

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA



***EFEECTO DE LOS EM (Microorganismos Eficaces) Y LEVADURAS EN LA
DEGRADACION DE RESIDUOS PECUARIOS, EN CONDICIONES DEL
VIVERO FORESTAL LA ESPERANZA 2019***

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TESISTA
MAXWELL AMADOR FERRER HILARIO**

**ASESOR
Dr. JUAN DIOLANDO VILLANUEVA REATEGUI**

**HUÁNUCO - PERÙ
2019**

DEDICATORIA

A DIOS por su amor incondicional, por guiarme y acompañarme en el transcurso de mi vida.

A mi madre: Ines Hilario Trinidad

A la memoria de mi padre y mi hermano: Amador y Daniel

A mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron todos estos años de estudio, por alentarme en las situaciones difíciles de mi vida, brindándome siempre motivos para luchar y seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por haberme guiado a lo largo del camino brindándome salud y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi familia, por el apoyo incondicional para la culminación de mi carrera profesional. Ellos constituyen una motivación constante para ser una persona de bien y superarme cada día más.

A mi futura novia, por el aliento y apoyo en la consecución de mis metas profesionales y personales.

A mi tío Edgar, por inculcarme el valor de la perseverancia ante las dificultades, por enseñarme que cuando se desea alcanzar algo en la vida, querer es poder y no existe tiempo ni obstáculo imposible de superar.

Al Dr. Juan Villanueva Reátegui, por su gran apoyo en la conducción y culminación de este trabajo y por la confianza que depositó en mí al patrocinar esta tesis.

A los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

RESUMEN

La investigación, “EFECTO DE LOS EM (*Microorganismos Eficaces*) Y LEVADURAS EN LA DEGRADACION DE RESIDUOS PECUARIOS, EN CONDICIONES DEL VIVERO FORESTAL LA ESPERANZA 2019”, con el objetivo; Determinar el efecto de EM (microorganismos eficaces) y levaduras en la degradación de residuos pecuarios en condiciones del vivero forestal La Esperanza; se llevó acabo en el Vivero Forestal de la Agencia Agraria de La Esperanza, situado a 2 km de la ciudad de Huánuco. Para. Se empleó el método experimental completamente al Azar con cinco tratamientos incluyendo el testigo: tradicional (Testigo), levadura (L en 2 dosis), y microorganismos eficaces (EM en 2 dosis), con 2 repeticiones. Se empleó el modelo estadístico ANAVA. Los parámetros evaluados a la cosecha del compost se registraron temperaturas de 37.25 °C (T0), 36.12 °C (L1), 34.25 °C (L2), 33.87 °C (EM1), 31.75 °C (EM2), así como humedad de 54.5 %(T0), 53.37 %(L1), 51.37 %(L2), 44.62 %(EM1), 42.87 % (EM2), y con pH de 8.9 (T0), 8.31 (L1), 8.8 (L2), 8.86 (EM1), 8.85 (EM2), Materia orgánica con 36.7 %(T0), 36.24 %(L1), 34.38 %(L2), 31.81 %(EM1), 36.17 %(EM2), Nitrógeno con 1.49 %(T0), 1.62 %(L1), 1.71 %(L2), 1.59 %(EM1), 2.98 %(EM2), Fosforo con 3.36 %(T0), 3.66 %(L1), 3.78 %(L2), 3.78 % (EM1), 3.92 %(EM2), Potasio con 0.5 %(T0), 0.86 %(L1), 0.99 %(L2), 0.69 %(EM1), 0.78 %(EM2), Calcio con 5.30 %(T0), 6.36 %(L1), 7.36 %(L2), 5.48 %(EM1), 8.67 %(EM2), Magnesio con 1.76 %(T0), 1.83 %(L1), 1.94 %(L2), 1.8 %(EM1), 3.03 %(EM2).

Palabras claves: Degradación, compostaje, residuos pecuarios, pilas de compostaje, compost, microorganismos eficaces (EM), levaduras., materia orgánica, etapa de maduración.

ABSTRACT

The investigation, "EFFECT OF THE EM (Effective Microorganisms) AND LEAVES IN THE DEGRADATION OF PECUARIAN WASTE, IN CONDITIONS OF THE FOREST NURSERY LA ESPERANZA 2019", with the objective; To determine the effect of EM (effective microorganisms) and yeasts on the degradation of livestock waste under conditions of the La Esperanza forest nursery; It took place in the Forest Nursery of the Agricultural Agency of La Esperanza, located 2 km from the city of Huánuco. For. The fully randomized experimental method was used with five treatments including the witness: traditional (Witness), yeast (L in 2 doses), and effective microorganisms (EM in 2 doses), with 2 repetitions. The statistical model ANAVA was used. The parameters evaluated at the compost harvest were temperatures of 37.25 °C (T0), 36.12 °C (L1), 34.25 °C (L2), 33.87 °C (EM1), 31.75 °C (EM2), as well as humidity of 54.5% (T0), 53.37% (L1), 51.37% (L2), 44.62% (EM1), 42.87% (EM2), and with a pH of 8.9 (T0), 8.31 (L1), 8.8 (L2), 8.86 (EM1), 8.85 (EM2), Organic matter with 36.7% (T0), 36.24% (L1), 34.38% (L2), 31.81% (EM1), 36.17% (EM2), Nitrogen with 1.49% (T0), 1.62% (L1), 1.71% (L2), 1.59% (EM1), 2.98% (EM2), Phosphorus with 3.36% (T0), 3.66% (L1), 3.78% (L2), 3.78% ((EM1), 3.92% (EM2), Potassium with 0.5% (T0), 0.86% (L1), 0.99% (L2), 0.69% (EM1), 0.78% (EM2), Calcium with 5.30% (T0), 6.36% (L1), 7.36% (L2), 5.48% (EM1), 8.67% (EM2), Magnesium with 1.76% (T0), 1.83% (L1), 1.94% (L2), 1.8% (EM1), 3.03% (EM2).

