yuriko Sumiyo Murillo Domén, para evaluar la Sustentación de:

- Trabajo de Investigación
- Tesis
- Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

Determinación de la calidad del compost con aplicación de microorganismos eficientes en la planta de tratamiento de residuos sólidos, La Pastura, Provincia de Jaén.

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller Silvia Yanet Elera Herrera y Edgar Plano Gonzales.

de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

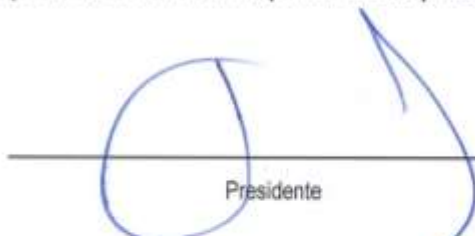
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- Aprobar
- Desaprobar
- Unanimidad
- Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )           |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )           |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <u>15</u> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )           |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )           |

Siendo las 11:30am horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

## INDICE

Índice de tablas .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	4
2.1. Objetivo general .....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
3.1. Materiales y equipos de campo .....	5
a. Equipos .....	5
b. Herramientas .....	5
c. Insumos biológicos .....	5
d. Insumos no biológicos .....	5
e. Equipos de gabinete .....	6
3.2. Metodología .....	6
3.2.1. Ubicación .....	6
3.2.2. Obtención de residuos sólidos orgánicos .....	6
3.2.3. Reproducción de microorganismos eficientes de forma natural .....	7
3.2.4. Pesado, picado y homogenización de los residuos sólidos .....	8
3.2.5. Relación carbono/nitrógeno inicial para la formación de la pila .....	8
3.2.6. Formación de las pilas de compostaje .....	8
3.2.7. Temperatura .....	9
3.2.8. pH .....	9
3.2.9. Humedad .....	10
3.2.10. Inoculación de la pila .....	10
3.2.11. Riego .....	11
3.2.12. Volteos .....	11
3.2.13. Obtención del compost .....	11
3.2.14. Toma de muestra para el análisis de laboratorio .....	11
3.2.15. Tipo de investigación .....	13
3.2.16. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información .....	13
3.2.17. Temperaturas y tiempos de destrucción de patógenos .....	15
IV. RESULTADOS .....	16

<b>4.1. Formación, labores complementarias y cosecha de rumas.....</b>	<b>16</b>
Formación de ruma.....	16
Aplicación de EM activado (EMa).....	16
Riego.....	17
Volteo de las rumas.....	18
Cosecha de las rumas.....	18
Temperatura.....	19
pH.....	21
Humedad.....	23
<b>4.2. Análisis físico-químico y microbiológico.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.1. Resultados del análisis físico-químico.....</b>	<b>25</b>
pH.....	25
Humedad (H).....	25
Materia orgánica (MO).....	25
Olor.....	26
Color.....	26
Nitrógeno total (%).....	27
Relación C/N.....	27
Fósforo.....	27
Potasio total (%).....	28
<b>4.2.2. Análisis de metales pesados.....</b>	<b>28</b>
Plomo total.....	28
Cadmio total.....	29
Cromo total.....	29
<b>4.2.3. Análisis microbiológicos.....</b>	<b>30</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
Humedad.....	31
Olor.....	31
Color.....	32
pH.....	32
Conductividad eléctrica.....	32
Relación C/N.....	33
Materia orgánica.....	33
Macroelementos.....	34
Microelementos.....	34

<b>Metales pesados</b> .....	34
<b>Microbiológicos</b> .....	35
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	36
<b>CONCLUSIONES</b> .....	36
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	37
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	38
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	41
<b>DEDICATORIA</b> .....	42
<b>ANEXOS</b> .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Parámetros a evaluar para determinar calidad del compost-----	12
<b>Tabla 2:</b> Pilas de compostaje-----	13
<b>Tabla 3 :</b> Parámetros de calidad del compost exigidos por la norma chilena Nch 2880-----	14
<b>Tabla 4:</b> Relación de microorganismos, temperatura y tiempo de exposición necesarios para la destrucción de algunos patógenos y parásitos comunes durante el compostaje -----	15
<b>Tabla 5:</b> Componentes de los residuos sólidos en la planta de compostaje-----	16
<b>Tabla 6:</b> Cantidades de aplicación EMa-----	17
<b>Tabla 7:</b> Fechas de los riegos de las rumas de compost.-----	17
<b>Tabla 8:</b> Fechas de los volteos de las rumas de compost, con la ayuda de una palana-----	18
<b>Tabla 9:</b> Peso inicial y final de los residuos orgánicos -----	19
<b>Tabla 10:</b> Promedio de temperatura del compost EM (°C). -----	19
<b>Tabla 11:</b> Promedio de temperatura del compost (°C). -----	20
<b>Tabla 12:</b> Datos del pH del compost - EM -----	21
<b>Tabla 13:</b> Datos del pH del compost -----	22
<b>Tabla 14:</b> Resultado de laboratorio de parámetros físicos, químicos y microbiológicos. -----	24
<b>Tabla 15:</b> Datos del pH del compost. -----	25
<b>Tabla 16:</b> Humedad del compost.-----	25
<b>Tabla 17:</b> Datos de la materia orgánica del compost-----	26
<b>Tabla 18:</b> Datos del contenido del olor del compost -----	26
<b>Tabla 19:</b> Datos del contenido del color del compost.-----	26
<b>Tabla 20:</b> Datos del contenido del nitrógeno total en el compost. -----	27
<b>Tabla 21:</b> Datos de la relación C/N del compost. -----	27
<b>Tabla 22:</b> Datos del contenido del fósforo en el compost. -----	28
<b>Tabla 23:</b> Datos del contenido del potasio en el compost.-----	28
<b>Tabla 24:</b> Datos del contenido de plomo en el compost.-----	29
<b>Tabla 25:</b> Datos del contenido de cadmio en el compost-----	29
<b>Tabla 26:</b> Datos del contenido de cromo en el compost.-----	30
<b>Tabla 27:</b> Resultado de análisis microbiológico del compost-----	30

## LISTA DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Evolución de la temperatura de compost-EM.....	20
<b>Gráfico 2:</b> Evolución de la temperatura de compost. ....	21
<b>Gráfico 3:</b> Evolución del pH del compost - EM.....	22
<b>Gráfico 4:</b> Evolución de pH del compost.....	23

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Señalización del lugar donde se formó las pilas.....	6
<b>Figura 2:</b> Llegada de materia orgánica a la compostera.....	6
<b>Figura 3:</b> Ruma de materia orgánica.....	6
<b>Figura 4:</b> Insumos para reproducir los microorganismos eficientes. ....	7
<b>Figura 5:</b> Mezcla de levadura disuelta con leche de vaca. ....	7
<b>Figura 6:</b> Disolución de la levadura en agua tibia.....	7
<b>Figura 7:</b> Disolución de la chancaca junto con la leche.....	8
<b>Figura 8:</b> Tapado del recipiente por un periodo de 15 días.....	8
<b>Figura 9:</b> Pesado de materia orgánica.....	8
<b>Figura 10:</b> Cernido de materia orgánica en una malla de 5cm2.....	8
<b>Figura 11:</b> Picado de la materia orgánica de forma manual con la ayuda de un machete.....	9
<b>Figura 12:</b> Formación de las pilas.....	9
<b>Figura 13:</b> Medición de temperatura a cada pila.....	9
<b>Figura 14:</b> Medición de temperatura a cada pila.....	9
<b>Figura 15:</b> Medición de pH.....	9
<b>Figura 16:</b> Con la ayuda de un balde se procedió a regar la pila con la mezcla de EM.....	10
<b>Figura 17:</b> Mezcla de 2000ml de EM con 18 litros de agua. ....	10
<b>Figura 18:</b> Volteo de las pilas desplazándola de su lugar de origen para el riego y oxigenación homogéneo.....	11
<b>Figura 19:</b> Volteo de las pilas desplazándola de su lugar de origen para el riego y oxigenación homogéneo.....	11
<b>Figura 20:</b> control de humedad método del puño. ....	43
<b>Figura 21:</b> Presencia de microorganismos. ....	43
<b>Figura 22:</b> Compost final obtenido. ....	43
<b>Figura 23:</b> Toma de muestra compost final obtenido. ....	43

## RESUMEN

Hoy en día debido el crecimiento poblacional ha provocado el incremento de la generación de residuos sólidos urbanos por lo tanto los impactos negativos a la salud y al ambiente. Una de las alternativas para minimizar estos impactos es el compostaje. El presente trabajo de investigación denominado "Determinación de la calidad del compost con aplicación de Microorganismos Eficientes en la planta de tratamiento de residuos sólidos, la Pushura provincia Jaén" tiene por objetivo principal evaluar la calidad del compost. Se han evaluado parámetros físicos, químicos y microbiológicos, cuyos resultados son comparados con la norma chilena 2880 de calidad de compost. Según los análisis físicos, se obtuvo mejores características para el tratamiento compost-EM, color marrón oscuro y humedad 30.80%. Para las características químicas como, materia orgánica (38.92%) para el tratamiento compost, Pb y Cr se obtuvieron valores de 21.33 ppm y 24.68 ppm para el tratamiento compost EM, sin embargo el pH (8.85, 8.75) y la conductividad eléctrica (21.6 dS/m, 20.3 dS/m) para las muestra de compost y compost-EM respectivamente, los parámetros microbiológicos de coliformes totales y fecales para ambas muestras se obtuvieron valores menor del 3(NMP/gr). Se concluye para la norma chilena 2880 de calidad del compost, según los parámetros físicos, químicos y microbiológicos evaluados para la muestra compost, el 73% de parámetros califican para clase A y para la muestra compost-EM el 91% de parámetros califican para clase A.

