

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental Celendín



**“EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA
DESCOMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
MÁS ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO EN EL DISTRITO DE
JOSÉ GÁLVEZ”**

TÉSIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

MARIELA JHOSELINE LUDEÑA PEREYRA.

Asesores:

Ing. MSc. Manuel Roberto Roncal Rabanal

Ing. MSc. Edgar Darwin Díaz Mori

CAJAMARCA - PERÚ

2019

COPYRIGHT © 2018 by
MARIELA JHOSELINE LUDEÑA PEREYRA
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



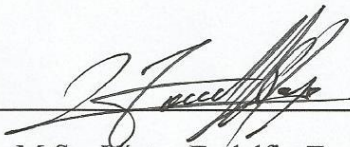
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, a los **veintisiete** días del mes de **marzo** del año dos mil **diecinueve**, se reunieron en el ambiente 2A - 201 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designado por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 537-2018-FCA-UNC, de Fecha 14 de noviembre del 2018; con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: “EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES EN LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MÁS ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO EN EL DISTRITO DE JOSÉ GÁLVEZ”, la misma que fue sustentada por la Bachiller : **MARIELA JHOSELINE LUDEÑA PEREYRA**, para optar el Título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

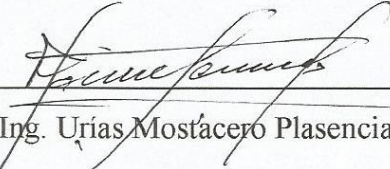
A las **once** horas y **quince** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, formulación de preguntas y la correspondiente deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de **dieciséis (16)**; por lo tanto, la graduada queda expedita para que se le otorgue el **Título Profesional** correspondiente.

A las **doce** horas y **treinta** minutos, del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

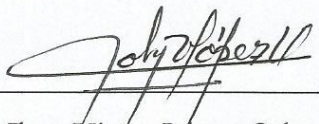
Cajamarca, 27 de marzo del 2019.


Ing.M.Sc. Víctor Eudelfio Torrel Pajares


PRESIDENTE


Ing. Uñas Mostácero Plasencia

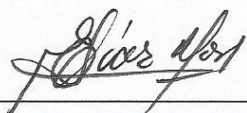
VOCAL


M. Sc. Jhon Víctor López Orbegoso

SECRETARIO


Ing. M.Sc. Manuel Roberto Roncal Rabanal

ASESOR


Ing. M.Sc. Darwin Díaz Mori

ASESOR

DEDICATORIA:

Con amor y cariño, como muestra de eterna gratitud dedico este trabajo a:
Dios por permitirme cumplir con una meta más de mi vida profesional, a
mis queridos padres Baltazar y Teresa, a mis hijos Carlos y Néstor, a mi
esposo Antonio, a mis hermanos: Percy, Manuel, Abelardo, Luis, Julio y
Richard, a mi cuñada Lupita, al profesor Wálter Rodríguez Chávez.

AGRADECIMIENTO.

Al Alcalde distrital de José Gálvez y sus funcionarios, y a todos mis docentes de la Universidad en especial al: Ing. MSc. Manuel Roberto Roncal Rabanal, Ing. MSc. Edgar Darwin Díaz Mori, Ing. MSc. Walter Rabanal Díaz que con sus consejos y enseñanzas en el aula y fuera de ella han inculcado en mí el deseo de llegar a la cima de mi ideal: ser profesional.

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación.....	2
1.2. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Hipótesis de la investigación.....	4
CAPITULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.....	4
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1 Microorganismos eficaces (EM).....	8
2.2.2 Estiércol de Ganado Vacuno:	19
2.2.3 Norma Chilena NCH 2880:	21
CAPITULO III	22
MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Ubicación del Experimento	22
3.2. Materiales utilizados en la investigación.....	23
3.2.1. Material experimental	23
3.2.2. Materiales de campo	23
3.2.3. Material de oficina	23
3.3. Tipo de investigación.....	24
3.4.1. Realización del trabajo:.....	25
CAPITULO IV	30
RESULTADOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Descomposición del material experimental utilizando microorganismos eficaces.	30

4.2. Calidad del compost obtenido según los Límites Máximos Permisibles utilizando la Norma Chilena NCH 2880-2005.	37
4.3.1. Análisis de los resultados	37
4.3.2. Análisis físico	37
4.3.3. Análisis químico	40
CAPITULO V	46
CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO VI	¡Error! Marcador no definido.
RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
Después de haber realizado el presente estudio podemos sugerir lo siguiente: ¡Error! Marcador no definido.	
CAPITULO VII	48
LITERATURA CITADA	48
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Páginas
Tabla 1. Parámetros del Compost (Nch2880).....	21
Tabla 2. Tratamientos del diseño experimental.....	25
Tabla 3. Datos ordenados de las temperaturas obtenidos en los tratamientos y bloque del material experimental.....	28
Tabla 4. Análisis de la varianza.....	29
Tabla 5. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque I.....	30
Tabla 6. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque II.....	32
Tabla 7. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque III.....	33
Tabla 8. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque III.....	34
Tabla 9. Resultados físicos químicos del análisis del material experimental.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Páginas
Figura 1. Etapas de proceso de Compostaje, atendiendo a la evolución de la temperatura. ...	15
Figura 2. Ubicación geográfica de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la ciudad de José Gálvez.	22
Figura 3. Diseño experimental.....	24
Figura 4. Descomposición del material experimental en el Bloque I – Testigo	31
Figura 5. Descomposición del material experimental en el Bloque II – Tratamiento 2	32
Figura 6. Descomposición del material experimental en el Bloque III – Tratamiento 3.....	33
Figura 7. Descomposición del material experimental en el Bloque IV – Tratamiento 4.....	34
Figura 8. Resumen Comparativo en la descomposición del material experimental en el cada uno de los tratamientos	36
Figura 9. Evolución del pH en el material experimental	38
Figura 10. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Conductividad eléctrica	39
Figura 11. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Humedad	39
Figura 12. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro materia orgánica.....	41
Figura 13. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro zinc.....	41
Figura 14. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Nitrógeno	42
Figura 15. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Plomo..	43
Figura 16. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Cadmio	44
Figura 17. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Cromo .	44
Figura 18. Habilitación del área y conformación de las camas de compostaje.....	57
Figura 19. Visita al área de experimentación del Alcalde distrital de José Gálvez	57
Figura 20. Dosificación de Microorganismos eficientes para la inoculación	58
Figura 21. Medición de temperatura en las pilas de compostacion	59
Figura 22. Primera visita al área experimental por el asesor, control de temperatura	59
Figura 23. Segunda visita al área experimental por el asesor- control de pH y Humedad. ...	60
Figura 24. Cosecha del material experimental.....	60
Figura 25. Cernido y pesado del material experimental.	61

LISTA DE ABREVIACIONES

- CEPIS : Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
- EC-RSM : Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales
- EM : Microorganismos eficientes y/o eficaces
- FAO : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- GPC : Generación per cápita
- GRS-D : Generación de residuos sólidos domiciliarios
- INN-CH : Instituto Nacional de Normalización Chileno
- INEI : Instituto Nacional de Estadística e Informática
- LMP : Límite Máximo Permisible
- NCh : Norma Chilena para Compost
- NMX-FF : Norma Mexicana para Humus.
- OMS : Organismo Mundial de la Salud
- TC : Tasa de crecimiento poblacional.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo de investigación fue determinar el efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos más el estiércol del ganado vacuno en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la Ciudad de José Gálvez, Celendín. Para ello se realizó un diseño de bloque completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, cada tratamiento con sus respectivas dosificaciones. Mediante la aplicación de microorganismos eficaces se tuvo un tiempo de cosecha de 80 días para T₂, 70 días para T₃, 60 días para T₄, Por lo contrario, en relación al testigo T₁ experimentó un mayor tiempo de cosecha de 135 días. Los microorganismos eficaces influyeron drásticamente en el tiempo de descomposición de la materia orgánica y estiércol de ganado vacuno. De los datos obtenidos se puede determinar que el C.V. es de 8.20 y es menor a 20 indicando homogeneidad total.

Palabras Claves: Micoorganismos Eficaces, Compost, Descomposición

ABSTRACT

The purpose of this research work was to determine the effect of effective microorganisms in the decomposition of organic solid waste plus cattle manure in the Solid Waste Treatment Plant of the City of José Gálvez, Celendín. For this, a completely randomized block design was carried out with four treatments and four repetitions, each treatment with its respective dosages. By means of the application of effective microorganisms, there was a harvest time of 80 days for: T2, 70 days for T3, 60 days for T4, On the contrary, in relation to the control T1, it experienced a longer harvest time of 135 days. Effective microorganisms drastically influenced the decomposition time of organic matter and cattle manure. From the data obtained, it can be determined that C.V. is 8.20 and is less than 20 indicating total homogeneity.

Keywords: Effective microorganisms, Compost, Decomposition

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población y la concentración en áreas urbanas, el aumento de la actividad industrial y los cambios en los patrones de consumo contribuyen a la generación de residuos sólidos que contribuyen a la contaminación ambiental y al deterioro de la salud pública. El distrito de José Gálvez no es ajeno a los problemas de los residuos sólidos por la ineficiente gestión y falta de alternativa para poner en valor los residuos sólidos.

En los últimos años se ha motivado el uso de abono orgánico obtenido de manera natural a través de diferentes métodos, entre ellos el uso de microorganismos eficaces que son empleados para la descomposición de la materia orgánica en un tiempo de 60 días, obteniéndose compost de buena calidad en el menor tiempo,

En la zona urbana de José Gálvez se genera alrededor de 0,413 Kg/habitante/día de residuos sólidos, los cuales se recolectan tres (3) veces por semana y son dispuestos en un botadero controlado teniendo medidas sanitarias, técnicas y ambientales adecuadas en su disposición final que son aptos para darle su tratamiento mediante el compostaje y obtener un compost de calidad que pueden ser ofertados y obtener un beneficio económico para el área de medio ambiente de la municipalidad distrital de José Gálvez.

1.1. Problema de investigación

Se ha estimado que el promedio mundial de producción de residuos sólidos por persona se encuentra por encima de un kilogramo diario (Muñoz 2009), representando uno de los problemas ambientales más álgidos que contribuye al deterioro ambiental del planeta tierra (OMS 2012). En el Perú, el Registro Nacional de Municipalidades del año 2010, señala que 1631 (88.9%) municipalidades distritales realizaron el recojo de residuos sólidos, de cuyo total, el 17.4 % los dispuso en rellenos sanitarios (INEI 2011), en el distrito de José Gálvez contamos con un relleno sanitarios en el cual se encargan de segregar residuos sólidos como latas, plásticos, botellas de vidrio, etc. y a los residuos orgánicos no se les da una buena disposición final, para lo cual surgió la idea de realizar este trabajo de investigación que a continuación detallaremos.

En la ciudad de José Gálvez, los residuos sólidos municipales tienen la siguiente composición: materia orgánica con un 60.37 %, papel y cartón 5.16%, plástico 1.49 %, metal 0.82% madera 4.82 %, vidrio 2.64 % según el estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito de José Gálvez 2018, y otros 24.70%; el presente trabajo tiene por finalidad utilizar la materia orgánica obtenida de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, a la cual agregando estiércol de ganado vacuno y microorganismos eficaces se determine la reducción de tiempo (60 días) para obtener compost de calidad.

Formulación del problema

- ¿Cuánto se lograría acelerar la descomposición de los desechos sólidos orgánicos municipales más la incorporación del estiércol de ganado vacuno con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficaces en el proceso de compostación, en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la ciudad de José Gálvez?

1.2. Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la aceleración en la descomposición de desechos sólidos orgánicos municipales con la incorporación del estiércol de ganado vacuno y la aplicación de microorganismos eficaces en el proceso de compostación en la planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la ciudad de José Gálvez.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la aceleración de la descomposición de los desechos sólidos orgánicos municipales, considerando: temperatura, pH y tiempo.
- Determinar la dosis más efectiva de microorganismos eficaces en los diferentes tratamientos en estudio de acuerdo al diseño de bloque completamente al azar.
- Comparar los resultados, con la Norma Chilena NCH 2880.

1.3. Hipótesis de la investigación.

- La incorporación de estiércol de ganado vacuno y microorganismos eficaces a los residuos sólidos orgánicos municipales, de la ciudad de José Gálvez acelera su descomposición.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.

2.1.1. Naranjo (2013) en su tesis, con la utilización de Compost Treet (P2) como aporte de microorganismos benéficos, obtuvo los mejores resultados al reducirse el tiempo a la cosecha y obtener compost de mejor calidad, obteniéndose en los tratamientos de éste producto: menor tiempo a la obtención del compost (90,67 días), mayor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (8,44 g de compost), con mejor contenido nutricional, al reportar mayor contenido de fósforo (339,66 ppm) y buen contenido de nitrógeno, potasio y materia orgánica, por lo que es el producto apropiado para acelerar la descomposición de los materiales orgánicos, obteniéndose el compost en menor tiempo, con mejor contenido nutricional.