Keywords: Degradation, composting, livestock waste, composting piles, compost, effective microorganisms (EM), yeasts., Organic matter, maturation stage.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INDICE	

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema de investigación	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO	5
2.1. Historia de microorganismos eficaces	5
2.1.1. Orígenes	5
2.1.2. Microorganismos Eficaces	5
2.1.3. Tipos de microorganismos que conforman el complejo EM	6
2.2. Ventajas de elaboración de compost con la tecnología EM.....	8
2.2.1. Acciones de los EM en el proceso del compostaje.....	9
2.2.2. Beneficios de los microorganismos eficaces en la elaboración del compost	9
2.3. Abonos orgánicos.....	10
2.3.1. Materiales para el compostaje.....	11
2.3.2. Procesos del compostaje	11
2.3.3. Fases del compostaje	14

2.4. Factores físicos químicos en la degradación del compost.....	15
2.5. Características para determinar la calidad del compost	16
2.6. Antecedentes.....	19
2.7. Hipotesis	24
2.7.1. Hipotesis general.....	24
2.7.2. Hipotesis específicos.....	24
2.8. Variables	25

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Tipo y nivel de investigación	26
3.2. Lugar de ejecución	26
3.2.1. Ubicación política.....	26
3.2.2. Posición geográfica	26
3.2.3. Características del clima y zona de vida	27
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	27
3.3.1. Población	27
3.3.2. Muestra.....	27
3.3.3. Tipo de muestreo.....	28
3.3.4. Unidad de análisis	28
3.4. Tratamientos en estudio.....	28
3.5. Prueba de Hipotesis.....	29
3.5.1. Diseño de la investigación.....	29
3.5.1.1. Análisis Estadístico	30
3.5.1.2. Características Del Campo Experimental	30
3.5.1.3. Plano de distribución.....	31
3.5.2. Datos registrados	32
3.5.2.1. Observación física	32
3.5.2.2. Temperatura.....	32
3.5.2.3. Humedad:.....	32
3.5.2.4. Observación química	32
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	33
3.5.3.1. Técnicas bibliográficas.....	33
a. Técnicas bibliográficas.....	33

b. Técnicas de trabajo de campo.....	33
3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información.....	33
a. Instrumentos de recolección de investigación bibliográficas.....	33
b. Instrumentos de recolección de trabajo de campo.....	33
3.6. Materiales, herramientas, insumos y equipos.....	34
3.6.1. Materiales y herramientas.....	34
3.6.2. Insumos.....	34
3.6.3. Equipos	34
3.7. Conducción de la investigación	35
<input type="checkbox"/> Etapas pre-campo	35
<input type="checkbox"/> Adecuación del área experimental	35
<input type="checkbox"/> Activación de microorganismos efectivos (EM-COMPOST)	35
<input type="checkbox"/> Volteo	36
<input type="checkbox"/> Riego	36
<input type="checkbox"/> Compost final	36
<input type="checkbox"/> Observación de las características físicas	37
<input type="checkbox"/> Temperatura	37
<input type="checkbox"/> Humedad.....	37
<input type="checkbox"/> Observación de las características químicas.....	37

CAPITULO IV

RESULTADOS	38
4.1. Parámetros evaluados durante el proceso de compostaje	38
4.1.1. Variación temporal de los parámetros Físicos y Químicos en el proceso de compostaje.....	38
4.1.1.1. Análisis de la varianza TEMPERATURA.....	38
4.1.1.2. Análisis de la varianza HUMEDAD	39
4.1.1.3. Análisis de la varianza pH	40
4.1.1.4. Análisis de la varianza MATERIA ORGANICA	41
4.1.1.5. Análisis de la varianza NITROGENO	42
4.1.1.6. Análisis de la varianza FOSFORO	43
4.1.1.7. Análisis de la varianza POTASIO	44
4.1.1.8. Análisis de la varianza CALCIO	45
4.1.1.9. Análisis de la varianza MAGNESIO.....	46

CAPITULO V

DISCUSIÓN	47
5.1. Respecto al tiempo, temperatura y humedad para la degradación de los residuos pecuarios.....	47
5.2. Respecto al pH, Materia Orgánica, N, P, K, Magnesio y Calcio para la degradación de los residuos pecuarios.	47

CAPITULO VI

CONCLUSIONES	50
---------------------------	-----------

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES.....	51
-----------------------------	-----------

CAPITULO VIII

LITERATURA CITADA	52
--------------------------------	-----------

ANEXOS

ANEXO	57
Anexo 1. Temperatura durante todo el proceso de compostaje.....	61
Anexo 2. Promedio de la temperatura del proceso compostaje.....	61
Anexo 3. Humedad durante todo el proceso de compostaje	62
Anexo 4. Promedio de la humedad del proceso compostaje.....	62
Anexo 5. Resultados del análisis de la primera evaluacion.....	63
Anexo 6. Resultados del análisis de la segunda evaluacion	64
Anexo 7. Resultados del análisis de la tercera evaluacion	65
Anexo 8. Métodos analíticos de los análisis de laboratorio de todas las evaluaciones	66
Anexo 9. Inoculación de la levadura	67
Anexo 10. Inoculación de la levadura	67
Anexo 11. Inoculación de microorganismos	68
Anexo 12. Inoculación de microorganismos	68
Anexo 13. Pila tratamiento EM 1	69

Anexo 14. Pila tratamiento EM 2.....	69
Anexo 15. Monitoreo de la temperatura y humedad	70
Anexo 16. Recojo de muestras para el análisis	70
Anexo 17. Muestras para el análisis.....	71
Anexo 18. Pilas de compostaje cubierto	71
Anexo 19. Cosecha del compost.....	72
Anexo 20. Cosecha del compost.....	72

I. INTRODUCCIÓN

La utilización de abonos orgánicos en la agricultura, representa una alternativa, que contribuye a aminorar los problemas de degradación ambiental, causados por el uso de productos químicos en los distintos cultivos. Con el compostaje, se realiza un uso responsable de los residuos orgánicos producidos en las diferentes actividades productivas. **Torres, L. (2007)**

El estiércol de los animales, en la agricultura es utilizado de forma directa en los suelos, siendo una práctica difundida en nuestro país, pero con esta práctica el estiércol necesita más tiempo para que los elementos nutricionales que contienen en los estiércoles sean asimilados por las plantas, sin embargo, ayuda a mejorar las características físicas del suelo de forma natural y equilibrada. **Avendaño, A. (2003)**

En el distrito de Huánuco existen grandes cantidades de suelos agrícolas que se encuentra abandonados, los pobladores comentan que sus suelos son infértiles ya que no producen de forma adecuada cultivos de importancia económica en nuestro país, tampoco cultivos de pan llevar. Sus suelos se encuentran estériles por el uso indiscriminado de los pesticidas.

Con la investigación **EFFECTO DE LOS EM (*Microorganismos Eficaces*) Y LEVADURAS EN LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS PECUARIOS, EN CONDICIONES DEL VIVERO FORESTAL LA ESPERANZA**, se inocularon microorganismos eficaces y levaduras en los residuos pecuarios con la finalidad de degradar la materia orgánica y producir compost en 47 días, cuyos resultados se ponen a disposición de los productores del ámbito de la región Huánuco que con el uso de estas enmiendas contribuirán a la recuperación de sus suelos y al cuidado del medio ambiente, también producirán productos de mejor calidad que no son dañinos para la salud, con el consiguiente aumento de los ingresos económicos del productor.