**PALABRAS CLAVES:** Residuos sólidos, compost, microorganismos eficientes.



## ABSTRACT

Today due to population growth have led to the increase in the generation of urban solid waste therefore negative impacts on health and the environment. One of the alternatives to minimize these impacts is composting. The present research work called "Determination of compost quality with application of Efficient Microorganisms in the Solid Waste Treatment Plant, the Jaén Province Pushura" has as its main objective to assess the quality of the Compost. Physical, chemical and microbiological parameters have been evaluated, the results of which are compared to the Chilean standard 2880 of compost quality. According to physical analyses, better characteristics were obtained for compost-EM treatment, dark brown color and humidity 30.80%. For chemical characteristics such as organic matter (38.92%) for compost treatment, Pb and Cr obtained values of 21.33 ppm and 24.68 ppm for Em compost treatment, however pH (8.85, 8.75) and electrical conductivity (21.6 dS/m, 20.3 dS/m) for compost and compost-EM samples respectively, the microbiological parameters of total and faecal coliforms for both samples were obtained less than 3(NMP/gr). It is concluded for the Chilean standard 2880 of compost quality, according to the physical, chemical and microbiological parameters evaluated for the compost sample, 73% of parameters qualify for class A and for the compost-EM sample 91% of parameters qualify for class A.

**KEYWORDS:** Solid waste, compost, efficient microorganisms.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú del total de la generación de residuos sólidos municipales al 2018 (7 497 482 t/año), sólo 3 309 712 toneladas menos del 50% fueron dispuestos en un relleno sanitario tal como indica la normatividad vigente; siendo el remanente dispuesto inadecuadamente en el ambiente (Minam, 2018).

Respecto a la composición de residuos sólidos generados en el 2018 es importante resaltar que el 56% de los residuos sólidos son materia orgánica, el 19% son residuos no reaprovechables, el 18% pertenece a residuos reaprovechables y finalmente el 7% es compuesto por residuos peligrosos (Minam, 2018).

La generación de residuos sólidos en la ciudad de Jaén según el último Plan de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del año 2012 fue de 55.55 Ton/día en el distrito de Jaén, estas cifras nos llevan a buscar alternativas de solución para minimizar estos impactos ambientales, como la generación de malos olores, gases de efecto invernadero, contaminación por lixiviados, etc.

Según el último estudio de caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Jaén el 73.30% es materia orgánica, por lo que esta información permite hacer una valorización a estos residuos de más fácil biodegradabilidad, tales como restos vegetales, estiércol de animales, restos de comida, ect.

El compostaje es un proceso biológico que permite la descomposición controlada de los residuos orgánicos, eliminando en el proceso los microorganismos patógenos presentes. Por lo tanto es una alternativa a esta problemática, sobre todo porque la mayor parte de residuos sólidos urbanos son orgánicos. Además para este proceso es el uso de los microorganismos eficientes (EM) que ayudan a controlar la emisión de gases contaminantes, moscas, etc. y de esa forma mejorar la calidad del compost, ya que el EM es un inóculo constituido por la mezcla de microorganismos benéficos (levaduras, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas) que son mutuamente compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido (Haug, 1993).

Lo más importante después de realizar compost a partir de residuos sólidos urbanos es saber su calidad de este, Según Labrador (2001). La calidad refleja la madurez del compost y la obtención de un producto orgánico estable. La calidad de los compost está afectada por el material original (grado de digestión, contenido original de nutrientes, etc.) y por el sistema de compostaje utilizado (Mazzarino *et al.*, 2005). Cegarra (1994), dice que para evaluar la calidad de los materiales orgánicos, durante y al final del proceso de compostaje. Se proponen criterios basados en la cuantificación de los parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos criterios definen las características benéficas del compost y permiten recomendar su aplicación para diferentes finalidades agrícolas.

Dentro de los análisis físico-químicos de los bioabonos los mejores resultados se obtuvieron del compost, tanto en pH, % de M.O, N, P, K y relación C/N mostrando valores dentro de los rangos óptimos para su uso Agronómico. El contenido de Fosforo del suelo tras la aplicación de Compost mostró una cantidad de 108.41 ppm y que dentro de la escala establecida para este elemento se considera como excelente (Vásquez, 2008).

Para el proceso de compostaje, se estableció como factores determinantes una relación C/N de 33/1, humedad de 30-40%, 1 volteo semanal, tamaño de partícula de los materiales de 3 a 6 cm, obteniendo en 43 días un compost maduro; la temperatura, alcanzó niveles de 26 a 52°C, se encontró que todos los tratamientos presentaron una fase termófila normal (mayor a 40°C), donde el nivel de temperatura se incrementó al aumentar la dosificación de “EM”. Además, De acuerdo a la calidad de compost los tres tratamientos más el testigo absoluto; en cuanto al contenido de materia orgánica, contenido de nitrógeno y relación carbono/nitrógeno cumplen con la normativa Chilena excepto en el contenido de metales pesados; sin embargo para la norma técnica Colombiana 5167, la Norma 503-40CFR de la EPA y la Organización Mundial de la Salud, estos cumplen con los requisitos de calidad de compost; de acuerdo a las características microbiológicas tanto el tratamiento 1 y tratamiento 2 cumplen con los parámetros establecidos por la norma Norma Chilena 2880 en cuanto al contenido de Coliformes Fecales y totales a diferencia de los demás tratamientos (Soriano, 2016).

La calidad del compost producido a partir de RSOM según sus características químicas lo clasifica en un 50% como compost de Clase B según la norma chilena 2880 y en un 26% como compost de Clase B según la norma mexicana 020 (Soriano, 2016).

La calidad del compost producido a partir de RSOM según sus características microbiológicas, corresponde en un 100% como compost de Clase B según la norma chilena 2880 y norma mexicana 020 para ambos periodos de evaluación por la ausencia de Coliformes Fecales y *Salmonella* sp. En el compost (Vargas, 2017).

En el proceso de compostaje el pH alcanzado a los 43 días fue de 7.4. Los rangos de temperatura fueron de 28.4°C a 30.6°C (Etapa de latencia), 30.6°C a 42.2°C (Etapa mesotérmica I), 42.2°C a 75.3°C (Etapa termogénica) y por ultimo descendió hasta alcanzar los 41.1 °C (Etapa mesotérmica II). La humedad relativa no fue estable pero esta se mantuvo en un rango de 70% y 80% (Robles 2015).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- ✓ Determinar la calidad del compost mediante la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) en la planta de tratamiento de Residuos Sólidos la Pushura Provincia Jaén.

### **2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas del compost, con la aplicación de Microorganismos Eficientes (EM).
- ✓ Determinar la calidad del compost, según la norma chilena 2880.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales y equipos de campo**

##### **a. Equipos**

- Termómetro
- pH – metro
- Balanza.

##### **b. Herramientas**

- Palana
- Machete
- 2 baldes de 18 Litros
- Carretillas
- Wincha.
- Mochila de fumigar de 20 Lt.
- Guantes
- Mascarillas
- Libreta de apuntes
- Etiquetas para las muestras de compost
- Equipo de protección

##### **c. Insumos biológicos**

- Residuos sólidos orgánicos
- 200g de levadura de pan.
- 2.5kg de estiércol de ganado vacuno fresco.

##### **d. Insumos no biológicos**

- Agua libre de cloro
- 2.5 litros de leche.
- 2 tapas de chancaca.
- Agua destilada

**e. Equipos de gabinete**

- Papel Bond A4 de 80g.
- Lapiceros

**3.2. Metodología**

**3.2.1. Ubicación**

La presente investigación se desarrolló en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la Municipalidad Jaén, ubicada en el Sector La Pushura al sur-este de la ciudad de Jaén, a 6.59 Km del centro de la ciudad, donde se procedió a delimitar el espacio de 3 de largo por 1.5 de ancho donde se realizó la formación de las pilas.



**Figura 1:** Señalización del lugar donde se formó las pilas.

**3.2.2. Obtención de residuos sólidos orgánicos**

La municipalidad de Jaén desarrolla un programa llamado: Segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos, los cuales fueron obtenidos gracias a este programa, para luego ser trasladados en vehículos de transporte de carga hasta la planta de tratamiento de residuos sólidos de la Municipalidad de Jaén, ubicada en el sector La Pushura, luego fueron recepcionados y se ubicaron en el área donde se realizó el proceso.



**Figura 3:** Llegada de materia orgánica a la compostera.



**Figura 2:** Ruma de materia orgánica.

### 3.2.3. Reproducción de microorganismos eficientes de forma natural

Antes de iniciar el proceso de producción de abonos orgánicos fue necesario reproducir primero los microorganismos eficientes.