2.1.2. Najjar (2017), al evaluar la eficiencia en la producción de compost a partir de residuos orgánicos municipales, comparando la práctica convencional con la aplicación de la tecnología EM (Microorganismos Eficaces). Obtuvo los siguientes tiempos de compostaje para sus tratamientos: tratamiento CEM (promedio 2 meses y 23 días), compost SEM (promedio 5 meses y 14 días); olor del compost: CEM (olor a tierra de bosque) y SEM (olor a

putrefacto, muy desagradable); color del compost: CEM (marrón oscuro) y SEM (Marrón claro); calidad nutricional del compost: CEM (MO 20.71 %, N 0.89 %, P20s 0.94 % y K20 1,14 %) y SEM (MO 19,74 %, N 0.89 %, P20s 0.99 % y K20 0.94 %); patógenos en el compost: CEM (Coliformes totales 1417,2 NMP /g, Coliformes fecales 66,8 NMP /g, Escherichia coli :S3 NMP /g, mohos 369200 UFC /g y Salmonella :S3 en 25g) y SEM (Coliformes totales 643,2 NMP /g, Coliformes fecales 615,6 NMP /g, Escherichia coli :S3 NMP /g, mohos 422000 UFC /g y Salmonella < 3 en 25 g); presencia de moscas: (67 % de encuestados percibe que no hay presencia de moscas) y SEM (94 % de encuestados percibe que si hay presencia de moscas).

2.1.3. Córdova (2016), logró evaluar la calidad y el tiempo requerido para la producción de compost maduro, obtenido a partir de los residuos sólidos orgánicos generados en la Unidad Minera que representa su trabajo en estudio. Así mismo, se realizaron las diferentes comparaciones entre las pilas de compostaje acondicionadas con la materia prima y se evaluó cómo influye el uso de la tecnología de los Microorganismos Eficientes EM, en el proceso de compostaje. En cuanto al tiempo de producción, se redujo en 28 días el proceso de compostaje, en comparación al método convencional (Tipo 1), teniendo un total de 84 días.

2.1.4. Lezcano (2015), en su trabajo de investigación fundamentó la determinación del tiempo requerido en el proceso de compostaje de los residuos sólidos urbanos orgánicos del continuo urbano de Trujillo usando tres aceleradores de degradación: Aquaclean, Munox y Mezcla Artesanal, y un tratamiento Testigo. Se realizaron 3 repeticiones para cada uno de los

tratamientos. El objetivo de este estudio fue acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos orgánicos, para lo cual se aplicaron los 3 tipos de aceleradores de degradación, aplicando cada uno de los tratamientos en las pilas de material hecha a base de residuos sólidos urbanos orgánicos, guano de ganado vacuno y residuos vegetales. Los resultados indicaron que los inóculos fueron útiles para acelerar el proceso de compostaje con residuos sólidos orgánicos urbanos, reduciendo los tiempos de cosecha de compost desde el 16 al 22 % del total del tiempo que demoró la cosecha del compost del tratamiento testigo. Asimismo, los resultados indicaron que los parámetros con que se midió la calidad del compost, tales como porcentaje de Materia Orgánica, porcentaje de Humedad, Conductividad eléctrica, Relación Carbono Nitrógeno, pH, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Olor, color y textura; concluyeron que todos los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos

2.1.5. Rafael (2015), El proceso de producción y aplicación del producto “Microorganismos Eficaces” influye en la calidad del compost aumentándola con un proceso mecanizado y una dosificación máxima (10% de EM). De la evaluación con las normativas se obtuvo que el 1° y 2° lugar fueron para el compost de proceso mecanizado con máxima y mínima dosificación respectivamente siendo ambos de calidad “A” u optima, apto para el uso agrícola. De igual manera el penúltimo y último lugar fue para los compost con proceso mecanizado sin dosificación (0% de EM) y el de proceso tradicional sin dosificación (0% de EM) resultando de Calidad “B” y con aptitudes para parques y jardines.

2.1.6. Palma (2016), llevo a cabo una investigación para determinar la dosis más eficiente de microorganismos para acelerar la descomposición de estiércol de vacuno a compost. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar, con 6 tratamientos y un testigo absoluto siendo los tratamientos: T1-Em-compost 100 ml; T2-Em-compost 150 ml; T3- Em-compost 200 ml; T4-melaza 0.5 Lt; T5-melaza 1.0 Lt; T6-melaza 1.5 Lt y un testigo absoluto, el área experimental por tratamiento fue de 22 m² y el área total del experimento fue de 157 m² Al finalizar el proyecto los resultados muestran que la curva de temperatura obtenida en todos los tratamientos se encontraron dentro de los rangos establecidos para cada fase del proceso de compostaje, no existiendo diferencia significativa entre ellos, para la variable pero los 7 tratamientos presentaron la misma eficiencia en la producción final de compost, así mismo las concentraciones de las principales variables químicas no presentaron diferencia significativa en los datos obtenidos en el análisis químico. Se pudo determinar que no existe diferencia significativa en el efecto de los tratamientos en la descomposición del estiércol de vacuno a compost, puesto que al utilizar cualquier tratamiento se obtendrán resultados similares.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Microorganismos eficaces (EM)

Se usa el término Microorganismos Eficaces, para denotar cultivos mixtos específicos de microorganismos benéficos conocidos que son empleados efectivamente como inoculantes microbianos (Higa y Parr 1994).

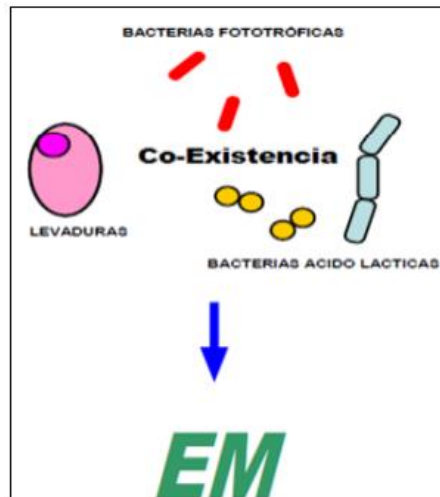
Los microorganismos eficaces, es una combinación de microorganismos benéficos naturales que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* (bacterias ácido lácticas), *Saccharomices* (levaduras) y *Rhodopseudomonas palustris* (bacterias fotosintéticas o fototróficas). La Tecnología de Microorganismos Eficaces (EM) por sus siglas en inglés fue desarrollada por el Prof. Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, en el sur de Japón, a partir de 1982 (Nieves 2005).

Los microorganismos eficaces poseen varias características útiles en procesos de biorremediación, entre las cuales se encuentran la fermentación de materia orgánica sin la liberación de malos olores y su capacidad de convertir los desechos tóxicos (H_2S) en sustancias no tóxicas (SO_4), propiedades desionizantes que favorecen la desoxidación de sustancias peligrosas, quelación de metales pesados y producción de enzimas como la lignina peroxidasa, entre otras (García 2006).

a) Componentes del EM

El EM, es un cultivo microbiano mixto de especies seleccionadas de microorganismos. Este contiene un alto número de levaduras, bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas y cantidades menores de otros tipos de organismos. Se incluye también los actinomicetos que son mutuamente compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido. Debido a la amplia

variedad de microorganismos presentes en el EM, es posible que se lleven a cabo procesos de fermentación anaeróbica y degradación anaeróbica, así como la sana descomposición (Tabora 1999).



Composición de los Microorganismos Eficaces EM.

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

Sztem y Pravia (2004), las bacterias *Lactobacillus spp*, producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos, generados por bacterias fotosintéticas y levaduras, como parte de su metabolismo. El ácido láctico es un componente con propiedades bactericidas que puede suprimir a los organismos patógenos (Rodríguez y Palenzuela 2000), mientras ayuda a la descomposición de la materia orgánica, incluso en el caso de compuestos recalcitrantes como la lignina o la celulosa, ayudando a evitar los efectos negativos de la materia orgánica que no puede ser descompuesta. En lo que se refiere a su crecimiento, las bacterias ácido lácticas son micro aerofilicas, razón por la cual, debe procurarse que la incubación se realice en una

atmósfera con 5% de CO₂, con un período de incubación de 3 días a 37°C, puesto que son microorganismos de crecimiento relativamente lento y sus rendimientos metabólicos dependen directamente de la temperatura (Merck 2003).

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

Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fototróficas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus secreciones son sustratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticos y los actinomicetos (Ramírez 2006).

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

Las bacterias fototróficas son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas están compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas (Ramírez 2006).

Éstas comprenden a un grupo de bacterias, tanto en morfología, filogenia y tolerancia a diferentes concentraciones de azufre; además,

son microorganismos capaces de producir aminoácidos, ácidos orgánicos y sustancias bioactivas como hormonas, vitaminas, azúcares empleados por otros microorganismos, heterótrofos en general, como sustratos para incrementar sus poblaciones (Higa 1994).

- **Actinomicetos:**

La estructura de los actinomicetos, intermedia entre la bacteria y hongo, produce sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica. Estas sustancias antimicrobianas suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas.

Los actinomicetos pueden coexistir con la fotosintética. Así, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana (Arias et al 2009)

- **Hongos:**

Los hongos de fermentación como el aspergillus y la penicilina actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteroides y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos Sztem y Pravia (2004).

b) Funciones del EM:

Debido a la presencia de bacterias fototróficas en su composición, los ME, tiene la propiedad de neutralizar los malos olores y prevenirlos. Las bacterias fototróficas transforman las sustancias que producen olores desagradables (metano, mercaptano, ácido sulfhídrico, amoníaco y otros) en ácidos orgánicos que no producen mal olor y que tampoco son nocivos para el hombre (Mauz 2006).

Los lacto bacilos o bacterias ácido lácticas producen sustancias que aceleran la descomposición de la materia orgánica, por lo cual permite reducir el período de compostaje. Estos microorganismos, además, producen sustancias que ayudan a controlar algunos patógenos que atacan a las plantas. Las levaduras por su parte producen sustancias que actúan como hormonas naturales y que promueven el crecimiento y el desarrollo de las plantas (Mauz 2006).

Los microorganismos eficaces, inducen a que la materia orgánica se descomponga rápidamente por la vía de la fermentación y no de la putrefacción. Dado que las moscas prefieren esta última para desarrollarse, su empleo reduce la población de moscas. Posee la ventaja con respecto a los insecticidas que es totalmente seguro y no tiene ningún tipo de riesgo de intoxicación, lo que lo hace especialmente conveniente para aquellos locales donde se manipulan alimentos o donde frecuentan los niños o personas irresponsables (EMPROTEC 2004).

c) Certificación de calidad de los microorganismos eficaces.

Los microorganismos eficaces utilizados en la presente investigación han sido obtenidos de la Empresa BIOEM SAC, cuyas características se presenta en su Certificado de Calidad expuesto en los anexos.

d) Fases del Compostaje

Para Moreno y Moral (2008), el proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, de acuerdo con la evolución de la temperatura:

▪ Mesófila:

Es la parte más dinámica del compostaje en la que se incrementa rápidamente la temperatura (de 10 a 40 °C), el pH experimenta amplias variaciones y se degradan los compuestos orgánicos más simples. Inicialmente los sustratos están a temperatura ambiente y comienzan a actuar bacterias y hongos mesófilos y termotolerantes que utilizan rápidamente sustancias carbonadas solubles y de fácil degradación (azúcares y aminoácidos), ocasionando una disminución del pH, como consecuencia de la producción de ácidos orgánicos. Aunque ciertos polímeros como el almidón pueden ser degradados en esta fase por amilasas, la mayoría de compuestos poliméricos son degradados en las fases sucesivas. Las bacterias con metabolismo oxidativo y fermentativo, son las que alcanzan mayores niveles en esta fase, principalmente bacterias Gram negativas y productoras de ácido láctico, que crecen rápido a expensas de compuestos fácilmente degradables. Cuando se alcanzan 42 a 45 ° C da inicio a la fase termófila.

- **Termófila:**

Proliferan exclusivamente microorganismos termotolerantes y termófilos tales como actinomicetos (*thermoactinomyces sp.*), diversos *Bacillus spp.* Termófilos y bacterias gram negativas como *Thermus e Hydrogenobacter*. Los microorganismos no termotolerantes, incluyendo patógenos y parásitos, son inhibidos durante esta fase. Los hongos y las levaduras son reducidos notablemente desde el inicio de la fase termófila y son eliminados completamente a partir de los 60 °C.