1.1. Planteamiento del problema de investigación

La producción de alimentos está regulada de acuerdo al aumento de la población humana a nivel mundial. De todos los alimentos generados por el sector agropecuario, aproximadamente el 40% es de origen animal. Algunos grupos ambientalistas consideran que el sector pecuario tiene gran responsabilidad en el calentamiento global por la generación de contaminantes vertidos al suelo, agua y atmósfera. **Torres, L. (2007)**

En el distrito de Huánuco existen grandes cantidades de suelos agrícolas que se encuentra abandonados por el uso excesivo de pesticidas los cuales se encuentran estériles o infértiles.

El estiércol de los animales en la agricultura es utilizado de forma directa en los suelos, siendo una práctica difundida en nuestro país, pero con esta práctica el estiércol necesita más tiempo para que los elementos nutricionales que contienen en los estiércoles sean asimilados por las plantas, sin embargo, ayuda a mejorar las características físicas del suelo de forma natural y equilibrada. **Avendaño, A. (2003)**

La elaboración de enmiendas orgánicas a base de estiércol pecuarios, usando tecnología de inoculación de microorganismos eficaces y levaduras es una técnica para producir compost con parámetros de calidad en un menor tiempo. **Ocampo et al., (2002).**

Las enmiendas producidas van a contribuir al agricultor en recuperar sus suelos degradados logrando así las características físicas y químicas de un suelo apto para el cultivo, por consiguiente, se producirán plantas de mejor calidad garantizando así mejores oportunidades e ingresos al agricultor. **Meléndez (2003)**

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de EM (microorganismos eficaces) y levaduras en la degradación de residuos pecuarios, en condiciones del vivero forestal La Esperanza 2019?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál será el efecto de los EM (*microorganismos eficaces*) en el tiempo de degradación, mineralización y porcentaje de nutrientes de los residuos pecuarios para la obtención de compost?
2. ¿Cuál será el efecto de las levaduras en el tiempo de degradación, mineralización y porcentaje de nutrientes de los residuos pecuarios para la obtención de compost?

1.3. Justificación

Esta investigación tiene una justificación práctica por lo siguiente:

- **Desde el punto de vista económico**, la elaboración de enmiendas orgánicas a partir de residuos pecuarios ayudara que el agricultor pueda elaborar su propia enmienda orgánica con productos de la zona, para luego ser aplicados en sus suelos infértiles que se encuentra en proceso de degradación. Y esto permitirá al agricultor a ahorrar en la compra de enmiendas orgánicas que se encuentran fuera del Distrito.
- **Socialmente**, los agricultores de la zona del distrito de Huánuco se beneficiaran con el trabajo de investigación, porque con la elaboración de enmiendas orgánicas con residuos pecuarios y con la inoculación de microorganismos eficaces y levaduras ellos obtendrán enmiendas orgánicas de calidad que serán aplicados en sus campos de cultivo para mejorar la infertilidad de sus suelos degradados y por ende llegaran obtener mejores cosechas de sus productos agrícolas de importancia económica y de pan llevar.

- **En la alimentación**, al aplicar enmiendas orgánicas a partir de residuos pecuarios, la inoculación de microorganismos eficaces y levaduras a sus suelos degradados, los agricultores estarán ayudando al suelo a su recuperación resultado que se verá reflejado en las cosechas futuras de sus productos, cuando esto suceda ellos se alimentarán de alimentos sanos libres de pesticidas y también venderán productos de calidad de importancia económica al mercado nacional e internacional.
- **En lo tecnológico**, aportará a los agricultores un nuevo paquete tecnológico en la elaboración de enmiendas orgánicas a partir de residuos pecuarios, inoculando microorganismos eficaces y levaduras, que ayudará a mejorar sus suelos.
- **En el impacto ambiental**, la elaboración de enmiendas orgánicas a partir de residuos pecuarios con la inoculación de microorganismos eficaces y levadura, es amigable con el medio ambiente y ayudará a que los agricultores elaboren y apliquen, para la recuperación de sus suelos degradados y como resultado obtener alimentos sanos libres de pesticidas que causan contaminación ambiental..

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de EM (*microorganismos eficaces*) y levaduras en la degradación de residuos pecuarios en condiciones del vivero forestal La Esperanza.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de los EM (*microorganismos eficaces*) en el tiempo de degradación, mineralización y porcentaje de nutrientes de los residuos pecuarios para la obtención de compost.
2. Identificar el efecto de las levaduras en el tiempo de degradación, mineralización y porcentaje de nutrientes de los residuos pecuarios para la obtención de compost.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia de microorganismos eficaces

2.1.1. Orígenes

EM es una combinación de microorganismos benéficos naturales que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* (bacterias ácido lácticas), *Saccharomices* (levaduras) y *Rhodopseudomonas* (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. Tras graduarse en el Departamento de Agricultura en la Universidad de Ryukyus, se Doctoró en Investigación Agrícola en la Universidad de Kyushu. Inició su carrera docente y de investigación en la Universidad de Ryukyus en 1970. Actualmente es Profesor Emeritus de dicha universidad. Desde comienzo de los años '80 buscaba alternativas naturales frente a los pesticidas químicos para la prevención y control de enfermedades en cítricos. Mediante sus investigaciones aisló y estudió las propiedades de diversos tipos de microorganismos benéficos naturales. Desarrolló medios de cultivo apropiados y accesibles en los cuales logró la coexistencia de un consorcio de microorganismos que potencia las cualidades y beneficios de cada uno de ellos. Esa combinación de microorganismos posee una alta capacidad antioxidante, con una amplia gama de aplicaciones. Los denominó "Microorganismos Eficaces".

2.1.2. Microorganismos Eficaces

Según:

Ramírez, (2006) El Microorganismo eficaz es un producto microbiano multipropósito, el cual contiene varios tipos de organismos vivos.

Abril et al, (2009) define a los microorganismos eficaces como cultura mixta de microorganismos benéficos que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos.

2.1.3. Tipos de microorganismos que conforman el complejo EM

Los Microorganismos eficaces vienen únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficaces.

El producto comercial “EM-Compost” viene en forma inactiva y contiene los siguientes microorganismos:

Según Higa (1997), son una combinación de microorganismos benéficos de origen natural, se describen a continuación:

- **Bacterias Fototróficas**

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes.

- **Bacterias Ácido Lácticas**

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias Fototróficas y levaduras.

El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa,

transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y fundamentalmente sustancias antioxidantes.

A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

Cuando los desechos orgánicos son inoculados con los microorganismos eficaces (EM), se acelera el compostaje por medio de un proceso de fermentación, acelerando significativamente la obtención del abono orgánico.

TABLA 1. Componentes de los microorganismos eficaces.

COMPONENTES DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES		
B. ACIDO LACTICAS	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus casei</i>	2x10 ⁴ ufc/g
B. FOTOTROFICAS (FOTOSINTETICAS)	<i>Rhodopseudomonas palustris</i>	1x10 ³ ufc/g
LEVADURAS	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	1x10 ³ ufc/g

Fuente: Raúl Higa. Representante EM en Córdoba-Argentina

Toalombo (2012), indica que “Los Microorganismos Eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias Fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación o también llamados mohos”

- **LEVADURAS**

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias Fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas.

Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

Mientras que las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas.

Ramírez, (2006). manifiesta por otro lado que las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras para que finalmente los hongos de fermentación actúan descomponiendo la materia orgánica rápidamente y previene la aparición de insectos perjudiciales.

2.2. Ventajas de elaboración de compost con la tecnología EM.

- Abono enriquecido, con mayor contenido de nutrientes en especial Nitrógeno.
- Abono con alto contenido de Microorganismo benéficos.
- Mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo: drenaje y aireación.
- Aumentan la retención de agua en el suelo.
- Aumentan el poder tampón del suelo, reduciendo las oscilaciones de pH.
- Aumentan la CIC del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.
- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular.

2.2.1. Acciones de los EM en el proceso del compostaje.

Thompson (1994), reporta que cuando el sistema de tratamiento de residuos de cosecha y estiércoles poseen un fuerte programa de separación de materia orgánica o cuando el residuo generado es materia orgánica, el uso del EM compost permite la transformación de esta materia en un excelente bioabono. El EM compost, en un proceso de fermentación aeróbico natural, promueve la descomposición acelerada (4 a 6 semanas) y la liberación de sustancias benéficas como nutrientes, vitaminas, aminoácidos, hormonas, enzimas y antibióticos naturales que pueden ser absorbidos directamente por las plantas.

2.2.2. Beneficios de los microorganismos eficaces en la elaboración del compost

- Acelera el proceso de fermentación de los residuos orgánicos y estiércoles entre 4 a 6 semanas.
- Aumenta la disponibilidad de los nutrientes presentes en los residuos orgánicos, principalmente Nitrógeno y Fósforo.
- Enriquece el material con microorganismos benéficos.
- Reduce el costo de transporte de los residuos para el campo, ya que disminuye el volumen.
- Optimiza el espacio físico necesario para la elaboración de abonos orgánicos y consecuentemente, disminuye el uso de maquinarias y reduce los costos de infraestructura para el aprovechamiento de los residuos.
- Elimina el mal olor de las instalaciones y la presencia de moscas.
- Es una alternativa sumamente barata para el manejo del estiércol y otros residuos.

¿Los Microorganismos Eficaces utilizados para procesos de compostaje son los mismos que se utilizan para sistemas agrícolas y pecuarios?

Higa (1997), indica que los EM usados para procesos de compostaje si son los mismos que se utilizan en diferentes sistemas agrícolas y pecuarios debido a que las diversas especies que se encuentran involucradas en estas biotecnologías sintetizan múltiples compuestos bioactivos de gran importancia en los diferentes sistemas y aplicaciones; es así que las *Rhodopseudomonas palustris* tiene la capacidad de sintetizar enzimas que actúan en la degradación de grandes compuestos presentes en la materia orgánica como la celulosa, también tienen la capacidad de sintetizar fitohormonas (AG, AIA) que son de gran importancia para la nutrición de las plantas, y capaces de sintetizar aminoácidos esenciales (metionina, leucina y lisina) importantes en la dieta alimenticia de los animales.

2.3. Abonos orgánicos

Soto (2003) Estos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosechas que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales.

Jeavons (2002) afirma. “Los abonos orgánicos incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos”.

Calaña y Paneque (2004) afirman “Las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen”.

Meléndez (2003) afirma “Los abonos orgánicos son utilizados para mejorar y fertilizar los suelos agrícolas”.

2.3.1. Materiales para el compostaje

Torres, L. (2007) el compostaje requiere del suministro de desechos orgánicos, que por su origen se clasifican como:

- **Domésticos**, esta categoría considera materiales residuales de la preparación de comidas (partes de frutas, verduras, cascara de huevos entre otros y desechos de origen animal carne, piel, sangre, huesos entre otros).
- **De jardín**, incluye los restos de cultivos de las huertas, flores muertas, tallos, pastos y hojarasca.
- **Sub productos agrícolas**, los más utilizados son los residuos de cosecha de prácticamente de todo cultivo por ejemplo arroz, trigo, cebada, maíz, caña de azúcar frijol, plátanos entre otros, incluyendo cascarillas y salvados obtenidos de la molienda o lavados.
- **Desechos de animales**, los estiércoles, orina y deyecciones de todo tipo de animales son excelente para el compostaje ya que contiene un alto porcentaje de nutrientes.
- **Forestales**, los restos de los árboles, hojas caídas son fuente importante de material para la elaboración de compostas. Estos desechos contienen grandes cantidades de celulosa y lignina que se descomponen parcialmente en la pila de compostaje y continúan mineralizándose en el suelo después de aplicados.
- **Desechos urbanos y agroindustriales**, constituyen la fracción biodegradable de la basura como cartón, papel, residuos finos de comida y fibras naturales y residuos que proceden de la industria tales como hortalizas cacao, café, arroz, maíz tigre, etc.

2.3.2. Procesos del compostaje

Torres, L. (2007) cuando no se cuenta con una mezcla adecuada de desechos orgánicos, el proceso de composteo es lento y producto final es un material de baja calidad. Para evitar esto, se pueden adicionar otros

materiales que mejoren la composición química y la estructura de las pilas. Estos materiales son:

- **Activadores**, son sustancias que estimulan la descomposición; contienen gran cantidad de proteínas y aminoácidos, como son los estiércoles y los desechos orgánicos en general; en este grupo figuran el sulfato de amonio, la urea y otros fertilizantes nitrogenados comerciales.
- **Inoculantes**, estos son cultivos especiales de bacterias o medios donde se encuentran los organismos encargados de la composición de la materia orgánica entre estos se pueden señalar a las bacterias de género *Azotobacter*, a la composta madura, la fosforita molida, el fosfato de calcio y la tierra, entre otros.
- **Enriquecedores**, son fertilizantes comerciales incorporados al proceso; la cantidad de nutrientes obtenidos en la composta se mejora obteniéndose un mejor producto para las plantas.

Avendaño, A. (2003) menciona que es la unión de restos orgánicos que sufren una transformación a través de la oxidación biológica secuencial que convierte materia orgánica heterogénea en un producto homogéneo. Es una descomposición que ocurre bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación realizada por microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetes), que liberan energía por la actividad metabólica y, gracias a una serie de reacciones bioquímicas, agua, anhídrido carbónico y sales minerales.

Becerra (1994) indica que consiste en la mezcla de restos vegetales y estiércoles con el propósito de acelerar el proceso de descomposición natural de los desechos orgánicos por una diversidad de microorganismos, en un medio húmedo, caliente y aireado que da como resultado final un material de alta fertilidad.

Haug (1993) define el compostaje como la descomposición y estabilización biológica de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y que puede ser aplicado de forma beneficiosa al suelo.