Para ello se necesitó los siguientes ingredientes:

- 100gr de levadura de pan.
- 2.5kg de estiércol de ganado vacuno fresco
- Agua sin cloro
- 3 litros de leche de vaca
- 2 tapas de chancaca de caña



**Figura 4:** Insumos para reproducir los microorganismos eficientes.

Para ello se disolvió la levadura en agua tibia para acelerar la reacción. En un balde de 5 litros, se mezcló 100gr de levadura con 3 litros de leche junto a esto se disolvió las dos tapas de chancaca. En un recipiente de 50 litros, se vertió 30 litros de agua sin clorar y se mezcló con 2.5kg de estiércol de ganado vacuno juntamente y además se agregó la mezcla del balde de 5 litros. Después, se mezcló y se dejó reposar por 30 minutos para dar inicio al proceso de reproducción de los microorganismos (bacterias, levaduras, hongos, actinomicetos). Este preparado se llama cepa, el cual permaneció por un periodo de 15 días antes de ser usado.



**Figura 5:** Mezcla de levadura disuelta con leche de vaca.



**Figura 6:** Disolución de la levadura en agua tibia





**Figura 7:** Disolución de la chancaca junto con la leche



**Figura 8:** Tapado del recipiente por un periodo de 15 días.

#### **3.2.4. Pesado, picado y homogenización de los residuos sólidos**

Se procedió a pesar la materia orgánica, además se realizaron las labores de limpieza, plásticos, latas; etc., así mismo aquellos residuos orgánicos que presentaban un mayor tamaño fueron sometidos a un picado manual con lo cual se obtuvo 260 kilos de materia orgánica en cada pila, partículas de 3 a 6 cm, con la finalidad de facilitar su descomposición.



**Figura 10:** Cernido de materia orgánica en una malla de  $5\text{cm}^2$



**Figura 9:** Pesado de materia orgánica

#### **3.2.5. Relación carbono/nitrógeno inicial para la formación de la pila**

Para saber esta relación se procedió primero a la homogenización de los residuos sólidos orgánicos que fueron compostados y además se pesaron estos.

#### **3.2.6. Formación de las pilas de compostaje**

Los residuos sólidos orgánicos, se trituraron manualmente con la ayuda de un machete y se depositaron en las pilas de compostaje, se formara las pilas con una altura de 1m., de largo 2 m. y ancho 1 m. separados por caminos de 0,50m.



**Figura 12:** Formación de las pilas.



**Figura 11:** Picado de la materia orgánica de forma manual con la ayuda de un machete.

### 3.2.7. Temperatura

Debido a que es un parámetro muy importante para el desarrollo del proceso de compostaje, la temperatura se registró a partir del primer día de la instalación de las pilas de compostaje.

Para determinar la temperatura se empleó un termómetro de mercurio de medición de hasta 100°C, introduciéndose al centro de la pila de compostaje, la medición se realizó en dos puntos de la pila y se registró el promedio de las dos mediciones.



**Figura 13:** Medición de temperatura a cada pila



**Figura 14:** Medición de temperatura a cada pila.

### 3.2.8. pH

Para la toma de pH se tomó una muestra aleatoria de compost de cada pila, luego se agregó agua destilada y se homogenizó la muestra, para luego mediante el uso pHmetro se determinó dicho parámetro. La medición del pH se realizó una vez por semanas en el laboratorio de la universidad nacional de Jaén.



**Figura 15:** Medición de pH

### 3.2.9. Humedad

Para controlar la humedad se utilizó el método empírico de la prueba de puño (Sztern y Pravia 2002). Este método consiste en tomar una muestra de compost en la mano y empuñarlo fuertemente, si observamos un hilo de agua, entonces se puede decir que el compost presenta más del 40% de humedad, si el hilo que se obtiene se presenta de forma intermitente, entonces la humedad está cerca al 30%, si no gotea y al abrir la mano el material permanece moldeado, la humedad esta entre un 20 a 30%; finalmente si al abrir la mano el material se disgrega la humedad es menor al 20%. Dicho control se realizó cada vez que se realizó el control de volteos que se realizó 1 vez por semana.

Además para determinar la humedad del producto terminado final se realizó a través del método gravimétrico que consistió en que ambas muestras fueron pesadas, luego secada en un horno a °C 105 por 24 horas, luego se determinó en una balanza el peso del agua y el peso del suelo seco, lo cual se empleó la siguiente formula:

$$W (\%) = \frac{\text{Peso de compost humedo} - \text{Peso de compost seco}}{\text{Peso de compost seco}} \times 100$$

### 3.2.10. Inoculación de la pila.

La inoculación de las pilas con EM se efectuó desde el primer día de conformación de las pilas hasta la etapa de maduración, se realizó riegos usando el inoculo de 1 vez por semana, empleando un balde de 20 litros de agua con una dosis de 2000ml del EM en 18 lts de agua.



**Figura 16:** Con la ayuda de un balde se procedió a regar la pila con la mezcla de EM



**Figura 17:** Mezcla de 2000ml de EM con 18 litros de agua.

### 3.2.11. Riego

El riego se realizó siempre cuando las pilas de compostaje presenten humedad por debajo de 30%. Se empleó un balde de 20 litros con la finalidad homogenizar el agua en toda la pila y mejorar la eficiencia del proceso.

### 3.2.12. Volteos

Los volteos se realizaron con la ayuda de una palana, con la finalidad de mejorar la oxigenación del proceso, la frecuencia de los volteos fue una vez a la semana, hasta que dure la obtención el compost.



**Figura 19:** Volteo de las pilas desplazándola de su lugar de origen para el riego y oxigenación homogéneo.



**Figura 18:** Volteo de las pilas desplazándola de su lugar de origen para el riego y oxigenación homogéneo.

### 3.2.13. Obtención del compost

Al llegar a la etapa de maduración, la temperatura de la pila de compost comenzó a descender y llegó a temperatura ambiente, además el material resultante mostró una coloración marrón oscuro, esponjoso y de un olor agradable a tierra, estos fueron los indicadores que el compost está listo para ser cosechado y al final se pesó para saber la pérdida de peso de materia orgánica.

### 3.2.14. Toma de muestra para el análisis de laboratorio

Cuando se terminó el proceso, se homogenizó bien la materia orgánica, luego se dividió en cuatro partes iguales y se separó una de ellas o dos opuestas. Se repitió el procedimiento hasta llegar a obtener la muestra deseada.

Dicha muestra fue de un 1 kg por cada tratamiento, las cuales fueron secadas bajo sombra por una semana, luego enviadas al laboratorio de la Universidad Agraria La Molina, debidamente rotuladas ambas muestras, para ser analizadas los siguientes parámetros:

**Tabla 1:** Parámetros a evaluar para determinar calidad del compost

<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>		
<b>Color</b>	Organoléptico	
<b>Olor</b>	Organoléptico	
<b>Humedad</b>	%	
<b>PARÁMETROS QUÍMICOS</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Relación C/N</b>	
<b>generales y de</b>	pH	.....
<b>Materia</b>	C.E	dS/m
<b>Orgánica</b>	M.O	%
	N	%
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%
<b>Macroelementos</b>	K <sub>2</sub> O	%
	CaO	%
	MgO	%
	Hd	%
	Fe	Ppm
	Na	%
<b>Microelementos</b>	Cu	ppm
	Zn	ppm
	Mn	ppm
	B	ppm
	Pb	ppm
<b>Metales Pesados</b>	Cd	ppm
	Cr	ppm
<b>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>		
<b>Coliformes totales</b>	NMP/gr	
<b>Coliformes fecales</b>	NMP/gr	

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.2.15. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva porque se pretende describir la calidad del compost con la aplicación de microorganismos eficientes como lo viene realizando, cuya obtención de los resultados se realizara en base al plan de la investigación, el cual se detalla en la metodología a seguir.

Las pilas fueron dos, como se detalla a continuación:

- La primera, pila 1 (P1), residuos sólidos orgánicos homogenizados.
- El segundo, pila 2 (P2), residuos sólidos orgánico homogenizados, en la pila se agregara 2000 ml de EMa en 18 litros de agua.

**Tabla 2:** Pilas de compostaje

<b>Código</b>	<b>Homogenización</b>	<b>“EM” ml/20L</b>
P1	Residuos sólidos orgánicos (RSO)	Sin Dosis
P2	Residuos sólidos orgánicos (RSO)	2000ml

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.16. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información

Se ha considerado como guía referencial los niveles establecidos en la norma chilena NCh2880, la cual nos sirvió para la interpretación y discusión de nuestros resultados de todos los parámetros físicos y químicos así como los microbiológicos, los cuales se detallan en la tabla N° 03.