- **De enfriamiento y de maduración:**

Están caracterizadas por el crecimiento de una nueva comunidad mesófila diferente a la de la fase mesófila inicial. En esta comunidad predominan hongos y actinomicetos capaces de degradar compuestos complejos. Estos microorganismos recolonizan el material desde el entorno circundante, los bordes de la pila, o bien proceden de la germinación de esporas que resistieron la fase termófila. Aunque las bacterias mesófilas se encuentran en bajo número en estas fases, su diversidad es mayor que en las fases anteriores y presentan nuevas actividades importantes en la oxidación de la materia orgánica, también participan en la oxidación de hidrógeno, amonio, nitrito y sulfuros, en la fijación de nitrógeno, reducción de sulfatos, producción de exopolisacáridos y producción de nitrito a partir de amonio bajo condiciones heterotróficas.

Conforme avanza la maduración la comunidad se hace más estable y compleja, y con una composición que se asemeja bastante a la de

ambientes oligotróficos como los suelos, apareciendo microorganismos típicos en este hábitat se suma la de otros organismos como los protozoos, nemátodos y miriápodos, que contribuyen a la degradación y estabilización final de la materia orgánica.

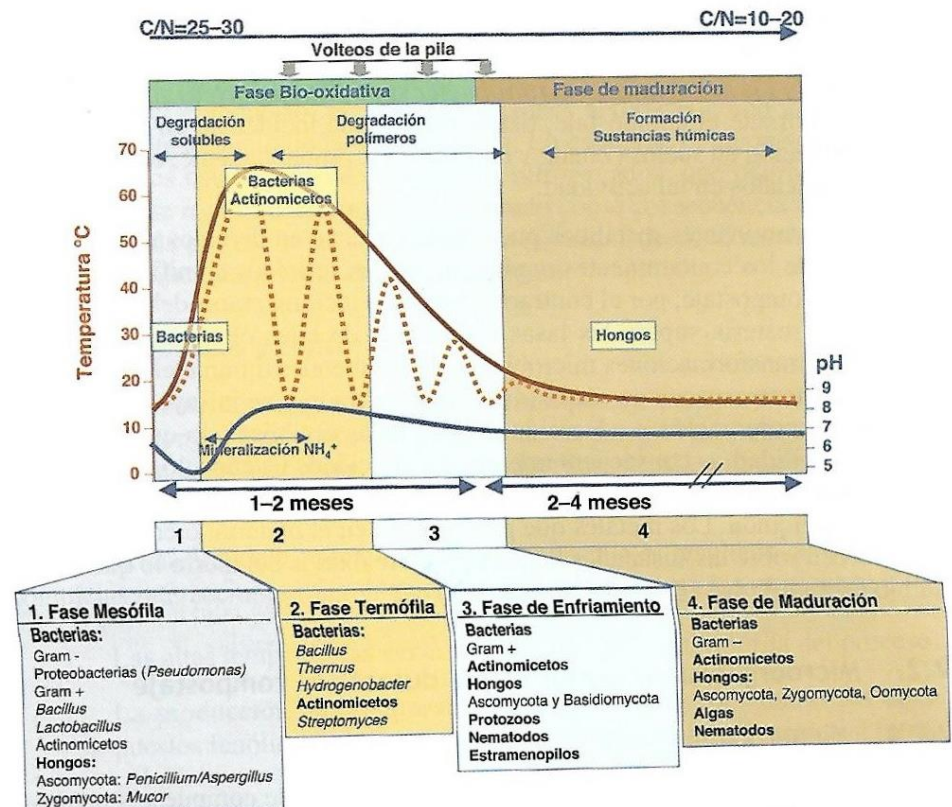


Figura 1. Etapas de proceso de Compostaje, atendiendo a la evolución de la temperatura.

e) Factores de la descomposición de materiales orgánicos:

Al elaborar un compost, entran en juego muchos factores relacionados con la estructura y el grado de descomposición, en el que se encuentran los materiales orgánicos de que se dispone en ese momento.

Temperatura

Considera que la temperatura influye en el incremento o disminución del proceso de descomposición de la materia orgánica. Siendo muy importante que a mayor temperatura mayor descomposición y mayor mineralización y lo óptimo es 35 a 55°C para eliminar patógenos, parásitos y semillas de mala hierbas (Cooke 1983).

El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica, para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

Humedad

La materia orgánica debe permanecer húmeda y no encharcada que puede causar pudrición. La humedad no se debe confundir con la precipitación. Mantener a una humedad controlada (capacidad de campo) entre 40 y 60% a mayor humedad los poros se llenan (anaerobiosis) y pudre la biomasa, con poca agua, los microbios son lentos (Sztem y Pravia 2004).

La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55 %, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas.

El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45 % al 60 % de agua en peso de material base.

Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost, es aplicar la técnica del puño.

Aireación

El oxígeno es uno de los elementos clave en un buen proceso de compostaje. De hecho, el consumo de oxígeno por parte de la pila de compost está estrechamente relacionado con la actividad de los microorganismos aeróbicos. Las bacterias y los hongos aeróbicos absorben y utilizan el oxígeno como combustible y fuente de energía para desarrollarse y trabajar. La aireación en el compost es fundamental para los microorganismos y para la liberación del anhídrido carbónico, por eso es necesario proporcionar oxígeno, los niveles deben de estar entre 10 y 18 %. Olores nauseabundos indican la falta de aireación y se produce respiración anaeróbica (la putrefacción genera di hidruro de azufre SH₂) con olor a amoniacó producto de la amonificación. Este fenómeno puede originarse por el exceso de agua o por compactación excesiva del material, se debe suspender el riego o remover el material (Bueno 2003)

Dióxido de Carbono (CO₂): El CO₂ se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, puede generarse 2 a 3 kg de CO₂ por cada tonelada, diariamente.

pH: El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6.0 – 7.5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5.5 – 8.0. El rango ideal es de 5.8 a 7.2.

Relación Carbono – Nitrógeno (C: N): La relación C: N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (% C total) sobre el contenido de N total (% N total) de los materiales a compostar.

Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1.

Tamaño de Partícula: La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm.

La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula, siendo la densidad aproximadamente 150 – 250 kg /m³, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y, por tanto, la densidad aumenta, 600 – 700 kg /m³.

f) Uso del Compost

El compost es utilizado en la agricultura como abono orgánico, enmienda orgánica o húmica y para sustratos de cultivos. Se objetiva que si no se aporta materia orgánica al suelo de ningún modo se produce una progresiva disminución del nivel de humus del suelo. Esta pérdida conlleva diversos problemas como erosión acelerada, deterioro de las propiedades físico – químico y biológicos del suelo y una pérdida genética de la fertilidad en sentido amplio. Se recomienda aplicar un rango de 15 a 50 Tn/ha, en hortalizas es un rango de 3 a 5 kg /m², en tierra arenosos, ligeros, que contienen pocos compuestos arcillosos o son muy calcáreas o pedregosos es recomendable 1 a 3 kg /m² (Moreno y Moral 2008)

2.2.2 Estiércol de Ganado Vacuno:

El estiércol es la principal fuente de abono orgánico y su apropiado manejo es una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo. De todos los forrajes que consumen los animales (ovinos, vacunos, camélidos y cuyes), sólo una quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina.

La variación en la composición del estiércol depende de la especie animal, de su alimentación, contenido de materia seca (estado fresco o secado) y de cómo se le haya manejado. Para la práctica y uso en general se puede considerar que el estiércol contiene: 0,5 % de nitrógeno, 0,25

% de fósforo y 0,5 % de potasio, es decir que una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio. Al estar expuesto al sol y la intemperie, el estiércol pierde en general su valor. Se debe evitar el uso del estiércol fresco, debido a que puede tener gérmenes de enfermedades, semillas de malas hierbas que se pueden propagar en los cultivos; por lo que es casi imposible abastecer las necesidades de los cultivos sólo mediante el estiércol.

Caracterización de Residuos Sólidos de la Ciudad de José Gálvez

Según el estudio de caracterización de los residuos sólidos de la ciudad de José Gálvez tienen la siguiente composición

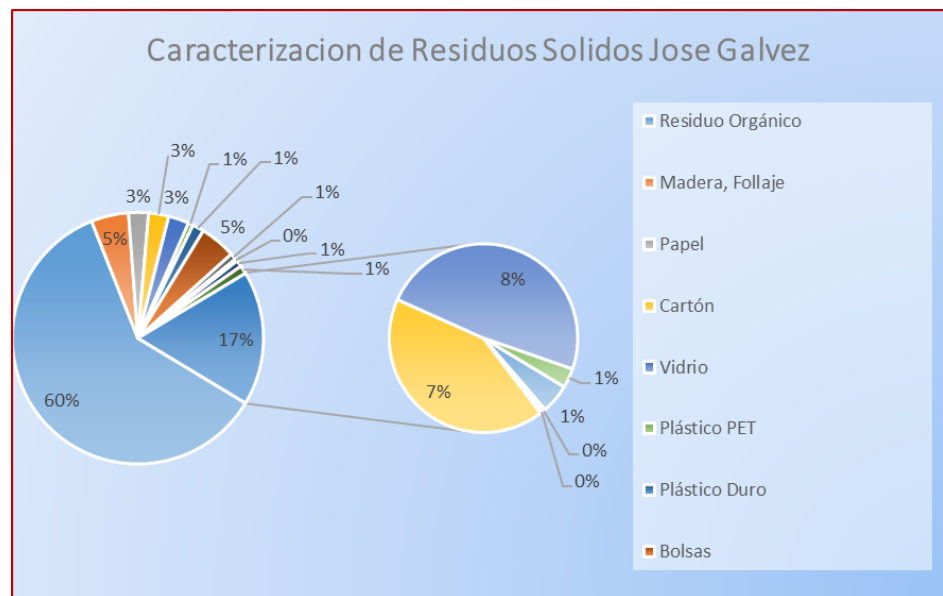


Figura 2. Caracterización de los Residuos Sólidos en José Gálvez.

2.2.3 Norma Chilena NCH 2880:

Esta norma indica cuáles son las clasificaciones y requisitos de calidad del compost producido a partir de distintos residuos, con el fin de normalizar los productos que son vendidos en el mercado nacional. Es necesario destacar, que esta norma se aplica al compost producido en plantas de compostaje, siempre y cuando el producto se comercialice bajo el nombre de compost.

De acuerdo a su nivel de calidad, el compost es clasificado según la NCh 2880 en las Clases siguientes:

Tabla 1. Parámetros del Compost (Nch2880)

Estándar de Parámetros fisicoquímicos 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 Electrica (CE)	< 3	d S/m
ph	5 - 8.5	Unidades
Materia Organica (MO)	> = 20	%
Tamaño de Particula	16	mm

Fuente: Norma Chilena Para Compost (Nch 2880).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la ciudad de José Gálvez, Provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca.

El distrito de José Gálvez tiene los siguientes límites:

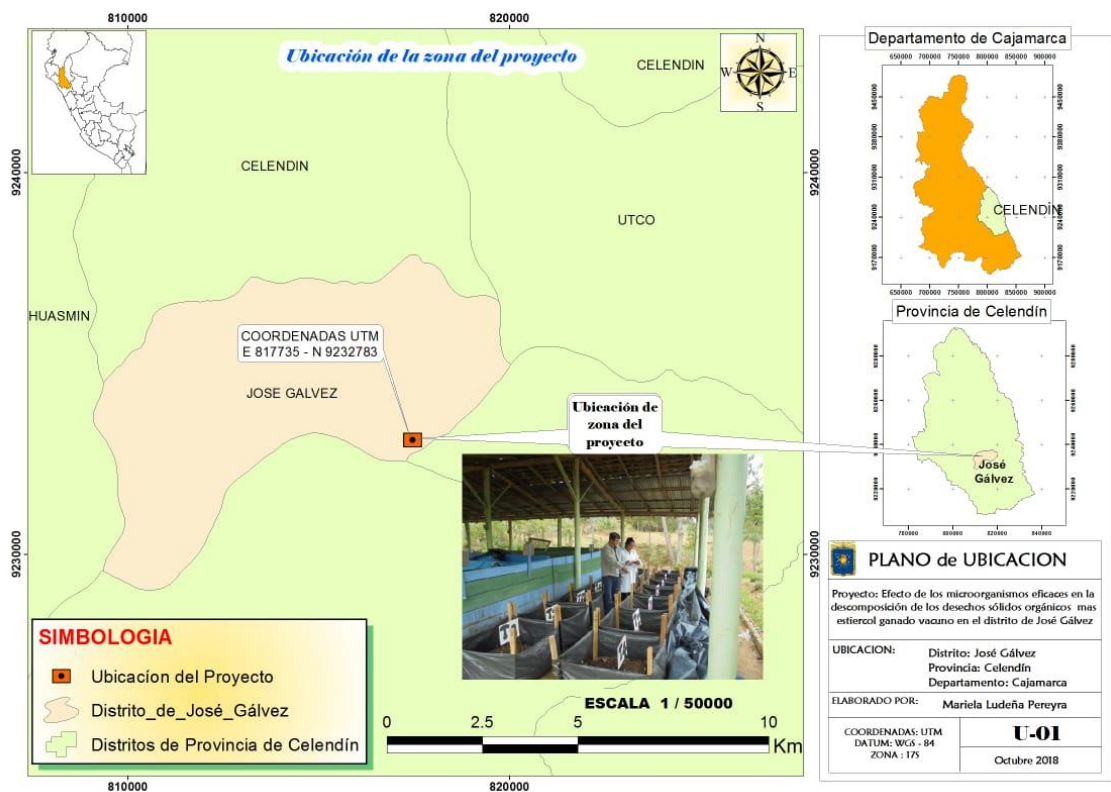


Figura 3. Ubicación geográfica de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos de la ciudad de José Gálvez.