Dalzell et al. (1987), en los desechos orgánicos utilizados en el proceso de compostaje, normalmente se encuentran una serie de microorganismos, tales como bacterias, hongos y actinomicetos, capaces de llevar a cabo los procesos de degradación de las sustancias complejas y síntesis bioquímica de nuevas sustancias

Hoitink et al. (1993), otros factores ambientales, como el sistema de compostaje usado, el porcentaje de humedad del compost y la composición del sustrato, pueden afectar las poblaciones microbianas, principalmente microorganismos mesofílicos, después del pico de calentamiento en el proceso de compostaje. En las trincheras o pilas de acumulación del estiércol fuera de los corrales puede promoverse la producción de compost. En ese caso será necesario mantener las condiciones de aireación y humedad adecuadas. El compost producido puede ser utilizado como fertilizante orgánico por la propia empresa o vendido a terceros, Jones et al., (1995).

Sweeten et al. (1988) para lograr una esterilización efectiva de patógenos es necesario lograr que la temperatura se eleve a por lo menos 55°C durante 3 días consecutivos o a 53°C por 5 días. Temperaturas de 60 a 70°C serían ideales para eliminar la mayoría de la flora potencialmente patógena y las semillas de malezas. La temperatura debe ser monitoreada a aproximadamente 60 cm de profundidad en la pila, para asegurarse que el efecto térmico sobre la flora patogénica es el deseable.

En tal sentido, el proceso de compostaje contribuye a la protección de la salud y la prevención del deterioro de los recursos naturales, reduciendo el volumen de residuos (material a compostar) y aumentando la estabilidad del producto final.

2.3.3. Fases del compostaje

En todo proceso de compostaje se pueden diferenciar por lo menos dos fases: la fase de descomposición y la fase de maduración (Soliva, 2001).

- **Fase de descomposición**

La descomposición es un proceso de simplificación donde las moléculas complejas se degradan a moléculas orgánicas e inorgánicas más sencillas. Es un proceso exotérmico debido principalmente a la actividad biológica. La etapa de descomposición se compone de dos fases, una fase mesófila con temperaturas hasta los 45°C, y una fase termófila con temperaturas que pueden llegar a los 70°C. Esta fase es muy importante, ya que, al alcanzarse temperaturas tan elevadas, se consigue uno de los objetivos principales del compostaje: eliminar los microorganismos patógenos y las semillas de malas hierbas, con lo que se asegura la higienización del producto final. La higienización tiene que conseguir tres objetivos: prevenir el crecimiento y la diseminación de patógenos, destruir los que hay presentes, y producir un producto final no recolonizable por patógenos. La fase termófila se caracteriza por un elevado consumo de oxígeno y la liberación de una gran cantidad de energía por parte de la población microbiana.

Las proteínas pasan a péptidos, aminoácidos y amoníaco y, progresivamente la mezcla se va alcalinizando. En función de las condiciones de temperatura, humedad y pH, el amoníaco estará en equilibrio con el ión amonio. Para evitar posibles pérdidas de amoníaco, favorecidas por los volteos y las elevadas temperaturas que se alcanzan, conviene sobre todo en esta fase controlar las condiciones de proceso.

- **Fase de maduración**

Se compone también de dos fases, **una fase de enfriamiento**, con temperaturas que van desde los 40°C a temperatura ambiente, y **una fase de estabilización**, que se desarrolla a temperatura ambiente y

que se caracteriza por una baja actividad microbiana y por la aparición de organismos superiores.

Durante esta etapa se genera mucho menos calor y el pH se mantiene ligeramente alcalino. En esta fase, los microorganismos mesófilos y algunos tipos de micro fauna colonizan el compost que está parcialmente maduro. Además, se genera una intensa competición por el alimento, la formación de antibióticos y la aparición de antagonismos, para finalmente obtener un producto más o menos estable según la duración de la fase.

2.4. Factores físicos químicos en la degradación del compost

a. Tiempo

Ocampo et al., (2002). La duración del compostaje depende de muchos factores como: los materiales utilizados, temperatura, humedad, frecuencia de volteo, aireación y requerimientos de uso. Un contenido de humedad adecuado, así como una correcta relación C/N sumada a una aireación frecuente asegura acortar lo máximo posible el periodo de compostaje.

Ocampo et al., (2002). El proceso de compostaje no se detiene en un punto en particular, los materiales siguen siendo degradados hasta que los últimos nutrientes sean consumidos por los organismos remanentes y hasta que prácticamente todo el carbono sea convertido en CO₂

b. Temperatura

Carrasco, (2009). Es un parámetro muy usado para estimar si el proceso de compostaje está teniendo lugar de forma adecuada, así como para saber la velocidad a la cual se realiza dicho proceso. Al iniciarse el proceso de compostaje, la temperatura se eleva a medida que va aumentando el número de microorganismos mesófilos estimulado por la elevación de temperatura; esta elevación de temperatura puede llegar hasta niveles inhibidores para estos microorganismos y surge, en su lugar, una población microbiana termófila, que sigue dando lugar a nuevas elevaciones de

temperatura, hasta que a temperaturas muy altas la actividad metabólica, incluso termófila, empieza a disminuir.

c. Humedad

Castro, (1995). El contenido óptimo de humedad de los materiales para el compostaje es 50-60%. Cuando el contenido de humedad está por debajo del 30% en peso, las reacciones biológicas en una pila de compost se retardan considerablemente y la elevación de temperatura se limita; por debajo del 12% cesa prácticamente toda actividad biológica, siendo el proceso extremadamente lento. En contraste una humedad superior al 60% causa la saturación de la materia orgánica, todos los espacios vacíos son ocupados por el agua, desencadenando olores desagradables, descenso de la temperatura, lavado de nutrientes y prevalecen condiciones anaeróbicas.

d. Potencial de Hidrógeno (pH)

Tchobanoglous, (1994). El valor del pH óptimo para el compostaje está entre 6.5 y 8.0. Si el grado de descomposición no es adecuado, el pH puede caer a valores entre 4 a 5, retrasándose el proceso.

Moretti, 1986). El pH del material fermentado varía en el Desarrollo del proceso así: durante los primeros días del compostaje el pH cae a 5 o menos. Durante esta etapa el material se encuentra a temperatura ambiente, comienza la reproducción de microorganismos mesofílicos y sube rápidamente la temperatura. Entre los productos de esta etapa inicial están los ácidos orgánicos simples que causan la caída del pH. Después de aproximadamente tres días, la etapa llega a la temperatura termofílica y el pH debe subir de 8 a 8.5 unidades. El pH cae ligeramente durante la etapa de enfriamiento y llega a un valor entre 7 a 8 en el compost maduro.