**Tabla 3 :** Parámetros de calidad del compost exigidos por la norma chilena Nch 2880

PARAMETROS			Nch 2880	
			Calidad A	Calidad B
Relación C/N			10 ≤ a 25	10 ≤ a 40
Parámetros generales y de Materia Orgánica	pH	-----	5.0 - 8.5	5.0 - 8.5
	C.E	dS/m	< a 3dS/m	≤ a 8 dS/m
	M.O	%	≥ a 20%	≥ a 20%
	N	%	≥ a 0.5%	≥ a 0.5%
Microelementos	P2O5	%	-----	-----
	K2O	%	-----	-----
	CaO	%	-----	-----
	MgO	%	-----	-----
	Na	%	≤ 1%	≤ 1%
	Hd	%	30% - 45%	30% - 45%
	Metales Pesados	Pb		100 mg/kg
Cd			2 mg/Kg	8 mg/Kg
Cr			120 mg/Kg	800 mg/Kg
Coliformes totales	NMP/g	< a 1000 NMP	< a 1000 NMP	
Coliformes fecales	NMP/g	< a 1000 NMP	< a 1000 NMP	
Organismos mesófilos totales (UFC/g de compost seco)	Bacterias	-----	-----	
	Actinomicetos	-----	-----	
	Hongos	-----	-----	
Respiración microbiana	mg CO2/g de compost seco/día	-----	-----	
Biomasa microbiana	mg C/g de compost	-----	-----	
Bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre	Organismos/g compost seco	-----	-----	
Bacterias nitrificantes		-----	-----	

**Fuente:** Norma Chilena (Nch 2880) de calidad de compost (2003)

**Nota. Calidad A:** Este producto no presenta restricciones de uso y es apto para la agricultura ecológica.

**Calidad B:** Este producto puede presentar algunas restricciones de uso.

### 3.2.17. Temperaturas y tiempos de destrucción de patógenos

La relación temperatura tiempo es el factor más significativo de la causa de la muerte de los patógenos. En la tabla N° 4 se presentan las temperaturas y tiempos de exposición para la destrucción de algunos agentes patógenos.

**Tabla 4:** Relación de microorganismos, temperatura y tiempo de exposición necesarios para la destrucción de algunos patógenos y parásitos comunes durante el compostaje

MICROORGANISMOS	OBSERVACIONES Y TIEMPO DE SUPERVIVENCIA
<i>Salmonella</i> Sp.	Muerte dentro de una hora a 55 °C y dentro de 15 a 20 minutos a 60 °C
<i>Shigella</i> Sp.	Muerte dentro de una hora a 55 °C
<i>Escherichia coli</i>	La mayoría muere dentro de 1 hora a 55 °C
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Muere dentro de 10 minutos a 54 °C
<i>Áscaris lumbricoides</i> (huevos)	Mueren en menos de una hora a temperaturas por encima de 50 °C
Algunas formas de hongos	No sobreviven
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Destruídos a 49°C
<i>Leptospira philadelphia</i>	2 días
<i>Microbacterium tuberculosis</i>	14 días
Otros virus que afectan humanos	7 días
Poliovirus	3 a 7 días a 49 °C
<i>Salmonella</i>	7 a 21 días
<i>Shigella</i>	7 a 21 días

**Fuente:** Adaptada de Luque, 1997 y Thobanoglous et al., (1994).



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Formación, labores complementarias y cosecha de rumas

#### Formación de ruma

En primer lugar se efectuó el apilamiento diario de la materia orgánica conforme lo establecido, por lo cual se procedió a desmenuzar la materia orgánica menos de 7cm de grosor luego dicha materia fue pesada en una balanza tradicional obteniéndose 260 kg de materia orgánica en cada pila, posteriormente se procedió a formar las 2 pilas con las siguientes dimensiones: 2m de largo, 1m de ancho y 1m de altura.

La composición de las rumas se muestra en la tabla N° 05.

**Tabla 5:** Componentes de los residuos sólidos en la planta de compostaje

N°	RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS
01	Restos de verduras, comida
02	Restos de frutas, legumbres, granos, otros similares.
03	Cáscaras de huevo, desechos de café
04	Hierbas de jardín
05	Estiércol de animales cuy, conejo y gallina
06	Otros similares (degradables)

**Fuente:** Elaboración propia

#### Aplicación de EM activado (EMa)

En la tabla N° 06 se detalla las cantidades de EMa aplicados por los días de instalación y cada volteo.

**Tabla 6:** Cantidades de aplicación EMa

<b>Aplicación de EM</b>	<b>Fecha</b>	<b>EM (Litros)</b>
Formación de una ruma	15/07/2019	6
	22/07/2019	6
Volteos	29/07/2019	6
	05/08/2019	6
	12/08/2019	6
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### **Riego**

Las actividades de riego se efectuaron una vez por semana en las 02 pilas. Conjuntamente con los volteos (ver la tabla N° 07).

**Tabla 7:** Fechas de los riegos de las rumas de compost.

<b>FECHA DE RIEGOS</b>	<b>COMPOST</b>	<b>COMPOST-EM</b>
15/07/2019		X
22/07/2019		X
29/07/2019		X
05/08/2019		X
12/08/2019		X
19/08/2019		X
26/08/2019		X
02/09/2019		X
09/09/2019		X
16/09/2019		X
23/09/2019		X
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Los riegos se realizaron en las mismas fechas de los volteos.

### **Volteo de las rumas**

Se inoculó EMa de manera uniforme durante el volteo conforme la tabla N° 08.

**Fecha de formación de las rumas:** 15 de julio del 2019

**Tabla 8:** Fechas de los volteos de las rumas de compost, con la ayuda de una palana

<b>FECHA DE VOLTEO</b>	<b>COMPOST COMPOST- EM</b>
22/07/2019	X
29/07/2019	X
05/08/2019	X
12/08/2019	X
19/08/2019	X
26/08/2019	X
02/09/2019	X
09/09/2019	X
16/09/2019	X
23/09/2019	X
<b>TOTAL</b>	<b>10 Volteos</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### **Cosecha de las rumas.**

Después de 77 días se procedió con la cosecha del compost y compost-EM, empleando una zaranda metálica cuyos orificios son de 1/2". El producto cernido (Compost-EM) presenta un olor agradable a tierra agrícola y su temperatura estaba por encima de los 23 °C.

Se tomó en cuenta para iniciar con la cosecha los factores como el olor del compost, la temperatura y el color. Los datos obtenidos sobre el peso inicial de los residuos orgánicos por ruma de los 2 tratamientos se expresan en la tabla N° 09.

**Tabla 9:** Peso inicial y final de los residuos orgánicos

Pilas	Peso inicial de residuo orgánico (kg)	Peso final de	
		residuo orgánico (kg)	Pérdida de peso de residuo orgánico (kg)
<b>Compost</b>	260	99	161
<b>Compost-EM</b>	260	109	151

**Fuente:** Elaboración propia

### Temperatura

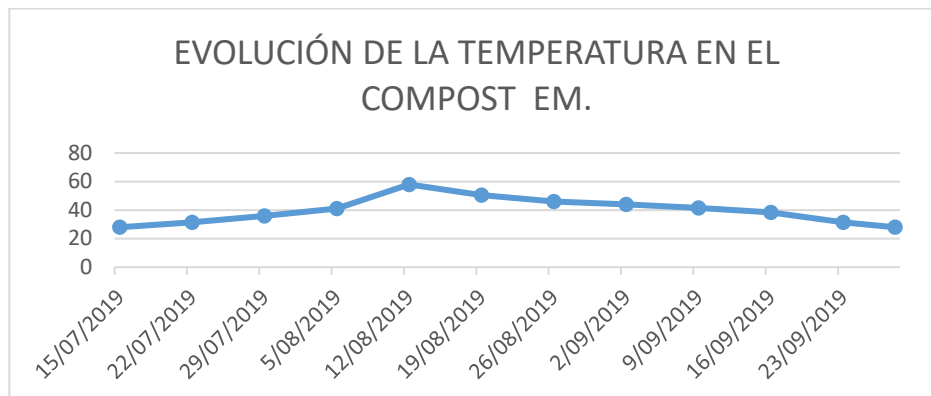
Los datos obtenidos sobre las temperaturas se realizaron una vez por semana desde el inicio del proceso de compostaje hasta la cosecha de las pilas. Para determinar la temperatura se empleó un termómetro de mercurio de medición de hasta 100°C, introduciéndose en dos puntos de la pila y se registró el promedio de las dos mediciones.

**Tabla 10:** Promedio de temperatura del compost EM (°C).

Fechas	Temperatura		Promedio de temperatura (°C)
	01 (°C)	02 (°C)	
15/07/2019	27	29	<b>28</b>
22/07/2019	31	32	<b>31.5</b>
29/07/2019	35	37	<b>36</b>
05/08/2019	40	42	<b>41</b>
12/08/2019	57	59	<b>58</b>
19/08/2019	51	50	<b>50.5</b>
26/08/2019	45	47	<b>46</b>
02/09/2019	44	44	<b>44</b>
09/09/2019	41	42	<b>41.5</b>
16/09/2019	38	39	<b>38.5</b>
23/09/2019	32	31	<b>31.5</b>
28/09/2019	27	29	<b>28</b>

**Fuente:** Elaboración propia

La temperatura máxima del tratamiento compost-EM fue de 58 °C y la temperatura mínima fue de 28 °C, determinado en la cosecha del abono orgánico.