3.2. Materiales utilizados en la investigación

3.2.1. Material experimental

- Residuos orgánicos
- Estiércol de ganado
- Microorganismos eficaces

3.2.2. Materiales de campo

- Libreta de campo
- Guarda polo
- Guantes de seguridad
- Mascarillas
- Phchimetro
- Regadera
- Palanas
- Carretilla
- Rastrillo
- Plástico 10 m
- Recipiente de plástico de 1 Kg de capacidad
- Etiqueta de identificación

3.2.3. Material de oficina

- Laptop
- Calculadora científica
- Termómetro para compost
- Cámara fotográfica digital
- Un millar de papel bond

3.3. Tipo de investigación

El presente estudio de investigación es experimental, por su naturaleza esta investigación tiene un carácter aplicativo y comparativo. Además, los tratamientos se distribuyen al azar en todas las unidades experimentales, y con diferentes dosis de microorganismos eficaces. Es comparativo porque se comparó las muestras para descubrir la diferencia de la calidad y el tiempo de obtención del compost, con la aplicación de microorganismos eficaces y el testigo.

Diseño experimental

Se trata de un diseño completamente al azar. El experimento estuvo representado por cuatro tratamientos nombrados con las letras (T₁, T₂, T₃, T₄) cada uno con tres repeticiones, y se distribuyó al azar a cada una de las unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron un total de 16 incluyendo a los testigos, según como se muestra a continuación:

Según como se muestra a continuación.

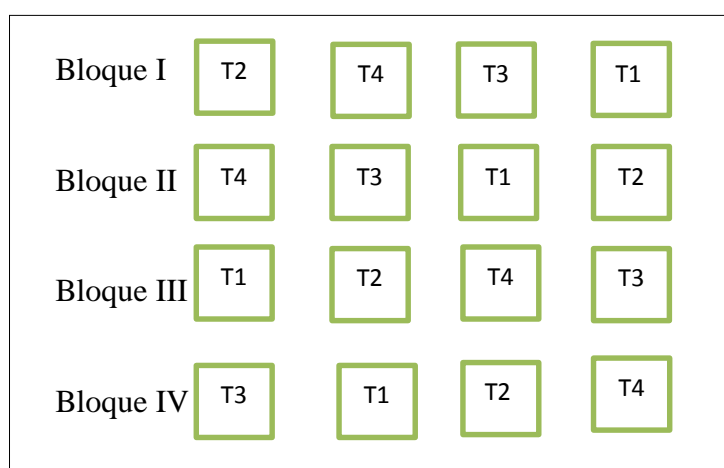


Figura 4. Diseño experimental

Tabla 2. Tratamientos del diseño experimental

TRATAMIENTO	Dosificación de EM
T ₁	0
T ₂	100 ml de EM por 10 L de agua
T ₃	150 ml de EM por 10 L de agua
T ₄	200 ml de EM por 10 L de agua

Tabla 3. Cantidad de EM según las diferentes dosis.

TIPO DE MICROORGANISMOS	Cantidad (CFU/mL)	100ml.	150ml.	200ml.
Bacterias ácido lácticas	6.0×10^5	6×10^7	9×10^7	12×10^7
Bacterias fototróficas	4.0×10^5	4×10^7	6×10^7	8×10^7
levaduras	3.0×10^4	3×10^7	4.5×10^7	6×10^7
TOTAL:		13×10^7	19.5×10^7	26×10^7

Fuente: Certificado de Calidad EM Compost (BIOEM SAC).

3.4.1. Realización del trabajo:

La evaluación del sistema de producción de compost a partir de residuos orgánicos y estiércol de ganado vacuno con la aplicación de EM se realizó en cuatro pilas con diferentes dosis de EM. El diseño para la elaboración del compost se realizó en pilas de compostaje.

Selección del sitio y medida de la pila de compostaje.

El sitio seleccionado para realizar el experimento fue en una zona adyacente al vivero, por ser la zona más adecuada.

La pila de compostaje es de 1,0 x 1,0 x 1,0 m de altura el equivalente a 1 m³ de volumen.

Según el estudio de caracterización del año 2018 de la municipalidad distrital de José Gálvez, menciona que la densidad de los residuos sólidos orgánicos municipales es de: 122 kg/m³ y de estiércol de ganado vacuno es de 92 kg/m³.

Donde:

Residuos Sólidos Orgánicos Municipales: $122\text{kg/m}^3 \times 0.70\text{m}^3 = 85.40 \text{ kg}$.

Estiércol de ganado vacuno: $92\text{kg/m}^3 \times 0.30\text{m}^3 = 27.6 \text{ kg}$.

En una pila de compostaje hay:

Pila = 85.40 kg. + 27.6 kg.

Pila = 113 kg/ pila.

Dónde:

- **Testigo (T₁):** Constituyó el grupo control, en el cual se utilizó 1m³ de material experimental (residuo orgánico domiciliario 70 % + estiércol de ganado 30 %), utilizando 3 repeticiones del mismo grupo, en este grupo no se utilizó microorganismos.
- **Tratamiento (T₂):** Es el primer tratamiento, en el cual se utilizó 1m³ de material experimental (residuo orgánico domiciliario 70 % + estiércol de ganado 30 %) y una dosis de 100 ml de EM por 10 L de agua, utilizando 3 repeticiones del mismo grupo.
- **Tratamiento (T₃):** Es el segundo tratamiento, en el cual se utilizó 1m³ de material experimental (residuo orgánico domiciliario 70 % + estiércol de ganado 30 %) y una dosis de 150 ml de EM por 10 L de agua, utilizando 3 repeticiones del mismo grupo.
- **Tratamiento (T₄):** Es el tercer tratamiento, en el cual se utilizó 1m³ de material experimental (residuo orgánico domiciliario 70% +

estiércol de ganado 30 %) y una dosis de 200 ml de EM por 10 L de agua, utilizando 3 repeticiones del mismo grupo.

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

- Una capa de material absorbente (aserrín) de 3,0 cm como capa de inicio donde se aplica los microorganismos eficaces a través de una mochila de fumigar con un rociador de tipo aspersión.
- Segunda capa, 20 cm de materia orgánica (restos de vegetales, cascaras de papa, restos de frutas, ramas, chamiza, troncos y cortezas frescas) previamente picada aprox. 3 – 4 cm. con la finalidad de uniformizar el tamaño de la partícula y luego se aplica los microorganismos eficaces de una a dos pasadas por pila y según la dosis de cada tratamiento incluyendo en cada volteo realizado con la dosis respectiva de cada unidad experimental.
- Tercera capa, 20 cm de excremento de ganado vacuno también desmenuzado para obtener una capa uniforme.
- Cuarta capa, espolvoreo de carbonato de calcio de forma uniforme en toda la pila.
- A partir de esta capa se repite las capas antes descritas en el mismo orden hasta conseguir la altura necesaria (1.00 m).
- Paralelamente a la colocación de las capas se coloca una estaca en el centro de la pila. Una vez concluida la pila se retira la estaca, dejando un orificio el cual permite la aireación y circulación de la pila hasta el interior de la misma.
- Luego el manejo del compost se realizó tanto para el testigo como para los tratamientos monitoreando temperatura, humedad y pH.

Los volteos se realizaron cada 10 días y según la medición de la temperatura.

3.4.3.1. Determinación de los componentes del compost.

Una vez finalizado el proceso de compostaje se recolectaron las muestras de cada una de las pilas de los diferentes tratamientos conforme culminaban su proceso de compostaje para luego ser colocadas en bolsas de polietileno, las cuales fueron debidamente rotuladas, para posteriormente ser enviadas al laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, a fin de poder conocer la composición del producto final.

Después de que las muestras fueron analizadas en el laboratorio, se obtuvieron los resultados, los cuales comparamos con la Norma Chilena para determinar qué tipo de compost se había obtenido.

3.4.3.2. Análisis de la varianza

Según el análisis de la varianza. De los datos obtenidos se pudo determinar que el C.V. es de 8.20 y es menor a 20 indicando homogeneidad total.

Tabla 4. Datos ordenados de las temperaturas obtenidos en los tratamientos y bloque del material experimental

DISEÑO EXPERIMENTAL

	T1	T2	T3	T4	TOTAL DE BLOQUES	PROMEDIO DE BLOQUES
BLOQUE I	26.00	26.00	24.00	24.00	100.00	25.00
BLOQUE II	29.00	25.00	25.00	24.00	103.00	25.75
BLOQUE III	28.00	26.00	25.00	23.00	102.00	25.50
BLOQUE IV	30.00	26.00	24.00	24.00	104.00	26.00
Total de tratami	113.00	103.00	98.00	95.00	409.00	102.25
Promedio de tratami	28.25	25.75	24.50	23.75	25.56	

Tabla 5. Análisis de la varianza

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	FC	F TABULADO		OBS
					0.05	0.01	
Tratamientos	3	7887.98	2629.33	152.98	1.53	7.65	S
Error Exp	12	206.25	17.19				
Total G.	15	8094.23	539.62				

C.V. = 8.20 < 20 Indica homogeneidad total



Figura 5. Análisis de la varianza.

CAPITULO IV

RESULTADOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1. Descomposición del material experimental utilizando microorganismos eficaces.

Los datos obtenidos en el proceso de descomposición del material experimental se han evaluado en relación a la temperatura y tiempo, en este sentido se ha podido observar tres fases claramente identificables como son fase Mesófila, termófila y Mesófila final.

Tabla 6. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque I

	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	35 d	40 d	45 d	50 d	55 d	60 d	65 d	70 d	75 d	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
T1	23	28	36	38	29	25	23	17	14	11	9	8	7	6	5	5	6	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1
T1	22	28	38	37	29	25	22	19	13	11	8	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1
T1	21	27	37	36	30	25	20	18	15	12	8	7	7	5	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1
T1	20	27	36	38	29	24	21	18	15	12	10	8	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1
T1	21.5	27.5	36.75	37.25	29.25	24.75	21.5	18	14.25	11.5	8.75	7.5	6.25	5	4.25	3.75	3.75	3.25	2.75	2.5	2.25	2	1.5	1.25	1	1	1

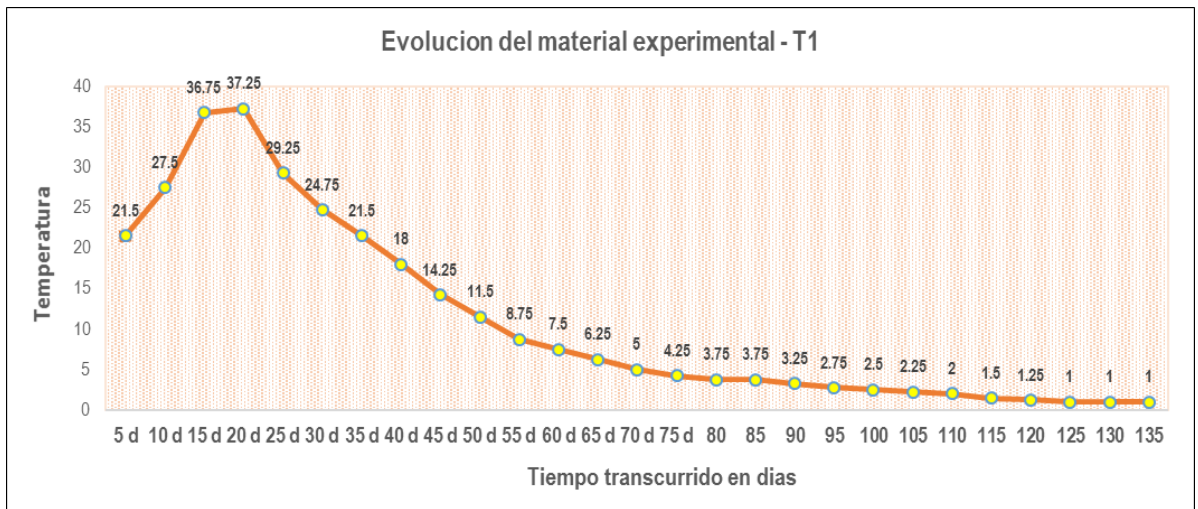


Figura 6. Descomposición del material experimental en el Bloque I – Testigo

En el bloque I, se ha considerado el testigo de la investigación, donde no se ha utilizado la aplicación de microorganismos, en este módulo se puede determinar que la temperatura de inicio en la etapa mesófila se encuentra entre 21.5° y 27.5 °C, en un periodo de tiempo desde los cero días hasta los 10 días, período donde se produce el primer volteo del material experimental, el cual permite una mejor aireación aumentando el proceso de descomposición al obtener una temperatura máxima de 37.25 °C en un periodo de 10 días siguientes a la etapa mesófila, lo que corresponde a la segunda etapa llamada termófila, posteriormente se realiza el segundo volteo, lo que origina un aumento significativo de la temperatura para finalmente llegar a la etapa mesófila final o de maduración en un periodo de 135 días (4 meses y 15 días) donde se procede a la cosecha y embolsado.