2.5. Características para determinar la calidad del compost

En el Perú las enmiendas orgánicas son aplicadas en la agricultura hace más de una década; pero no han sido caracterizadas. Debido a esto, los agricultores tienen incertidumbre en relación a las cantidades de nutrientes que aplican a sus cultivos. Las principales materias primas para la elaboración de abonos orgánicos son: gallinaza, guano de pollo, estiércol (vacuno, equino

y ovino), pulpa de café, cascara del cacao, restos de cultivos y tierra de bosque.

Castellanos (1982) menciona que, otro aspecto que aporta a la idea de sustentabilidad es que los estiércoles no sólo proveen nutrientes, sino que particularmente cuando su uso es prolongado- suelen ejercer acciones positivas sobre un variado conjunto de propiedades edáficas. Fundamentalmente, porque pueden introducir mejoras considerables en el contenido y en la calidad de la materia orgánica. Los tenores orgánicos de estos materiales son variados y fundamentalmente están en relación con la especie animal, con la alimentación del ganado y con el medio en donde los mismos se acumulan y recogen.

Hoitink y Kuter (1986). En la calidad final de la composta intervienen factores como tipo de sustrato (residuos orgánicos) y los que manipula el hombre (aireación, humedad, pH, temperatura).

Los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos; esto es, ha apoyado al desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobrepeso por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud.

Noriega (1998) la calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Lasaridi et al. (2006). Según Leblanc et al., (2007) la calidad de un abono orgánico se determina a partir de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo.

Norma IRAM (2007) la selección de los parámetros depende del uso futuro del compost y de sus requisitos. Algunos parámetros se pueden

determinar en campo (como la temperatura, el color y el olor) mientras que otras determinaciones se realizan en laboratorio.

Tabla2. Condiciones orientativas de estabilidad que caracterizan a un compost terminado

Parámetros físicos	Condición de estabilidad	Observaciones
Olor	Ausencia de olor desagradable	Olor similar a la tierra húmeda
Color	Marrón oscuro a negro ceniza	
Temperatura	Temperatura ambiente, estable	La temperatura no varía con el volteo del material
Humedad	Menor que 40%	
Parámetros químicos	Condición de estabilidad	Observaciones
Relación C/N (en fase sólida)	Menor que 20	Valor ideal próximo a 15
pH	Entre 7 y 8.5	
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	$75 \text{ cm}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{meq } 100^{-1} \text{ g}$)	La CIC aumenta con el grado de estabilidad de la materia orgánica
Conductividad eléctrica	Menor que $3 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$	
Fósforo	0,15% a 1,5%	
Nitrógeno	Mayor que 2%	

La calidad final de un compost está influenciada por el tipo de material que se composta, por el desarrollo del proceso de compostaje, por la procedencia del material, por el tipo de recogida, si se realiza o no alguna selección adicional en planta, y por el tratamiento del residuo (tipo de tecnología, equipamiento, funcionamiento, organización y seguridad en el trabajo).

Soliva (2001). La calidad no solamente se ha de controlar en el producto final, ya que ésta dependerá totalmente de los controles que se realicen tanto en las materias primas, como durante el proceso y en el producto final. Normalmente la calidad del compost se relaciona más con la ausencia de contaminantes, un aspecto aceptable y un producto de fácil aplicación, que con el contenido en materia orgánica estabilizada y Fito nutrientes. De todas formas, el compost final debe presentar un aspecto y un olor aceptables, una higienización correcta y un nivel bajo de impurezas y contaminantes.

2.6. Antecedentes

FUENTES et al (2010), publica un artículo titulado “Aceleración del proceso de compostaje de residuos post-cosecha (pulpa) del café con la aplicación de microorganismos nativos”, donde el objetivo principal de este trabajo es disminuir el tiempo de compostaje a 40 días, con consorcios bacterianos.

Fueron elaboradas 4 camas composteras con 175 Kg a cada una de las camas incluyendo el testigo. Donde se aislaron e identificaron ocho cepas de bacterias que se utilizaron en el proceso de compostaje.

Como resultados se lograron obtener una relación C/N de 9,6 %, en la primera cama y 10 % de relación C/N en la segunda cama y en la cama 4 con una relación de 9,5 %, ya que se demostró una eficiente higienización del compost obtenido.

RIVERA en Lima (2011), realizó su tesis titulada “Evaluación de microorganismos eficaces en procesos de compostaje de residuos de maleza”, en el distrito de Puente Piedra-Zapallal Lima-Perú”. Con el propósito de evaluar diferentes contenidos de sustratos orgánicos, aplicando activadores biológicos para comparar la eficiencia de los 2 métodos.

El autor utilizó un diseño experimental, con prueba de Fisher (nivel de confiabilidad del 95% al 99) y el ANAVA. para el análisis de los datos obtenidos empleo el paquete estadístico SPSS.

En la evaluación del compost final se obtuvo excelentes concentraciones de materia orgánica y elementos nutricionales. En el análisis se obtuvieron

resultados óptimos para el método con activadores biológicos con 1.8% de N, 2.28% de P y 2.56% de K. donde el método tradicional obtuvo valores de 1.69% de N, 2.12 % de P y 2.41% de K.

HURTADO en Colombia (2014), con su tesis titulada “Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos”, para su titulación de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente; para demostrar la eficiencia de degradadora de los activadores biológicos sobre los compuestos orgánicos y el estiércol de conejos, porcinos y bovinos.

Para el análisis estadístico utilizo el ANOVA y DUNCAN, utilizando un diseño completamente al azar con quince tratamientos y tres repeticiones. En los resultados se obtuvieron la reducción de maduración, comparando los dos tratamientos con aplicación de microorganismos y sin microorganismos, donde hubo una reducción en el tratamiento de Porcinaza en 40 días y el tratamiento de Conejaza en 55 días.

AZURDUY et al (2014), con su tesis titulada “Evaluación de Activadores Naturales para Acelerar el Proceso de Compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo”; con el objetivo de evaluar las diferentes dosificaciones de microorganismos en los tratamientos.

El autor instalo pilas compostera que tuvieron las siguientes dimensiones de 3 metros de largo, 1.5 de ancho con una altura de 1.5m. la investigación conto con 7 tratamientos y tres repeticiones.

Los resultados mostraron que el tratamiento 1 el mejor acelerador del proceso de compostaje consiguiendo transformar la materia orgánica en un 50 % y el T5 redujo un 52 %. en los análisis físicos, químicos y microbiológicos se dedujeron que el compost es de buena calidad. En el análisis económico se mostró que los tratamientos generan mayores beneficios económicos que el tratamiento convencional.

ILIQÚIN en Chachapoyas (2014), con su tesis titulada “producción de compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas aplicando los métodos takakura y em-compost en el distrito de Chachapoyas, región amazonas”, En la presente investigación tuvo como

objetivo la producción de abono orgánico con dos métodos de Takakura y Em-compost.