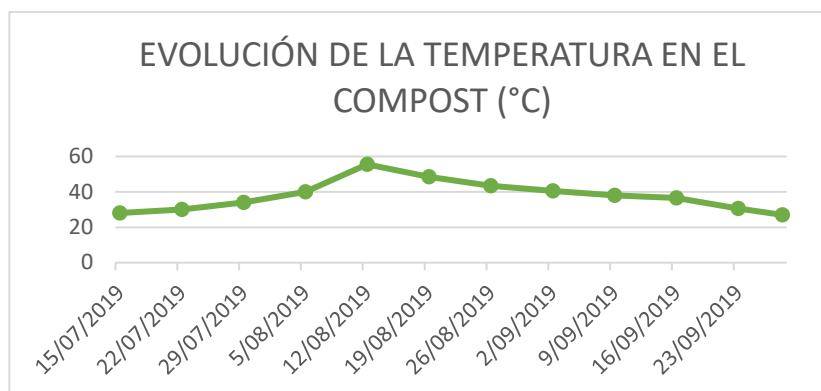
**Gráfico 1:** Evolución de la temperatura de compost-EM

**Tabla 11:** Promedio de temperatura del compost (°C).

Fechas	Temperatura		Promedio de temperatura (°C)
	01 (°C)	02 (°C)	
15/07/2019	27	28	27.5
22/07/2019	29	31	30
29/07/2019	35	33	34
05/08/2019	39	41	40
12/08/2019	55	56	55.5
19/08/2019	49	48	48.5
26/08/2019	44	43	43.5
02/09/2019	41	40	40.5
09/09/2019	38	38	38
16/09/2019	37	36	36.5
23/09/2019	30	31	30.5
28/09/2019	26	28	27

**Fuente:** Elaboración propia

La temperatura máxima del tratamiento compost fue de 55.5 °C y la temperatura mínima fue de 27 °C, determinado en la cosecha del abono orgánico. Se muestran en los gráficos N° 02 de la evolución de la temperatura Compost.



**Gráfico 2:** Evolución de la temperatura de compost.

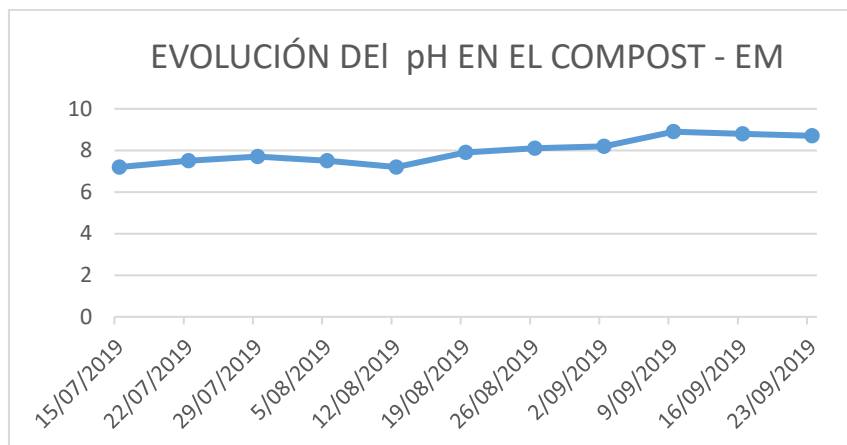
### pH

Los datos obtenidos sobre el pH se realizaron una vez por semana desde el inicio del proceso de compostaje hasta la cosecha de las pilas, juntamente con el control de temperatura y durante los volteos se expresan en la tabla N° 12 y grafico N° 03 para la muestra (compost-EM) y la tabla N° 12 y grafico N° 04 para la pila 02, (compost).

**Tabla 12:** Datos del pH del compost - EM

EVOLUCIÓN DE pH EN EL COMPOST - EM	
Fechas	pH COMPOST - EM
15/07/2019	7.2
22/07/2019	7.5
29/07/2019	7.7
05/08/2019	7.5
12/08/2019	7.2
19/08/2019	7.9
26/08/2019	8.1
02/09/2019	8.2
09/09/2019	8.9
16/09/2019	8.8
23/09/2019	8.7

**Fuente:** Elaboración propia



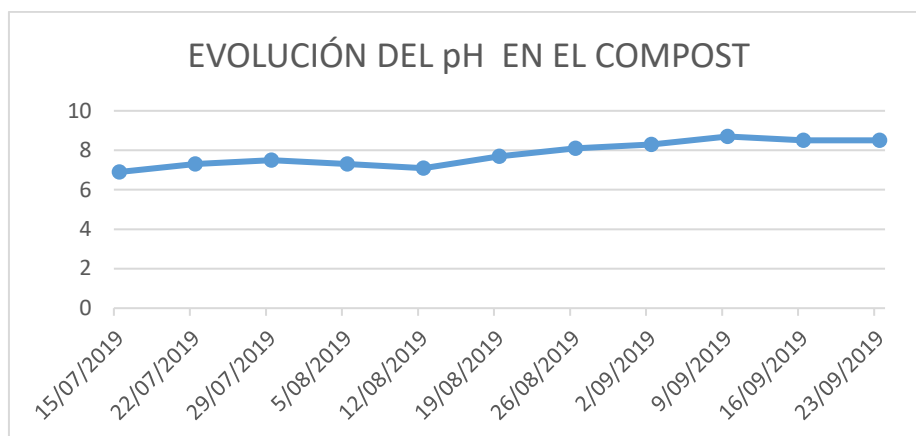
**Gráfico 3:** Evolución del pH del compost - EM.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13:** Datos del pH del compost

<b>EVOLUCIÓN DEL pH EN EL COMPOST</b>	
<b>Fechas</b>	<b>pH COMPOST</b>
15/07/2019	6.9
22/07/2019	7.3
29/07/2019	7.5
05/08/2019	7.3
12/08/2019	7.1
19/08/2019	7.7
26/08/2019	8.1
02/09/2019	8.3
09/09/2019	8.7
16/09/2019	8.5
23/09/2019	8.5

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico 4:** Evolución de pH del compost.

### **Humedad**

Los datos obtenidos sobre el humedad se realizaron después de haber terminado el proceso se tomó una muestra de 100gr para cada tratamiento y fueron analizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén.

#### **Para la muestra compost**

$$W (\%) = \frac{\text{Peso de compost humedo} - \text{Peso de compost seco}}{\text{Peso de compost seco}} \times 100$$

$$W (\%) = \frac{100gr - 81.9gr}{81.9gr} \times 100$$

$$W (\%) = 22$$

#### **Para la muestra compost - EM**

$$W (\%) = \frac{\text{Peso de compost humedo} - \text{Peso de compost seco}}{\text{Peso de compost seco}} \times 100$$

$$W (\%) = \frac{100gr - 76.4gr}{76.4gr} \times 100$$

$$W (\%) = 30.8$$

## **4.2. Análisis físico-químico y microbiológico**

Las 02 muestras obtenidas (1 muestra de compost-EM y 1 de compost) fueron transferidas al laboratorio de análisis de suelo plantas aguas y fertilizantes de la universidad nacional agraria La Molina, facultad de agronomía para su respectivo análisis químico, para más detalles ver en la tabla siguiente (N° 14).

En cuanto a los olores para el compost-EM y compost, los datos han sido recolectados directamente en campo. Los resultados fueron analizados e interpretados, luego de la



culminación de la fase de campo, llevó una duración de 77 días con la aplicación de los microorganismos eficientes.

**Tabla 14:** Resultado de laboratorio de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

PARÁMETROS		COMPOST (M1)	COMPOST-EM (M2)	PARÁMETROS DE CALIDAD NORMA CHILENA 2880		
				Calidad A	Calidad B	
<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>						
<b>Color</b>	....	Marrón claro	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón oscuro	
<b>Olor</b>	....	Tierra de bosque	Tierra de bosque	Tierra de bosque	Tierra de bosque	
<b>Humedad</b>	%	22 %	30.80%	≥ a 25	≥ a 25	
<b>PARÁMETROS QUÍMICOS</b>						
<b>Parámetros generales y de Materia Orgánica</b>	Relación C/N	9.42	10.54	10 ≤ a 25	10 ≤ a 40	
	pH	.....	8.85	8.75	5.0 - 8.5	
	C.E	dS/m	21.6	20.3	< a 3dS/m	≤ a 8 dS/m
	M.O	%	28.69	38.92	≥ a 20%	≥ a 20%
	N	%	1.58	2.4	≥ a 0.8%	≥ a 0.8%
<b>Macroelementos</b>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	1.09	0.94	-----	-----
	K <sub>2</sub> O	%	4.03	4.56	-----	-----
	CaO	%	3.61	4.81	-----	-----
	MgO	%	1.76	1.98	-----	-----
	Hd	%	37.93	35	30% - 45%	30% - 45%
	Fe	Ppm	10400	11910	-----	-----
	Na	%	0.03	0.03	<1%	<1%
<b>Microelementos</b>	Cu	Ppm	48	36	-----	-----
	Zn	Ppm	252	209	-----	-----
	Mn	Ppm	426	410	-----	-----
	B	Ppm	23	24	<200ppm	<200ppm
<b>Metales Pesados</b>	Pb	Ppm	23.78	21.33	100 mg/kg	100 mg/kg
	Cd	Ppm	2.05	2	2 mg/Kg	8 mg/Kg
	Cr	Ppm	22.4	24.68	120 mg/Kg	800 mg/Kg
<b>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>						
<b>Coliformes totales y fecales</b>	NMP/g	< 3	< 3	< a 1000 NMP	< a 1000 NMP	

**Nota.** Los datos de parámetros químicos son del análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina, los microbiológicos del informe de ensayo N° 1910459- LMT de la misma universidad y los físicos fueron evaluados por los tesisistas.