Tabla 7. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque II

	5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	35 d	40 d	45 d	50 d	55 d	60 d	65 d	70d	75d	80d
T2	37	45	59	57	40	35	26	20	15	9	7	4	4	3	2	2
T2	36	47	58	56	44	29	25	19	14	8	6	4	3	3	2	1
T2	32	48	57	54	45	30	24	18	10	7	5	4	3	2	2	2
T2	37	47	56	55	45	34	23	15	12	6	4	4	3	2	2	1
T2	35.5	46.75	57.5	55.5	43.5	32	24.5	18	12.75	7.5	5.5	4	3.25	2.5	2	1.5

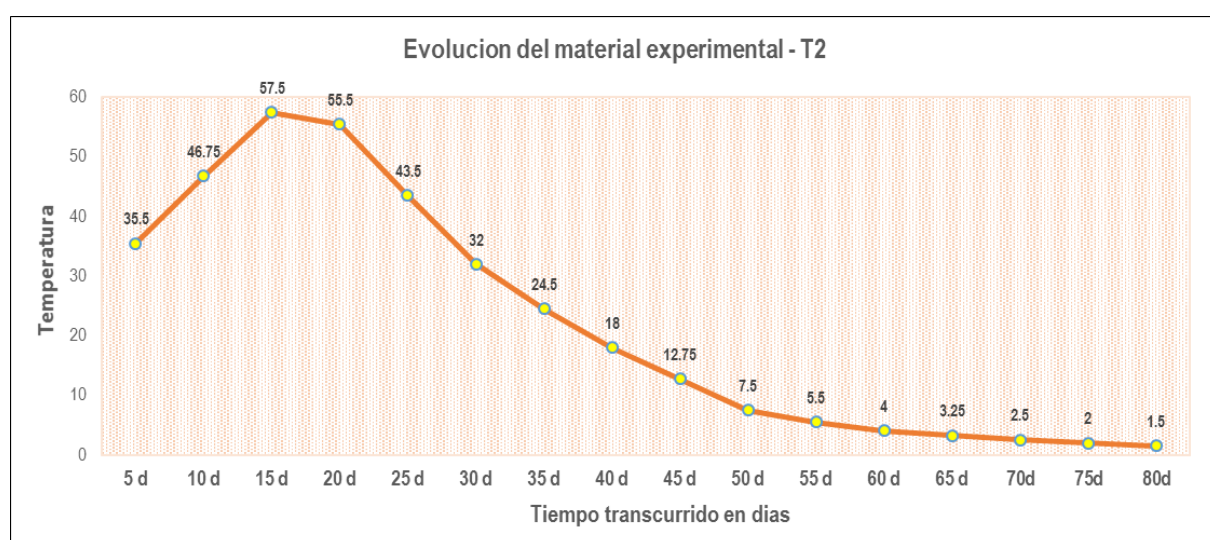


Figura 7. Descomposición del material experimental en el Bloque II – Tratamiento 2

En el bloque II, se ha considerado el tratamiento (T₂) de la investigación, donde se ha utilizado la inoculación de microorganismos en dosis de 100 ml de (EM) en 10 L de agua, en este módulo se puede determinar que la temperatura de inicio en la etapa mesófila se encuentra entre 35.5° y 46.75 °C, en un periodo de tiempo desde los cero días hasta los 10 días, período donde se produce el primer volteo del material experimental, el cual permite una mejor aireación aumentando el proceso de descomposición al obtener una temperatura máxima de 57.5 °C en un periodo de 10 días siguientes a la etapa mesófila, lo que corresponde a la segunda etapa llamada termófila,

posteriormente se realiza el segundo volteo, lo que origina un aumento significativo de la temperatura para finalmente llegar a la etapa mesófila final o de maduración en un periodo de 80 días (2 meses y 20 días) donde se procede la cosecha y embolsado.

Tabla 8. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque III

		5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	35 d	40 d	45 d	50 d	55 d	60 d	65 d	70 d
BLOQUE III	T3	31	38	54	54	38	35	28	23	18	14	9	4	4	3
	T3	30	41	50	52	42	32	27	22	19	13	9	3	3	2
	T3	31	42	52	53	40	34	28	24	18	13	8	4	3	2
	T3	31	42	55	57	40	32	27	23	18	13	9	5	4	3
Prom	T3	30.75	40.75	52.75	54	40	33.25	27.5	23	18.25	13.25	8.75	4	3.5	2.5

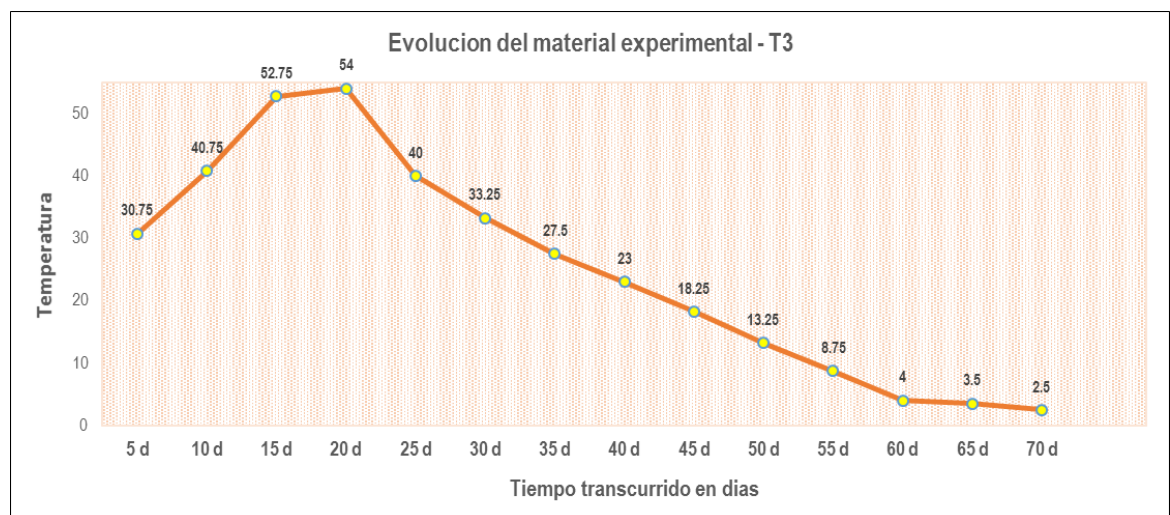


Figura 8. Descomposición del material experimental en el Bloque III – Tratamiento 3

En el bloque III, se ha considerado el tratamiento (T₃) de la investigación, donde se ha utilizado la inoculación de microorganismos en dosis de 150 ml de (EM) en 10 L de agua, en este módulo se puede determinar que la temperatura de inicio en la etapa mesófila se encuentra entre 30.75° y 40.75 °C, en un periodo de tiempo desde los cero días hasta los 10 días, período

donde se produce el primer volteo del material experimental, el cual permite una mejor aireación aumentando el proceso de descomposición al obtener una temperatura máxima de 54 °C en un periodo de 10 días siguientes a la etapa mesófila, lo que corresponde a la segunda etapa llamada termófila, posteriormente se realiza el segundo volteo, lo que origina un aumento significativo de la temperatura para finalmente llegar a la etapa mesófila final o de maduración en un periodo de 70 días (2 meses y 10 días) donde se procede la cosecha y embolsado.

Tabla 9. Temperatura & días obtenida en el proceso de descomposición del material experimental Bloque III

		5 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	35 d	40 d	45 d	50 d	55 d	60 d
BLOQUE IV	T4	38	44	53	53	46	36	30	25	18	13	10	4
	T4	38	45	54	54	47	39	29	24	19	12	9	3
	T4	36	42	53	55	45	38	28	25	17	12	8	4
	T4	43	43	52	52	43	37	29	20	17	14	7	3
Prom	T4	38.75	43.5	53	53.5	45.25	37.5	29	23.5	17.75	12.75	8.5	3.5

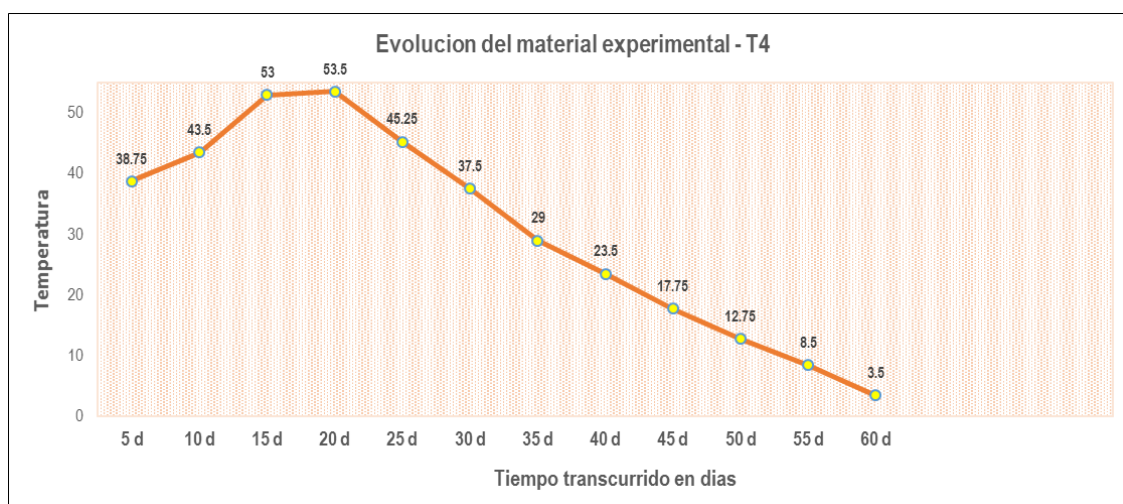


Figura 9. Descomposición del material experimental en el Bloque IV – Tratamiento 4

En el bloque IV, se ha considerado el tratamiento (T₄) de la investigación, donde se ha utilizado la inoculación de microorganismos en dosis de 200 ml de (EM) en 10 L de agua, en este módulo se puede determinar que la temperatura de inicio en la etapa mesófila se encuentra entre 38.75 ° y 43.5 °C, en un periodo de tiempo desde los cero días hasta los 10 días, período donde se produce el primer volteo del material experimental, el cual permite una mejor aireación aumentando el proceso de descomposición al obtener una temperatura máxima de 53.5 °C en un periodo de 10 días siguientes a la etapa mesófila, lo que corresponde a la segunda etapa llamada termófila, posteriormente se realiza el segundo volteo, lo que origina un aumento significativo de la temperatura para finalmente llegar a la etapa mesófila final o de maduración en un periodo de 60 días (2 meses) donde se procede la cosecha y embolsado.