Para el análisis se empleó un experimento de un factor con diseño Completamente al Azar con 3 repeticiones, por unidad experimental; para el análisis estadístico utilizó la prueba de Dunnet al 0.05 %.

Se obtuvo un mejor tiempo de maduración con el método Takakura de 57.67 días promedio, pero con una diferencia significativa de 62 días promedio con el Em- compost. Los resultados muestran que el Em-compost contiene mejores valores de contenido de elementos nutricionales con un 13.29% de C, 1.31 %N, 0.54%P, 23.93% M.O, relación C/N 10.12, densidad aparente 468.37 kg/m³, pH 7.5, conductividad eléctrica 5.02 dS/m, humedad 53,77%, porosidad 87.98% y un mejor rendimiento de 19.90 %.

RAMOS en la provincia de Satipo (2015), con su tesis titulada “evaluación de diferentes sustratos de materias orgánicas y con microorganismos eficientes en la preparación de compost, en la zona de Pangoa - Perú”; con el Objetivo de observar los efectos de los microorganismos eficaces(EM), en el proceso de compostaje, utilizando residuos orgánicos como el tallo del plátano, aserrín, estiércol de vaca, pulpa de café y gallinaza.

El autor empleo el análisis de varianza ANAVA y TUKEY al 95%, utilizando bloques completamente ala azar con 18 tratamientos y 2 repeticiones, incluyendo el testigo.

Como resultado se obtuvieron la reducción del pH de 7,59 a 7,27 y la reducción del tiempo de obtención del compost de 89 a 76 días con el método de aplicación de microorganismos, además el contenido de nitrógeno estuvo dentro del rango.

RAFAEL en HUANCAYO (2015), con su tesis titulada “proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, SAPALLANGA – HUANCAYO”; Tiene como objetivo indagar y explicar fenómenos como el efecto del proceso y aplicación de dosis del producto EM en la calidad del compost la que está determinada por sus características físicas, químicas y microbiológicas.

El diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x3, 2 tipos de procesos de producción de compost (tradicional y mecanizado) y 3 (dosificaciones con el producto EM; 0%, 5% y 10%). Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15 para la parte estadística.

Como resultado se obtuvo una temperatura de 31.78° C, humedad de 62.51%, de color 2.61 correspondiente a un marrón oscuro, el olor 2.44 que corresponde un olor más agradable ; El tamaño de las partículas obtuvo un promedio total 89.36% de 10 a 16 mm; pH se obtuvo valores alcalinos con un promedio total de 8.72; La relación de C/N un valor promedio de 12.21; La materia orgánica obtuvo un valor más alto con 59.8%(10% de EM); La conductividad eléctrica no estuvo dentro de los rangos adecuados; Los macro elementos y micro elementos obtuvieron valores dentro del rango establecido en la NCh 2880 a excepción del calcio; Los metales pesados obtuvieron valores adecuados dentro de la norma NCh 2880 ; coliformes totales y fecales presentan valores adecuados para su uso a excepción del tratamiento de proceso mecanizado sin dosificación.

SORIANO en Huancayo (2016); con tesis titulada “tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de microorganismos eficaces-concepción”; con la finalidad de presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de comprobar la efectividad de los microorganismos eficaces en la reducción del proceso de compostaje y la calidad del producto obtenido.

Se empleó Análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 95% de confianza. Utilizando un diseño experimental con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

El compost final se obtuvo en 43 días; donde los Tratamiento obtuvieron valores que se encuentran dentro de los parámetros generales, excepto el contenido de metales y la conductividad eléctrica que se encuentran fuera del rango establecidos por la norma 503(EPA), norma técnica colombiana 5167 y la Organización Mundial de la Salud.

TINCO y VASQUEZ en Lima (2016), realizaron su tesis titulada “compostaje con residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus*) usando tres tipos de estiércol y microorganismos caseros efectivos”, con el fin de evaluar las ventajas y desventajas al aplicar microorganismos eficientes (EM), en el proceso de compostaje de residuos de rastrojos y diferentes extractos orgánicos.

Como resultado se obtuvieron valores de 70.59% de peso, 68.97% de peso y 68.21% de peso en los tres tratamientos, en los resultados de germinación se obtuvieron porcentajes mayores en el tratamiento con gallinaza con 85 % y Caballo 90%.

CABRERA y ROSSI en Lima (2016), realizaron su tesis titulada “propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores”; el trabajo de investigación tuvo el objetivo de dar solución al manejo adecuado de los residuos orgánicos de las actividades de jardinería.

CRUZ en Costa Rica (2016), con su tesis titulada “aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando microorganismos eficientes de montaña (MEM) aislados de dos bosques secundarios de costa rica”, con el objetivo de obtener compost, aplicando activadores biológicos en el proceso de compostaje de residuos domésticos.

Se desarrollaron 10 tratamientos totales dividiéndose en 2 métodos la primera en condiciones aerobias y el segundo -en condiciones anaeróbicas con el fin de observar los efectos de microorganismos eficientes (EM), en el proceso de compostaje. Demostrando al final mejor efectividad en condiciones anaerobias.

Como resultado se demostró que todos los tratamientos a los que se aplicó Microorganismos eficientes (EM), no generaron olores, sin embargo, los tratamientos que no se les adicionó EM, manifestaron mayor humedad y presencia de moscas.

GARCIA en Chiclayo (2018) con su Tesis titulada Calidad y tiempo de obtención del compost aplicando microorganismos eficientes en la Universidad Cesar Vallejo, filial-Chiclayo, ubicada en el departamento de Lambayeque, distrito de Pimentel, con el objetivo de determinar la calidad y tiempo de obtención del compost a partir de residuos de poda(césped), recolectadas dentro del campus de la universidad, aplicando microorganismos eficientes(em-compost); para la investigación se instalaron 15 pilas composteras al aire libre, se utilizaron dos métodos: el método tradicional que consistió en la mezcla de residuos de poda (césped) y estiércol de vacuno más agua con melaza y el método con microorganismos eficientes(EM), donde se aplicaron dosificaciones de 1000 ml ,500 ml y 250 ml a la mezcla de residuos de poda (césped) y estiércol vacuno.

Para la investigación se empleó el método experimental completamente al AZAR con cuatro tratamientos incluyendo el testigo y cuatro repeticiones. Se empleó el modelo estadístico ANOVA. los parámetros evaluados del compost maduro como la humedad obtuvo valores de 49.13(CEM) y 37.76(SEM), relación C/N con 13.90%(SEM) y 12.84%(CEM), pH con 8 (CEM) Y 7 (SEM), Conductividad eléctrica de (CEM) Y (SEM), Materia Orgánica de 39.80%(CEM) y 32.76%(SEM), N con 1.48%(CEM) y 1.66% (SEM), P con 1.18(CEM) y 1.26(SEM), k con 1.10%(CEM) y 0.85%(SEM), Ca con 0.76 %(CEM) y 0.37 %(SEM),

2.7. Hipotesis

2.7.1. Hipotesis general

Si aplicamos EM (*microorganismos eficaces*), y levaduras entonces tendremos efectos significativos en la degradación de residuos pecuarios en condiciones del vivero forestal La Esperanza

2.7.2. Hipotesis específicos

1. Si aplicamos EM (*microorganismos eficaces*) en la degradación de los residuos agropecuarios para la obtención de compost **entonces** tendremos **efectos significativos** en la reducción del tiempo, aumento mineralización y porcentaje de nutrientes.