#### 4.2.1. Resultados del análisis físico-químico

##### pH

Los resultados finales de este parámetro obtenido sobre de los dos tratamientos compost y compost-EM y se expresan en la tabla N° 15. La diferencia entre los dos tratamientos es de 0,1%.

Estos resultados indican que ambos tratamiento se encuentran fuera de la escala óptima de la calidad del compost para este parámetro para la norma chilena establece intervalos que va desde 5 hasta el nivel de 8,50 y de acuerdo a las mediciones mostradas en la tabla N° 15, son cercanos a dicho nivel.

**Tabla 15:** Datos del pH del compost.

TRATAMIENTO	pH %
COMPOST	8.85
COMPOST-EM	8.75

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina

##### Humedad (H)

Los datos obtenidos sobre la humedad del compost de los 2 tratamientos se expresan en la tabla N° 16.

**Tabla 16:** Humedad del compost.

TRATAMIENTO	HUMEDAD %
COMPOST	22%
COMPOST – EM	30.80%

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla N° 16 se observa que el resultado más óptimo de la humedad del compost de los dos tratamientos la diferencia entre ambos tratamientos es de 8.80%.

##### Materia orgánica (MO)

Los datos obtenidos sobre la Materia Orgánica del compost de los 2 tratamientos se expresan en la tabla N° 17.

**Tabla 17:** Datos de la materia orgánica del compost

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MO %</b>
<b>COMPOST</b>	26.69
<b>COMPOST-EM</b>	38.92

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina

En la tabla N° 17 se observa que el resultado más óptimo del contenido de materia orgánica del compost del tratamiento compost-EM con 38.92 % es mayor frente al tratamiento compost 26.69%. La diferencia entre ambos tratamientos es de 12,23%.

### **Olor**

Los datos obtenidos sobre el olor del compost de los 2 tratamientos se expresan en la tabla N° 18.

**Tabla 18:** Datos del contenido del olor del compost

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>OLOR (características del olor)</b>
<b>COMPOST</b>	Tierra de bosque
<b>COMPOST-EM</b>	Tierra de bosque

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla N° 18 se observa que el resultado ambas muestras son apropiadas.

### **Color**

Los datos obtenidos del color de la Materia Orgánica del compost de los 2 tratamientos se expresan la tabla N° 19.

**Tabla 19:** Datos del contenido del color del compost.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>COLOR (Organoléptico)</b>
<b>COMPOST</b>	Marrón claro
<b>COMPOST-EM</b>	Marrón oscuro

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla N° 19 se observa que el resultado más óptimo del color del compost del tratamiento compost-EM es marrón oscuro a diferencia del tratamiento compost que es de color marrón claro.

### **Nitrógeno total (%)**

Los datos obtenidos sobre el contenido del nitrógeno total en el compost de los 2 tratamientos se expresan en la tabla N° 20.

**Tabla 20:** Datos del contenido del nitrógeno total en el compost.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N (%)</b>
<b>COMPOST</b>	1.58
<b>COMPOST-EM</b>	2.40

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina

En la tabla N° 20 se observa que el promedio del contenido del nitrógeno en el compost del tratamiento compost-EM con 2.40% es mayor frente al tratamiento compost con 1,58%. La diferencia entre ambos tratamientos es de 0.82%.

### **Relación C/N**

Los datos obtenidos sobre la relación C/N del compost de los 2 tratamientos se expresan en la tabla N° 21.

**Tabla 21:** Datos de la relación C/N del compost.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Relación C/N</b>
<b>COMPOST</b>	9.42
<b>COMPOST-EM</b>	10.54

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina

En la tabla N° 21 se observa que el resultado más óptimo de la relación C/N del compost del tratamiento compost-EM con 10,54%, es mayor frente al tratamiento compost 9.42%. La diferencia entre ambos tratamientos es de 1.12 %.

### **Fósforo**

Los datos obtenidos sobre el contenido del fósforo en el compost de los 2 tratamientos se expresan en la tabla N° 22.

**Tabla 22:** Datos del contenido del fósforo en el compost.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>P%</b>
<b>COMPOST</b>	1.09
<b>COMPOST-EM</b>	0,94

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina.

En la tabla N° 22 se observa que el contenido de fósforo total en el tratamiento compost-EM es de 0,94% menor frente al tratamiento compost de 1.09%. La diferencia entre ambos tratamientos es de 0,15%.

#### **Potasio total (%)**

Los datos obtenidos sobre el contenido del potasio en el compost de los 02 tratamientos se expresan en la tabla N° 23.

**Tabla 23:** Datos del contenido del potasio en el compost.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Potasio (%)</b>
<b>COMPOST</b>	4.03
<b>COMPOST-EM</b>	4.56

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina.

En la tabla N° 23 se observa que el resultado más óptimo del contenido de potasio total del compost, es del tratamiento compost-EM con 4.56% y es levemente mayor frente al tratamiento compost que es de 4.03%.

#### **4.2.2. Análisis de metales pesados**

##### **Plomo total**

Los datos obtenidos en cuanto al contenido de plomo en PPM o mg/Kg se muestran en la tabla N° 24:

**Tabla 24:** Datos del contenido de plomo en el compost.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>PLOMO (PPM)</b>
<b>COMPOST</b>	23.78
<b>COMPOST-EM</b>	21.33

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina.

En la tabla N° 24 se observa que el promedio del contenido de plomo en el tratamiento compost-EM es de 21.33 ppm frente a 23.78 ppm del tratamiento compost, representando una diferencia de 2.45 ppm entre los dos tratamientos.

### **Cadmio total**

Los datos obtenidos en cuanto al contenido de cadmio en PPM o mg/Kg se muestran en la tabla N° 25:

**Tabla 25:** Datos del contenido de cadmio en el compost

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>CADMIO (PPM)</b>
<b>COMPOST</b>	2.05
<b>COMPOST-EM</b>	2

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina.

En la tabla N° 25 se observa una diferencia de 0.05 ppm entre los dos tratamientos.

### **Cromo total**

Los datos obtenidos en cuanto al contenido de cromo en PPM o mg/Kg se muestran en la tabla N° 26:

**Tabla 26:** Datos del contenido de cromo en el compost.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>CROMO (PPM)</b>
<b>COMPOST</b>	22.4
<b>COMPOST-EM</b>	24.68

**Fuente:** Análisis de materia orgánica Universidad Nacional Agraria La Molina.

En la tabla N° 26 se observa que el promedio del contenido de cromo en el tratamiento compost-EM es de 24.68 ppm frente a 22.4 ppm del tratamiento Compost, representando una diferencia de 2.28 ppm entre los dos tratamientos.

#### **4.2.3. Análisis microbiológicos**

Los resultados obtenidos en el laboratorio sobre el promedio de análisis microbiológico del compost se presentan en la tabla N° 27.

**Tabla 27:** Resultado de análisis microbiológico del compost

<b>MUESTRA</b>	<b>COLIFORMES TOTALES Y FECALES (NMP/gr)</b>
<b>COMPOST</b>	< 3
<b>COMPOST- EM</b>	< 3

**Fuente:** Informe de ensayo N° 1910459- LMT Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los datos obtenidos en la tabla 27 muestran una mínima presencia de microorganismos los cuales no representan ningún peligro en su uso.

## V. DISCUSIÓN

### **Humedad**

Este parámetro durante el proceso de compostaje, el agua no debe ocupar totalmente los poros de dicha masa, para que permita la circulación del oxígeno, como la de otros gases producidos en el proceso (Miyatake y col., 2006).

Además, Soto (2003) menciona que altos niveles de humedad pueden facilitar una mayor pérdida de nitrógeno, que favorecen la desnitrificación. Con respecto a la diferencia de humedades entre el tratamiento compost y compost-EM, puede estar provocada por la evaporación del agua como consecuencia de la temperatura a la que estuvo expuesta la pila del compost como señalan (Madrid et al. 2001).

La humedad del tratamiento compost - EM registró una mayor humedad (30,80%) que el tratamiento de compost (22,00%). Según la norma chilena menciona que para todo tipo de compost producido y comercializado (clase A y clase B) el contenido de humedad debe ser mayor al 25% de su peso. Por lo tanto, afirmamos que el tratamiento compost-EM cumple con dicho requisito de calidad. Ver (tabla 14).

### **Olor**

Según la norma chilena el compost no debe presentar olores fuertes (compuestos de sulfuro, mercaptanos, gases, sino un aroma característico a bosque, lo cual de acuerdo a los resultados obtenidos se encuentra dentro de ese nivel establecido. Además durante el proceso se ha encontrado menos olores desagradables en la pila con aplicación de Microorganismos Eficientes tal como lo menciona (ECO TECNOLOGÍAS, 2011) que con el uso de la tecnología EM se evita la putrefacción, se controla la generación de olores molestos y las moscas no aparecerán.



## **Color**

Según Sáenz (2006), el abono orgánico de color más oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y existe mayor absorción de nutrientes. El color fue determinado organolépticamente por medio de la visión, en cuanto a la muestra obtenida del tratamiento compost se observó un color Marrón claro y el tratamiento compost-EM un color marrón oscuro.