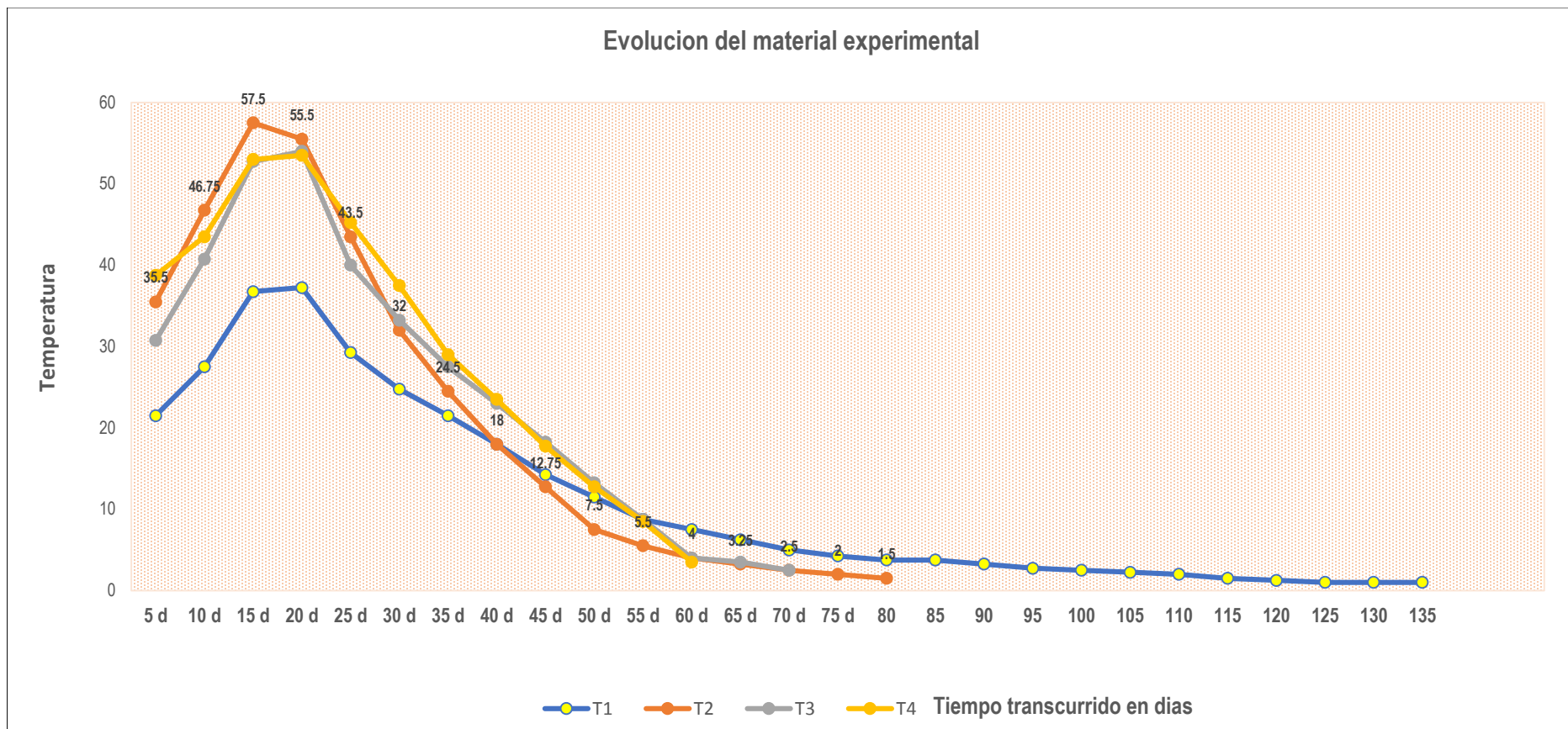


Figura 10. Resumen Comparativo en la descomposición del material experimental en el cada uno de los tratamientos

4.2. Calidad del compost obtenido según los Límites Máximos Permisibles utilizando la Norma Chilena NCH 2880-2005.

4.3.1. Análisis de los resultados

En la tabla siguiente se muestran los resultados de los análisis del material experimental donde podemos indicar que el producto final obtenido cumple con la mayoría de los límites máximos permisibles, además los metales pesados que se han podido analizar se encuentran presentes en baja concentración para poder clasificarlo como compost tipo b según la normativa Nch 2880-2005.

Tabla 10. Resultados físicos químicos del análisis del material experimental

Parametro	Unidad	Norma Chilena		Concentraciones				Cumple		Compost A	Compost B
		Clase A	Clase B	T1	T2	T3	T4	si	No		
pH	Unidades	5 - 8.5	5 - 8.5	7.48	7.52	7.35	7.46	X		conforme	conforme
Conductividad electrica	d S/m	<3	<8	6.48	5.68	5.58	6.31		X	No conforme	conforme
materia organica	%	>=20	>=20	49.9	52.54	52.19	50.58	X		conforme	No conforme
Humedad	%	30 - 45	30 - 45	58.09	61.44	60.94	60.09		x	No conforme	No conforme
Nitrogeno	%	>=0.5	>=0.6	1.73	1.77	1.92	1.81	x		conforme	conforme
Plomo	ppm	<100	<300	26.13	32.75	32.28	35.03	x		conforme	conforme
Cadmio	ppm	<2	<8	2.39	2.6	2.68	2.55		x	No conforme	conforme
Cromo	ppm	<120	<600	26.25	22.28	17.65	21.25	x		conforme	conforme
Zinc	ppm	<200	<2000	125	90	93	91	x		conforme	conforme
Relación C/N		<=25	<=30	15.54	16.38	14.91	14.73	x		conforme	conforme

4.3.2. Análisis físico

a. pH

En relación al parámetro pH, se ha podido determinar que no existe diferencias muy marcadas entre cada uno de los tratamientos analizados, los valores en promedio se encuentran entre 5 y 8.5.

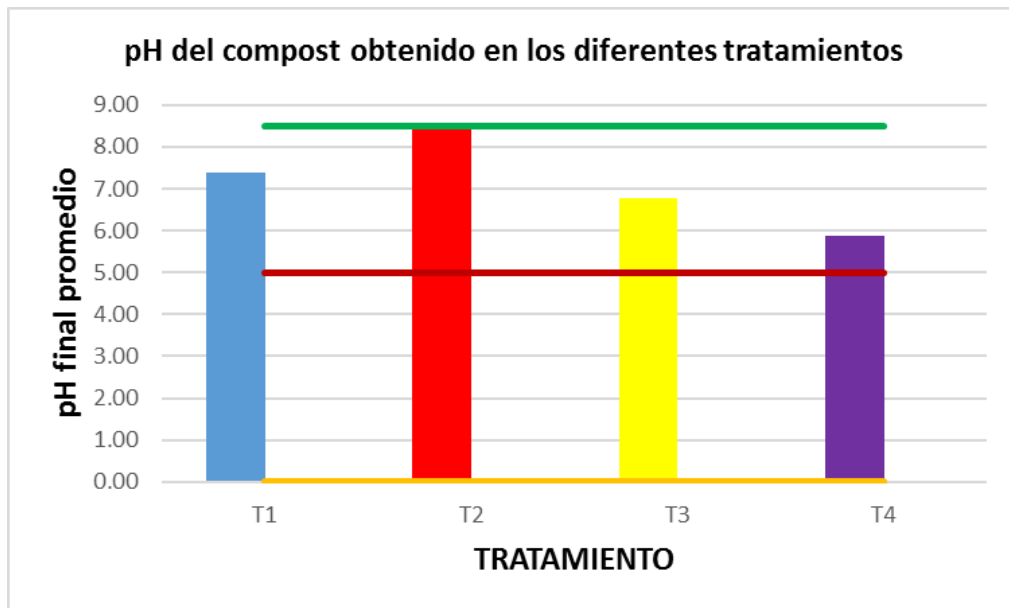


Figura11. Evolución del pH en el material experimental

b. Conductividad eléctrica

Como podemos observar en la siguiente figura los valores obtenidos según el análisis de conductividad eléctrica supera a los LMP de la norma chilena para compost clase A, pero los resultados obtenidos de los tratamientos no superan para el compost clase B.

Según Sánchez et al (2001), la C.E. tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes. Ocurre a veces un descenso de la C.E. durante el proceso, por lo que se puede deber a fenómenos de lixiviación en la masa, provocados por una humectación excesiva de la misma.

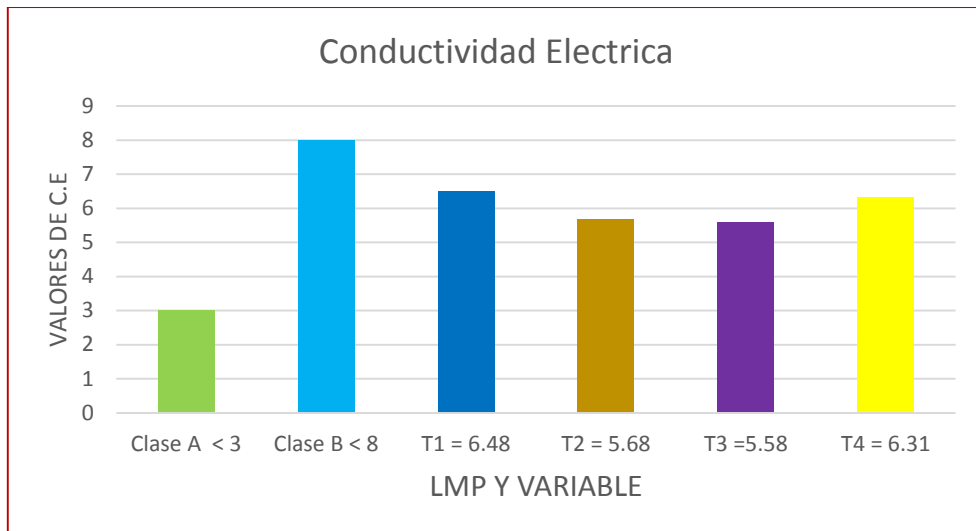


Figura 2. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Conductividad eléctrica

c. Humedad

Según el análisis de la variable humedad podemos notar según la siguiente figura que el porcentaje de humedad de los tratamientos excede el LMP tanto para el compost clase A como para el compost clase B. Sin embargo, según la Norma Chilena, indica que la humedad óptima debe estar entre 30 – 45 %.

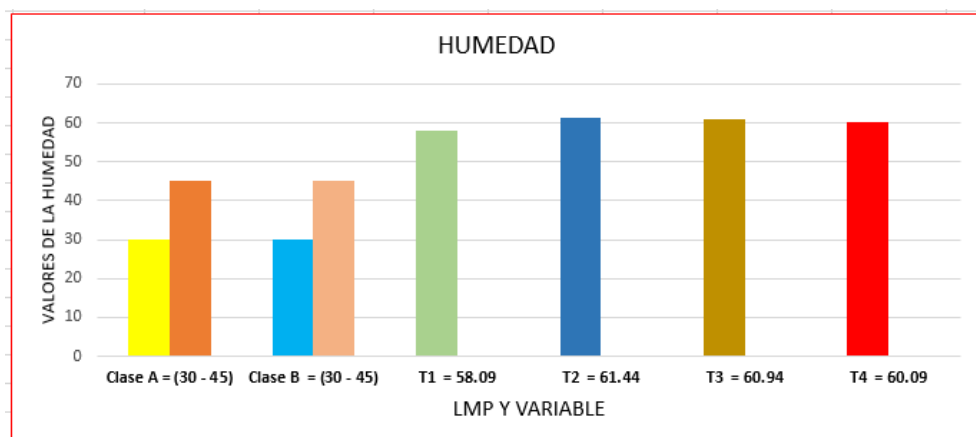


Figura 3. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Humedad

4.3.3. Análisis químico

a. Materia orgánica

La variable materia orgánica según el análisis realizado, se puede determinar que se encuentra dentro del margen de aceptación según la normativa chilena.

El conocimiento del contenido de los compost en materia orgánica es fundamental, pues se considera como el principal factor para determinar su calidad agronómica (Kiehl, 1985). Durante el compostaje la materia orgánica tiende a descender debido a la mineralización y a la consiguiente pérdida del carbono en forma de anhídrido carbónico; estas pérdidas pueden llegar a representar casi el 20% del peso de la masa compostada. Este descenso de la materia orgánica transcurre en dos etapas fundamentalmente. En la primera se produce un rápido decrecimiento de los carbohidratos, transformándose las cadenas carbonatadas largas en otras más cortas con la producción de compuestos simples; algunos de los cuales se agrupan para formar moléculas complejas dando lugar a otros compuestos húmicos. En la segunda etapa, una vez consumidos los componentes lábiles¹, otros materiales más resistentes como la lignina se van degradando lentamente y/o transformando en compuestos húmicos; generalmente este último cambio no finaliza durante el tiempo que dura el compostaje. La velocidad de transformación de materia orgánica depende de su naturaleza física y química, de los microorganismos que intervienen y de las condiciones físico-química del proceso (humedad, aireación, temperatura y PH) (Michel et al 2004)

¹ Compuestos lábiles. Compuestos poco estables o seguros, que se transforman con facilidad en otros más estables.

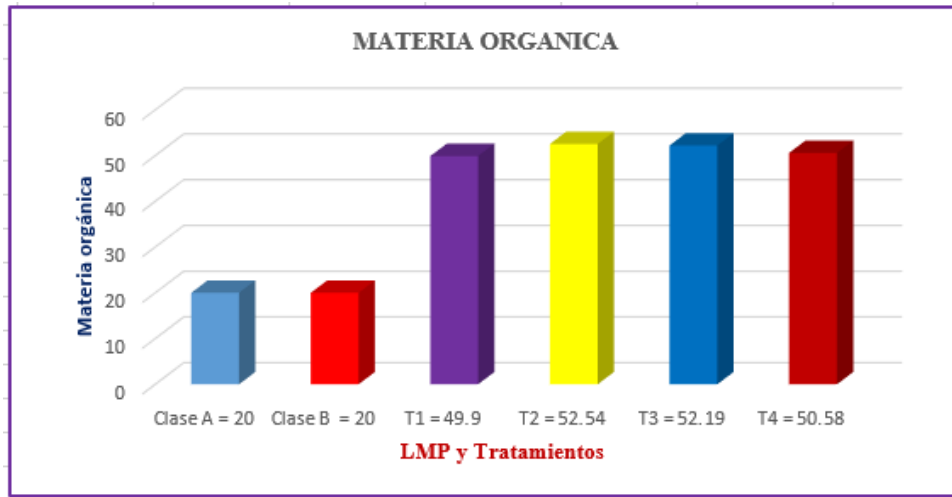


Figura 4. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro materia orgánica

- **Zinc**

Para nuestra investigación los valores de Zinc se encuentran por debajo de los LMP, según la Norma Chilena para compost clase A es < 200 ppm y para compost clase B < 2000 ppm.

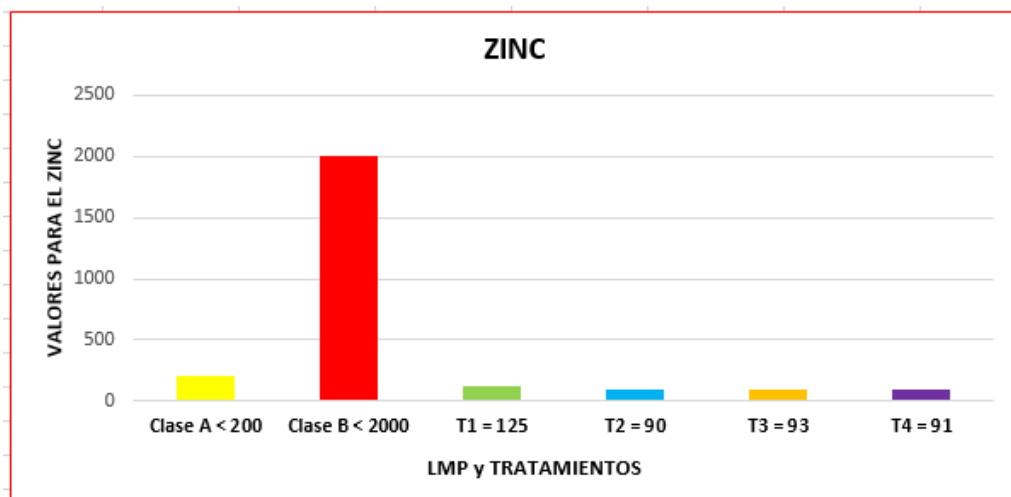


Figura 5. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro zinc

- **Nitrógeno**

Para nuestra investigación los valores de Nitrógeno se encuentran dentro de los LMP, según la Norma Chilena para compost clase A $\geq 0.5\%$ y para compost clase B $\geq 0.6\%$.

Esto permite establecer valores acordes de nitrógeno y por ser un elemento esencial para la reproducción celular debido a la naturaleza proteica del protoplasma, también se ha demostrado que la calidad de un compost como fertilizante está directamente relacionada con su contenido de nitrógeno (Michel et al. 2004).

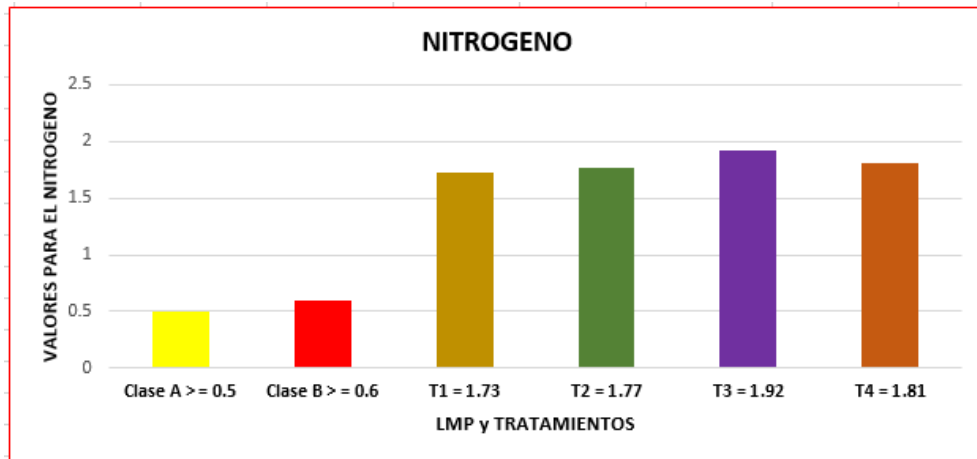


Figura 6. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Nitrógeno

b. Metales pesados

La presencia de metales pesados en el compost es totalmente inherente a los residuos empleados en el proceso de compostaje. La calidad del compost en este aspecto comienza por los materiales de entrada en la planta de compostaje, en el momento que el contaminante entre en el compost el proceso no podrá sino concentrarlo. La solución necesariamente pasa por un sistema de recogida selectiva de los residuos y evitar contaminaciones en las propias plantas. Desde el punto de vista de calidad del compost el objetivo debe ser reducir al máximo dicha contaminación, puesto que las directivas medioambientales son y serán cada vez más restrictivas. Es necesario optimizar al máximo los sistemas

de gestión de los residuos para evitar la presencia de metales pesados, puesto que de otra manera será imposible alcanzar niveles de calidad que permitan la aplicación agrícola de los residuos orgánicos. (Moreno y moral 2008).

- **Plomo**

Se pudo determinar según los resultados obtenidos, para los diferentes tratamientos, que se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles según la normativa chilena. Tal como se puede apreciar en la figura siguiente.

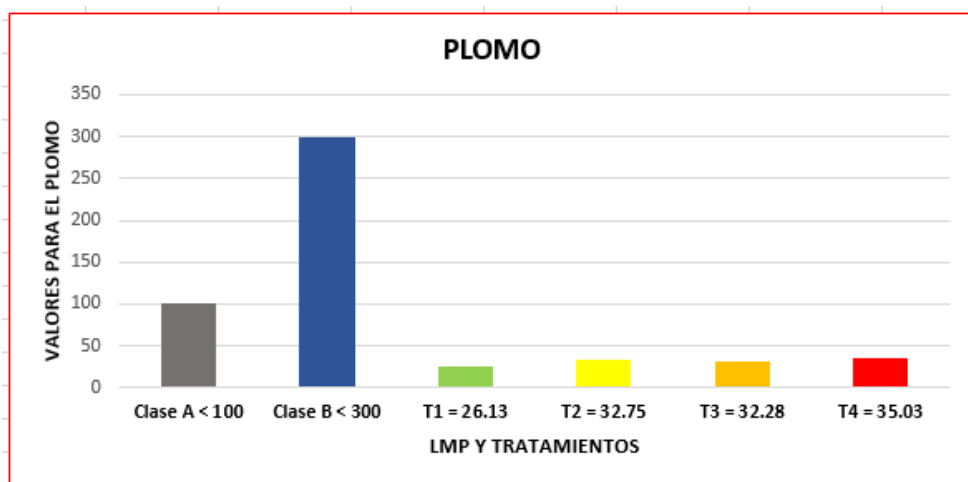


Figura 7. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Plomo

- **Cadmio**

Los valores para este parámetro se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según la norma chilena, pero para compost clase "B". Tal como se puede apreciar en la siguiente figura.

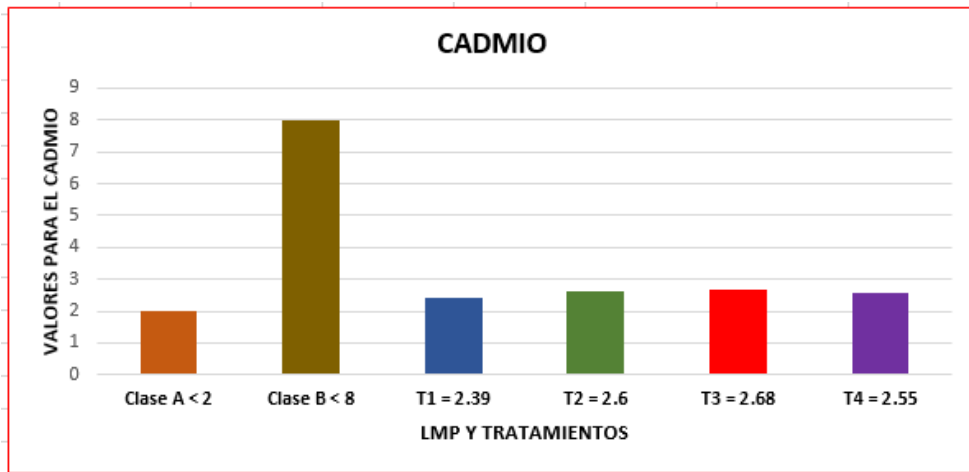


Figura 8. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Cadmio

- **Cromo**

Los valores obtenidos según los análisis realizados para este parámetro se encuentran por debajo de los límites máximos permisible según la normativa chilena tanto para el compost clase A y para el compost clase B.

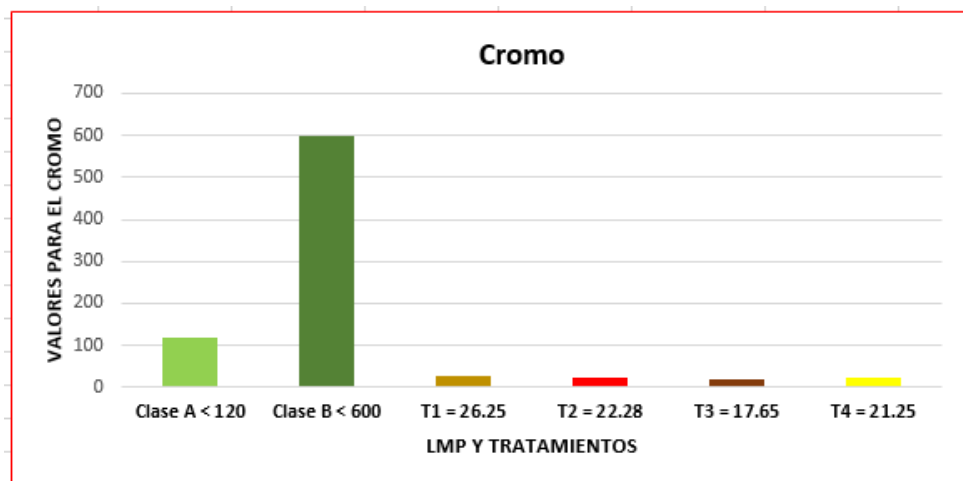


Figura 9. Comparativo entre el límite máximo permisible y la variable parámetro Cromo

- **Relación C/N**

El intervalo de C/N óptimo para el compostaje de un producto es de 25 – 35. Este factor influye en la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el compostaje; si la relación C/N es mayor que 40 la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos.

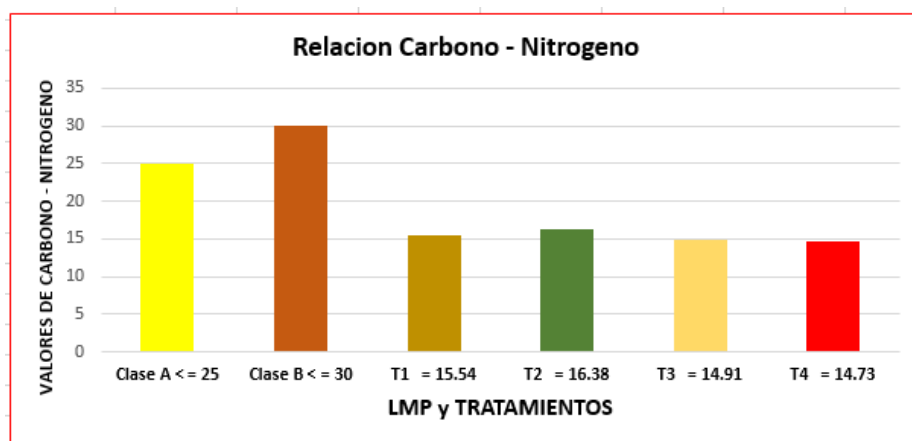


Figura 20. Comparativo entre el límite máximo permisible y la relación Carbono -Nitrógeno.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Mediante la aplicación de microorganismos eficaces se tuvo un tiempo de cosecha de 80 días para: T2, 70 días para T3, 60 días para T4, Por lo contrario, en relación al testigo T₁ experimentó un mayor tiempo de cosecha de 135 días.
- La aplicación de microorganismos eficaces tuvo efecto reductor en el tiempo de descomposición del T₄ para dicho tratamiento se empleó una dosis de 200 ml de microorganismos eficaces por 10 litros de agua.
- Los resultados de los análisis del material experimental en comparación con la Norma Chilena NCH 2880- 2005 cumple con la mayoría de los límites máximos permisibles, además los metales pesados que se han podido analizar se encuentran presentes en baja concentración, para poder clasificarlo como compost tipo b.