Según Vásquez (2008), el compost maduro es un producto de color marrón oscuro, es decir, que en él, el proceso de fermentación está esencialmente finalizado

## **pH**

Los resultados se muestran en una etapa inicial que el pH se mantiene más bajo, incluso hay una pequeña descendencia en la semana cuarta y quinta en ambos tratamientos según los gráficos N° 2 y 3, tal como lo menciona (Sánchez-Monedero, 2001) que en las primeras semanas de iniciado el proceso hay un descenso de este, debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más lábil, produciéndose una liberación de ácidos orgánicos, y una segunda etapa donde hay una progresiva alcalinización del medio debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas y finalmente el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos.

La norma Chilena clasifica el pH en dos clases: compost clase A y el compost clase B con un rango de pH entre 5,0 – 8,5 para ambas clasificaciones. De acuerdo a la norma el compost ambas se encuentran cercana a la clasificación A y B. Ver (tabla 14).

## **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso además tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, por lo cual produce un aumento de la concentración de nutrientes. Ocurre a veces un descenso de la CE durante el proceso, lo que puede deberse a fenómenos de lixiviación en la masa, provocados por una humectación excesiva de la misma (Sánchez- Monedero, 2001).

Los datos de conductividad eléctrica para ambas pilas es elevada los cuales según la norma chilena para compost Clase A  $< 3 \text{ dS/m}$  y Clase B  $\leq 8 \text{ dS/m}$ , lo cual ninguno de las dos pilas califica cumpliría con los estándares de calidad. Ver (tabla 14).

### **Relación C/N**

Para un correcto compostaje en el que se aproveche y retenga la mayor parte del C y del N, la relación C/N del material de partida debe ser la adecuada. Los microorganismos utilizan generalmente 30 partes de C por cada una de N; por esta razón se considera que el intervalo de C/N teóricamente óptimo para el compostaje de un producto es de 25-35 (Jhorar, *et al*, 1991).

La relación C/N final disminuye con respecto a la de inicio del proceso lo cual para (US Department of Agriculture & Council, 2001) es algo positivo, además es un indicador de un compost estable, y justamente es algo que se evidencio en el estudio.

Según la norma chilena 2880, la relación C/N, óptima para el compost de la Clase A que va de 10 – 25, Clase B que va de 10 – 40, según nuestros resultados para el tratamiento de compost es 9.42 y para compost-EM es de 10.54, lo cual la que está dentro del rango para Clase A, es la del tratamiento compost-EM. Ver (tabla 14).

### **Materia orgánica**

Durante el compostaje la materia orgánica tiende a descender debido a su mineralización y a la consiguiente pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico; estas pérdidas pueden llegar a representar casi el 20% en peso de la masa compostada Zucconi, (1987).

Según la norma chilena, clasifica que el contenido de materia orgánica para todos los tipos de compost (compost clase A y clase B) debe ser mayor o igual a 20% en base seca. Por lo tanto el contenido de materia orgánica del tratamiento compost-EM (38,92%) y el tratamiento compost (28,69%) están por encima del rango mínimo establecido, evidenciando mayor contenido de materia orgánica del tratamiento compost-EM frente al compost. La disponibilidad de materia orgánica se encuentra

relacionado a la actividad microbiana producida por los microorganismos eficientes y al origen de los residuos.

### **Macroelementos**

La disponibilidad de N, P y K es probable que obedecen a la composición del material orgánico que se empleó para la producción del compost, en razón que concluyó que el contenido de N, P y K en los compost tiene una gran variabilidad, ya que depende de la fracción orgánica que se composta. A si mismo considera que el Nitrógeno es uno de los elementos requeridos para los microorganismos para el desarrollo de compostaje, además para las plantas es uno de los elementos más esenciales para su crecimiento, es por esto, que una alta concentración de este elemento evidencia que el compost reúne una de las principales características para su uso eficiente como acondicionador de los suelos de cultivo Martínez (2011).

Según la norma chilena indica que el nitrógeno en un rango mayor o igual 0.8% es el más óptimo. Ambos tratamientos compost - EM (2.40%) y compost (1.58%) se encuentran por encima del rango establecido por la norma lo cual ambos tratamientos califican para ambas clases de compost según la norma Chilena 2880.

Para el Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio no toma un rango la norma chilena para determinar su calidad, sin embargo si hay presencia de estos elementos en ambos tratamiento para compost 1.09%, 4.03%, 3.61%, 1.76 y compost-EM 0.94%, 4.56%, 4.81%, 1.98% respectivamente.

### **Microelementos**

Con referencia a los micronutrientes, la norma Chilena 2880 no considera algunos micronutrientes para determinar la calidad del compost generados a partir de RSOM. Sin embargo, los contenidos que se han obtenido (ver tabla 14) no son nada despreciables aun cuando son necesarias en pequeñas cantidades para las plantas en comparación a los macronutrientes.

### **Metales pesados**

Debido a la mala segregación de los residuos sólidos que realiza la población de la ciudad de Jaén da origen de la presencia de metales pesados (Madrid et al. 2001) La

presencia de metales pesados en el compost puede aumentar su concentración en las cosechas y ser tóxicos para los seres humanos. Los elementos de mayor preocupación para la salud de los seres humanos son el cadmio, plomo, arsénico, selenio y mercurio. Según (Corbitt 2003). Con respecto a los metales pesados Plomo, Cadmio y Cromo analizados ninguno de estos se encuentra por encima del rango que establece la norma chilena en ambos tratamientos, incluso casi todos están en el rango de compost de clase A, solamente para el Cadmio en el tratamiento compost, califica para clase B.

### **Microbiológicos**

Durante el desarrollo del proceso de compostaje es complicada describir que microorganismo intervienen, debido a que las poblaciones y las comunidades varían continuamente en función de la evolución de la temperatura, nutrientes, oxígeno, contenido de agua, pH, etc. Los microorganismos que más participan en el proceso son hongos y actinomicetos por su capacidad para degradar residuos de plantas y animales como celulosa, quitina y pectina, y en algunos por su termotolerancia Farrel y Jones (2009).

Algunos autores coinciden que la exposición de microorganismos patógenos como la *Salmonella Sp*, *Escherichia Coli*, *Shiguela Sp*, etc, a temperatura de 55°, por un tiempo mayor de 1 hora en toda las partes de la ruma, hay la muerte de estos Tchobanoglous *et al*, (1994).

Además para Gotaas, 1956, el factor más importante para mantener temperaturas altas durante la descomposición es proporcionar condiciones aerobias a la pila.

Con respecto a los parámetros Microbiológicos evaluados ninguno de estos se encuentra por encima del rango que establece la norma chilena en ambas muestras, calificando para clase A y B.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Se ha comprobado que la producción de compost con EM es mejor que la producción de compost convencional, tanto en los factores de color: compost-EM (color marrón oscuro) y compost (color marrón claro); calidad nutricional, el compost-EM presenta un alto contenido de materia orgánica, nitrógeno y  $K_2O$  y el compost menores contenidos de los mismos parámetros.
- Se concluye que con respecto a las características físicas de ambos tratamientos y según los parámetros evaluados de color, olor y humedad, el compost-EM es el que presenta mejores características como la humedad (30.80%) y color marrón oscuro frente a tratamiento compost humedad de (22%) y color marrón claro.
- Según sus características químicas evaluadas para la muestra compost-EM tales como pH (8.75), materia orgánica (38.92%), nitrógeno (2.40%),  $P_2O_5$  (0.94%),  $K_2O$  (4.56%),  $CaO$  (4.81%),  $MgO$  (1.98%) comparadas con la muestra compost, pH (8.85), materia orgánica (26.69%), nitrógeno (1.58%),  $P_2O_5$  (1.09%),  $K_2O$  (4.03%),  $CaO$  (3.61%),  $MgO$  (1.76%) el tratamiento compost-EM presenta nutrientes más estables y superiores a excepción de fósforo.
- Según las características microbiológicas analizadas coliformes totales y coliformes fecales, ambos tratamientos se obtuvieron  $<3NMP/gr$  lo cual nos indica una presencia mínima de ciertos microorganismos patógenos pero no representan un peligro en su uso de este.

- Con respecto a la norma chilena 2880, el compost obtenido clasifica para una calidad B, porque tendría ciertas restricciones uso.

## **RECOMENDACIONES**

- El compost que se viene produciendo en la planta de compostaje de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la municipalidad de Jaén, no puede ser usado para algún cultivo sin antes corregir algunas características como la presencia de salinidad y pH. Los compost salinos pueden mejorarse por distintas técnicas entre las que destacan el lavado con agua o solución nutritiva, o la mezcla con otros materiales no salinos (Abad et al., 2008).
- Se recomienda realizar un mejor trabajo en la segregación de los residuos a compostar, para evitar la presencia de metales pesados y microorganismos patógenos.
- Se recomienda utilizar microorganismos eficientes para la producción de compost, ya que obtenemos un compost con mejores características de calidad nutricional y ayuda a evitar la proliferación de insectos, moscas, malos olores.
- Recomendamos durante el proceso controlar excesos de humedad y temperatura para evitar lixiviación o volatilización de nutrientes respectivamente.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, M., Fornes, F., Mendoza-Hernández, D., García de la Fuente, R. (2008). Uso de compost como sustrato o componente de sustratos en viveros y semilleros. Tendencias futuras. *Actas de Horticultura*. 53, 17-30.