- Se recomienda una buena capacitación antes de realizar el proceso ayudará a tener conocimientos previos para un buen manejo y correcto proceso del compostaje.
- Establecer un sitio adecuado para el trabajo, ya que esto ayudará a evitar malestar con comunidades cercanas, atracción de vectores, etc.
- Para el caso de la manipulación de microorganismos, debe haber una previa capacitación sobre el manejo, cuidado de estos y además podemos utilizar otras dosis para poder obtener mejores resultados.
- Elaborar proyectos para el reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y tratarlos mediante el método de compostaje, ya que así se minimizará la contaminación ambiental, se evitará los botaderos informales, se alargará la vida útil de los rellenos sanitarios, etc.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

Arias R., G. Heredia., R. Castañeda. 2009. Comunidades de hongos actinomicetos en tres tipos de vegetación de la Amazonia Colombiana: abundancia, morfotipos y el gen 16s ADNr. Revista de biología Tropical. Versión on line ISSN 0034-7744. Consultado el 13 de agosto 2018. En línea. Disponible en:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-7442009000400017&script=sci_arttext&tlng=en

Bueno, M. Manual para horticultores ecológicos. Barcelona, España. 2003. P. 41.

Cooke, G.M. Fertilización para rendimientos máximos. Trad. Del inglés por Antonio Marino Ambrosio. México, Cecsca. 1983. p. 49.

CONAM (Consejo Nacional de Ambiente); CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente); OPS (Organización Panamericana de la Salud) 2004. Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima, Perú.

Córdova Quenaya, Leyanira Francesca 2016. Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes Unidad Minera del Sur. Tesis Pregrado. Perú, PE. Universidad Nacional de San Agustín.

Cruz cerna, Rosmery y Valentín Paredes Oliva. 2014. Efecto del botadero de residuos sólidos sobre la calidad microbiológica del agua de los ríos Hayoamba y Cascasen – San Marcos – Cajamarca. Tesis Maestral. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Postgrado. Mención: Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

EMPROTEC. 2004. Guía de la Tecnología EM – EM Producción y Tecnología S.A. 36p

Fosmire G. (1990) “Zinc toxicity”. The American Journal of Clinical Nutrition. vol. 51, pp. 225-227

Galiano A., (2005) "Dieta y nutrición, Aplicaciones médicas y terapéuticas, Zinc". Consultado el 09 de abr. 2018. Disponible en:
<http://www.iqb.es/nutricion/zinc/zinc.htm>

García, J. 2006. Comparación de la fertilización orgánica y convencional a partir del uso de microorganismos eficaces y químicos tradicionales sobre la producción de biomasa durante un ciclo de cosecha en un cultivo de rábano gordo (*Rhapanus sativus* L.). Investigación Educativa (Revista Latinoamericana de Microbiología) 82p.

Gómez, E. y Molina, S. Desarrollo de un abono orgánico (EM – Compost) como parte del manejo de desechos de cáscaras de banano provenientes del procesamiento de su pulpa. Universidad EARTH. Costa Rica. Guácimo. 2006. 35p.

Haug, R.T. 1993. The practical handbook of compost Engineering. Lewis Publisher. Boca Raton. Florida.

Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 1999. Metodología de la Investigación. 2. ed. México, MX. Esfuerzo S.A. de C. V. p.384.

Higa, T.; Parr, J. 1994. Beneficial y Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture y Environment. International Nature Farming Venter. Japan. 17p.

Lezcano Bocanegra, Christian Nicolás 2015. Efecto de tres aceleradores de degradación en el tiempo de compostaje utilizando residuos sólidos orgánicos urbanos en Huanchaco, Trujillo. Tesis Pregrado. Perú, PE. Universidad Nacional de Trujillo.

Mahler, R.L. 2003. General overview of nutrition for field and container crops. In: Riley, L. E.; Dumroese, R. K.; Landis, T. D. Tech Coords. National Proceeding: Forest and Conservation Nursery Associations. 2003 June 9-12; Coeur d`Alene, ID; and 2003 July 14-17; Springfield, IL. Proc. RMRS-P-33.

Mauz, Franz Peter 2006. Microorganismos Efectivos. La solución ideal para el medio ambiente. Traducción Marie Luise Schicht. RBA libros Barcelona. 235 p.

Michel, F.C., Pecchia, J.A. y Rigot, J. 2004. Mass and nutrient losses during the composting of dairy manure amended with sawdust or straw compost. *Sci. Util.*, 323 - 334

Moreno Casco Joaquín y Moral Herrero Raúl. 2008. *Compostaje*. Madrid. Ediciones Mundi – Prensa 2008. 77 – 570 p.

Moreno Casco Joaquín y Moral Herrero Raúl. 2008. *Compostaje*. Madrid. 2008. 77 – 185p.

Muñoz, K.; Bedoya, A. 2009. El papel de los residuos sólidos, en la solución de problemas ambientales. *Economía Autónoma*. 175p.

Naranjo Pacha, Edgar Iván. 2013. *Aplicación De Microorganismos Para Acelerar LA Transformación De Desechos Orgánicos En Compost*, Ambato – Ecuador. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato.

Najar González, Tracy. 2012. Evaluación de la eficiencia en la producción de compost convencional con la aplicación de la tecnología microorganismos eficaces EM, a partir de los residuos orgánicos municipales, Carhuaz - 2012. Tesis Maestría. Perú, PE. Universidad Nacional de San Agustín.

Nastusch, J. 1997. Application and development of contaminated site remediation technologies in Australia. ANZAC Fellowship Report to Department of Internal Affairs, Wellington, New Zealand and Department of Foreign Affairs and Trade, Canberra, Australia.

Nieves, L. 2005. Cuantificación de la composición microbiológica de cuatro abonos usando EM (Microorganismos Eficaces) como índice comparativo. Costa Rica. Guácimo. 26p.

Rafael Ávila, María del Pilar 2015. *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad del compost a partir de mezcla de tres tipos de residuos orgánicos*, Sapallanga – Huancayo. Tesis Pregrado. Perú, PE. Universidad Nacional de Trujillo.

Ramírez y Restrepo. Evaluación del potencial de los sólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.). Medellín, Colombia, CO.2007. p. 140.

Ramírez, M. 2006. Tecnología de los Microorganismos Efectivos aplicada a la agricultura y el medio ambiente sostenible. Universidad Industrial Santander. 42p.

Sánchez monedero, M.A; Roig A. y 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 mixture. *Biores Technol* 301-308.

Sánchez, J. (2007). Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral de Plantas. Conceptos Básicos. FETITEC S.A. Consultado el 25 de Mayo 2018. Disponible en [exa.unne.edu.ar/biología/fisiología.vegetal/Fertilidad del Suelo y Nutrición.pdf](http://exa.unne.edu.ar/biología/fisiología.vegetal/Fertilidad%20del%20Suelo%20y%20Nutrición.pdf)

Sáez Olivares, Andrés 2000. Métodos para mejorar la calidad del compost de la fracción Orgánica de los residuos urbanos. Tesis Doctoral. Madrid, Es. Universidad Politécnica de Madrid.

Singh, C.P. y Amberger, A. 1990. Humic substances in Straw compost with rock phosphate. *Biol. Wastes*, 31: 165-174.

Suquilanda, B.V. Agricultura orgánica alternativa tecnológica. Cayambe- Ecuador. 1996. pág. 172.

Sztern, D.; PRAVIA, M. Manual para la elaboración de. Compost, bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud (OPS), p.69.

Tabora. Guía práctica para el uso de ME en la producción animal sostenible. Costa Rica. Guácimo. 2002.89 p.

Valarezo, J. Manual de fertilidad del suelo. Universidad Nacional de Loja, Área agropecuaria y de recursos naturales renovables.2001. P. 84.

Vladimir Orsag. 2010. El recurso suelo principios para su manejo y conservación.
Editores Zeus. Bolivia, 489 p.

ANEXOS

Tabla 11. Composición porcentual de los residuos generados en el distrito de José Gálvez

RESIDUOS DOMICILIARIOS	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
Residuo Orgánico	60.37%
Madera, Follaje	4.82%
Papel	2.57%
Cartón	2.59%
Vidrio	2.64%
Plástico PET	0.63%
Plástico Duro	1.49%
Bolsas	4.62%
Cartón Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	0.82%
Tecnopor y similares	0.32%
Metal	0.82%
Telas, textiles	1.07%
Caucho, cuero, jebe	0.87%
Pilas	0.08%
Restos de medicinas, focos, etc	0.09%
Residuos Sanitarios	7.25%
Residuos Inertes	8.38%
Otros	0.57%
Total	100.00%

Figura 21. Resultados de análisis de laboratorio



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



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

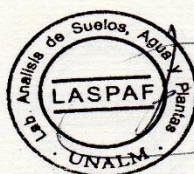
SOLICITANTE : MARIELA LUDEÑA PEREYRA
 PROCEDENCIA : CAJAMARCA
 MUESTRA DE : COMPOST
 REFERENCIA : H.R. 62078
 BOLETA : 1228
 FECHA : 19/01/18

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
007	T1	7.48	6.48	49.90	1.73	1.68	1.56
008	T2	7.52	5.68	52.54	1.77	1.68	1.52

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
007	T1	4.04	0.62	58.09	0.22
008	T2	3.85	0.66	61.44	0.21

N° LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
007	T1	8616	19	125	686	35
008	T2	7378	19	90	724	26

N° LAB	CLAVES	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Relación C/N
007	T1	26.13	2.39	26.25	15.54
008	T2	32.75	2.60	22.28	16.38



Dr. Sady García Rendezú, L
 Jefe de Laboratorio



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARIELA LUDEÑA PEREYRA
PROCEDENCIA : CAJAMARCA
MUESTRA DE : COMPOST
REFERENCIA : H.R. 62078
BOLETA : 1228
FECHA : 19/01/18

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
009	T3	7.35	5.58	52.19	1.92	1.72	1.43
010	T4	7.46	6.31	50.58	1.81	1.58	1.32

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
009	T3	3.64	0.65	60.94	0.21
010	T4	3.49	0.63	60.09	0.21

N° LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
009	T3	4605	19	93	724	36
010	T4	7150	19	91	689	33

N° LAB	CLAVES	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Relación C/N
009	T3	32.28	2.68	17.65	14.91
010	T4	35.03	2.55	21.25	14.73



Dr. Saúl García Bendejé
Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIDAD
SOLUCIONES DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM™)

EM•Compost®

21 de Noviembre, 2017

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 ⁴

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

Control de Calidad:

Lote: LAIPE123-209-18

F. P.: Nov.-2017

F. V.: Dic.-2020

- Aerobic Plate Count: FDA-BAM
- Salmonella: PCR-BAX AOAC 2003.09
- Coliform Count: Petrifilm AOAC
- E.coli Count: Petrifilm AOAC
- Mold Count: FDA-BAM

Metodología de Análisis

- Bacteria Acidoláctica: ISO 15214-1998 (MRS Agar plate count)
- Bacteria Fototrófica: Método Vanelslander (SA Agar plate count)
- Levadura: ISO 7954-1987

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 análisis 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, 2018.



Keita Kojima

Executive Director
EM Research Organization, Inc.
Interamerica Branch Office

Panel fotográfico



Figura 22. Habilitación del área y conformación de las camas de compostaje



Figura 23. Visita al área de experimentación del Alcalde distrital de José Gálvez



Figura 24. Dosificación de Microorganismos eficientes para la inoculación del material experimental.



Figura 10. Medición de temperatura en las pilas de compostacion



Figura 11. Primera visita al área experimental por el asesor, control de temperatura



Figura 12. Segunda visita al área experimental por el asesor- control de pH y Humedad.



Figura 13. Cosecha del material experimental



Figura 14. Cernido y pesado del material experimental.