Zucconi, F., De Bertoldi, M. (1987). Specifications for solid waste compost. *Biocycle* 28 (5/6): 5661.

Minan (2018). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.

Saenz L., L. (2006). Nutrición Orgánica y Tratamiento de Desechos Biodegradables. 10p.

Jhorar, B.S.; Phogat, V., Malik E. (1991). Kinetics of composting rice straw with glue waste adifferent C/N ratios in a semiarid environment. *Arid Soil Rest. Rehabil.*, 5: 297-306.

Sánchez-Monedero M. A., Roig A., Paredes C. Bernal M. P. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Biores. Technol.*, 78 (3): 301-308.

Martínez, M., Gutiérrez, V., y Novo, R. (2011). Microbiología aplicada al manejo sustentable de suelos y cultivos. Valparaíso, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María. 235 p.

Madrid, F., López, R., Cabrera, F., y Murillo J. (2001). Caracterización de los composts de residuos sólidos urbanos de la planta de Villarrasa (Huelva). Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. En Investigación Agraria (Producción y Protección Vegetales), 16(1), 105-117.

Tchobanoglous, George. 1994. Gestión integral de Residuos Sólidos. McGraw – Hill. España.

Sztern, D. Pravia, M. (1999), Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos, en línea. Recuperado el 14 de Noviembre del 2015. <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>.

Vásquez, D. (2008). Tesis “Producción de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de suelos de la localidad de Riobamba - Ecuador” 2008, Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Norma Chilena de calidad de compost (2003), Recuperado el 06 de junio del 2015 de <http://www.sinia.cl/1292/printer-32296.html>.

Robles, M. (2015). “Evaluación de parámetros de temperatura, ph y humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la municipalidad provincial de Leoncio Prado, Tingo María - Perú”

Soriano, A. (2016). “Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de Microorganismos Eficaces- Concepción-Huancayo- Peru”.

Eco Tecnologías, Revisada el 15 de setiembre del (2011). Disponible en: <http://www.salgado.com.ve/ima/pdf/CompostajeII.pdf>.

Miyatake F., Iwabuchi K, (2006). Effect of compost temperature on oxygen uptake rate, specific growth rate and enzymatic activity of microorganisms in dairy cattle manure. *Biores. Technol.*, 97: 961–965.



Soto M, G., (2003). Abonos orgánicos, Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. En: Gloria Meléndez (ed.), Abonos orgánicos: definiciones y procesos, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), San José, C.R., pp. 20 – 49.

Corbit, R. A., (2003). Manual de referencia de Ingeniería Medioambiental. BrageMcGRAW-Hill interamericana de España, S.A.U., Madrid, pp. 8.163 – 8.168.

Haug, R.T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers. Boca Raton. Florida.

Farrel M. and D. L. Jon. (2009). Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets. Bioresour. Technol 100: 4301-4310.

Labrador. J. (2001). La materia orgánica en los agrosistemas. Ediciones mundi, prensa, (2ed) Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España, pp. 152 - 180.

Mazzarino, M.,J., Laos. F., P., Roselli, L., Moyano, S., Tognetti, C., y V. Labud (2005). Aprovechamiento Integral de Residuos orgánicos de Patagonia. Grupo de Suelos Del CRUB, Universidad Nacional Comahue, (Ed.), Quintral, Bariloche, 1250 (8400).

Cegarra, J., (1994). Compost, de Desechos Orgánicos y Criterios de Calidad del Compost. En Programa Universitario de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (PUI) (Ed), Memorias Curso Master Internacional Aprovechamiento de Residuos Orgánicos Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Junio 14 —17, pp. 1-8.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Jaén y a la Facultad de Ciencia Forestales y del Ambiente por la oportunidad de alcanzar esta meta, por contribuir en nuestra formación académica y personal.

A los catedráticos en Ciencia Ambientales y forestales, quienes guiaron y orientaron nuestro camino con sus enseñanzas. Asimismo, me brindaron la oportunidad de realizar estos estudios.

A nuestros asesores: Dr. Santos Clemente Herrera Díaz, Dr. Alexander Huaman Mera. , Ing. Marxcelo Quiñones Huatangari, Blgo Luz Azucena Torres García, Por su amable aceptación y por sus recomendaciones que fueron de gran valía.

A mis compañeros de estudios con quienes compartí la mayor parte del tiempo de estudios; gracias por su confianza, apoyo y amistad.

Gracias a Dios por permitirnos tener y disfrutar de nuestras familias, gracias a nuestras familias por apoyarnos en cada decisión y Proyecto gracias a la vida porque cada día nos demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser; gracias a nuestras familias por permitirnos cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en nosotros y gracias a Dios por permitirnos vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradecemos, y hacemos presente nuestro gran afecto hacia ustedes, nuestras hermosas familias.

## **DEDICATORIA**

### **A nuestros padres.**

Que sin ellos no hubiéramos logrado una meta más en vida profesional. Mamás, gracias por estar a nuestro lado en esta etapa de mi posgrado, su apoyo moral y entusiasmo que nos brindaron para seguir adelante en nuestros propósitos. Papás, por el tiempo que estuvieron con nosotros, compartiendo sus experiencias, conocimientos y consejos, por su amor, Gracias.

### **A nuestros maestros.**

Por el tiempo y esfuerzo que dedicaron a compartir sus conocimientos, sin su instrucción profesional no habríamos llegado a este nivel. Quienes brindaron dedicación al impartir su cátedra de tal forma que lo aprendido sea utilizado en la vida real, por el apoyo brindado, Gracias.

### **A Dios.**

Por haberme dado la vida, y permitirme haber llegado a este momento tan importante de mi formación profesional.

## ANEXOS



**Figura 20:** control de humedad método del puño.



**Figura 21:** Presencia de microorganismos.



**Figura 22:** Compost final obtenido.



**Figura 23:** Toma de muestra compost final obtenido.

Informe de análisis de materia orgánica para muestras de compost (M1) y compost-EM (M2).



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



## INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : SILVIA ELERA HERRERA  
 PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ JAÉN  
 REFERENCIA : H.R. 70136  
 BOLETA : 3554  
 FECHA : 11/10/2019

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
986	M1	8.85	21.60	26.69	1.58	1.09	4.03
987	M2	8.75	20.30	38.92	2.40	0.94	4.56

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
986	M1	3.61	1.76	37.93	0.03
987	M2	4.81	1.98	35.00	0.03

Nº LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
986	M1	10400	48	252	426	23
987	M2	11910	36	209	410	24

Nº LAB	CLAVES	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Relación C/N
986	M1	23.78	2.05	22.40	9.42
987	M2	21.33	2.00	24.68	10.54



*Braulio La Torre*  
 Braulio La Torre Martinez  
 Jefe de Laboratorio

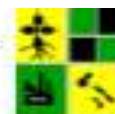
Av. La Molina sin Campus UNALM  
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefono Directo: 343-5622  
 Celular: 946-505-254  
 e-mail: [labsuelo@lamolina.edu.pe](mailto:labsuelo@lamolina.edu.pe)

# Informe de ensayo N° 1910450-LMT de análisis microbiológico para muestra compost



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



### INFORME DE ENSAYO N° 1910459- LMT

SOLICITANTE : SIVIA ELERA HERRERA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : COMPOST  
1910459) MUESTRA 1

PROCEDENCIA : Jaén - Cajamarca  
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.  
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
FECHA DE MUESTREO : 2019 - 10 - 24  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019 - 10 - 28  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2019 - 10 - 29  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2019 - 10 - 31

#### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910459
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3
<sup>1</sup> Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3

#### Métodos:

<sup>1</sup>International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 1983, 2da Ed. Vol 1 Part II, (Tred. 1988) Reimp. 2000. Editorial Activa.

#### Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 07 de noviembre de 2019

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)

LABORATORIO DE ECOLOGÍA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGÍA "MARINO TABUSSO"

(511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [lmt@lamolina.edu.pe](mailto:lmt@lamolina.edu.pe)  
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU

Informe de ensayo N° 1910450-LMT de análisis microbiológico para muestra compost -EM



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Molina s/n La Molina - Lima - Perú  
Teléfono: 6147800 anexo 274



**INFORME DE ENSAYO N° 191060- LMT**

SOLICITANTE : SIVIA ELERA HERRERA  
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO  
MUESTRA : COMPOST  
1910460) MUESTRA 2  
PROCEDENCIA : Jaén - Cajamarca  
TIPO DE ENVASE : Bolsa de plástico  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 g. aprox.  
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado  
FECHA DE MUESTREO : 2019 - 10 - 24  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019 - 10 - 28  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2019 - 10 - 29  
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2019 - 10 - 31

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 1910460
¹Enumeración de coliformes totales (NMP/g)	< 3
¹Enumeración de coliformes fecales (NMP/g)	< 3

**Métodos:**

¹International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1983. 2da Ed. Vol 1 Part II, (Tred. 1988) Reimp. 2000. Editorial Activa.

**Observaciones:**

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 07 de noviembre de 2019

DRA. DORIS ZUNIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana  
y Biotecnología "Marino Tabusso"  
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: [lm@lamolina.edu.pe](mailto:lm@lamolina.edu.pe)

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

(511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: [lm@lamolina.edu.pe](mailto:lm@lamolina.edu.pe)  
Apartado Postal 456 - Lima 12 - PERU