2. Si aplicamos levaduras en la degradación de los residuos pecuarios para la obtención de compost **entonces** tendremos **efectos significativos** en la reducción de tiempo, aumento de mineralización y porcentaje nutrientes.

2.8. Variables

Cuadro 1. Variables e indicadores

VARIABLES		INDICADORES
INDEPENDIENTE	Microorganismos Eficaces Levaduras	T0 Testigo Convencional Con Residuos Pecuarios T1 Residuos Pecuarios Con EM 1 T2 Residuos Pecuarios Con EM 2 T3 Residuos Pecuarios Con L 1 T4 Residuos Pecuarios Con L 2
DEPENDIENTE	Características Físicas Y Químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Temperatura • Olor • Color
		<ul style="list-style-type: none"> • Nitrógeno • Fosforo • Potasio • Materia orgánica • Ph • Calcio • Magnesio
INTERVINIENTE	Condiciones climáticas	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad • Precipitación

Fuente: Elaboración propia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

Es aplicada porque se recurrirá a los principios de la ciencia sobre el uso de microorganismos eficaces y Levaduras para mejorar las características físicas y químicas de las enmiendas orgánicas en condiciones climáticas del vivero Forestal La Esperanza, para recomendar así el uso de enmiendas orgánicas de buena calidad elaborados con los propios insumos de la zona, aplicándolos en sus suelos degradados como enmiendas orgánicas.

Nivel de investigación

Es experimental porque se manipulará la variable independiente (Microorganismos Eficaces y Levaduras), se medirá la variable dependiente (características físicas y químicas) y se comparará con el testigo (sin aplicación de Microorganismos Eficaces y Levaduras)

3.2. Lugar de ejecución

La presente investigación se llevó acabo en el Vivero Forestal de la Agencia Agraria de La Esperanza, situado a 2 km de la ciudad de Huánuco.

3.2.1. Ubicación política

Región : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Amarilis
Lugar : La Esperanza

3.2.2. Posición geográfica

Latitud sur : 09°51'45"
Latitud oeste : 76°09'01"
Altitud : 1920 msnm

3.2.3. Características del clima y zona de vida

- **La biotemperatura está comprendida entre los 16°C a 28°C**, la humedad relativa esta entre 60%-70%, el clima es templado con un promedio de precipitación por año de 500 a 1000mm.
- **Según el sistema de clasificación de las formaciones vegetales o zona de vida natural del mundo**, La esperanza (Amarillis-Huánuco) está ubicado en la formación vegetal o zona de vida monte espinoso Pre Montano Tropical (me – PMT).
- Se reportaron los siguientes datos meteorológicos durante el tiempo de investigación, indicados en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Datos Meteorológicos Periodo Mayo – Julio 2019.

MESES		MAYO	JUNIO	JULIO
CLIMA				
PP mm		3.4	2.6	3.8
T°	Max	28.1	27.5	28.3
	Min	16.2	15.6	16.4
H° R° %		70	63	60
Evaporación (m.m)		89.3	97.6	93.8
Veloc. de Vto. M/SEG		3.9	3.8	4.3

FUENTE: SENAMHI – HUANUCO, 2019.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

Estuvo constituido por 4 pilas composteras con la aplicación de microorganismos eficaces, 4 pilas composteras con aplicación de Levaduras, más 2 testigos (sin aplicación de microorganismos eficaces y Levaduras) en el área experimental.

3.3.2. Muestra

Por cada pila compostera se tomaron 1kg. de las muestras y esto se realizó en tres etapas. A los 7 días, 31 días y 47 días para su respectivo análisis físico y químico.

3.3.3. Tipo de muestreo

Probabilístico estadístico porque todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

3.3.4. Unidad de análisis

Está constituido por las pilas de cada compostera.

3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos fueron 5 incluyendo 1 testigo, como se detalla en la tabla

- Tratamiento 0 (testigo To), se añadieron 600 kg de residuos pecuarios más 18 litros de agua.
- Tratamiento 1 (EM1), se añadieron 600 kg de residuos pecuarios y se aplicó 1 litro de EM activado más 1/2 litro de melaza en 18 litros agua.
- Tratamiento 2 (EM2), se añadieron 600 kg de residuos pecuarios y se aplicó 2 litros de EM activado más 1/2 litro de melaza en 18 litros agua.
- Tratamiento 3 (L1), se añadieron 600 kg de residuos pecuarios y se aplicó 100 gramos de levadura activado más 1/2 litro de melaza en 18 litros agua.
- Tratamiento 4 (L2), se añadieron 600 kg de residuos pecuarios y se aplicó 200 gramos de EM activado más 1/2 litro de melaza en 18 litros agua.

Tabla 3: Tratamientos para las pilas de compostaje

TRATAMIENTOS	MEZCLA	DOSIS DE EM	DOSIS DE LEVADURA
T0	Residuos Pecuarios + Agua	0	0
EM1	Residuos Pecuarios + Agua + Melaza +	1 LITRO	0
EM2	Residuos Pecuarios + Agua + Melaza +	2 LITROS	0
L1	Residuos Pecuarios + Agua + Melaza +	0	100 g.
L2	Residuos Pecuarios + Agua + Melaza +	0	200 g.

Fuente: Elaboración propia.

La aplicación de los tratamientos se aplicó en cada volteo por semana durante todo el proceso de compostaje.

3.5. Prueba de Hipotesis

3.5.1. Diseño de la investigación.

El presente trabajo contempla la implementación y evaluación de 5 tratamientos: tradicional (Testigo), levadura (L en 2 dosis), y microorganismos eficaces (EM en 2 dosis), con 2 repeticiones.

El diseño experimental fue de Completamente al Azar, donde cada unidad experimental estuvo compuesta por 1 pila de compost de 1.80 m de ancho por 1.20 m de largo y 1.20 m de alto y con un peso de 600 kilos.

a). Esquema del Análisis de Variancia:

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamiento	(t-1) 4	$\sum[(Y^2./r - Y^2.)/(tr)]$	SCtrat/gl trat	CMtrat/CMerror	
Error	t (r-1) 5	SCtotal - SCtrat	SCerror/gl error		
Total	(t. r)-1 9	$\sum\sum[(Y_{ij} - Y^2.)/(tr)]$			

b). **Modelo aditivo Lineal** que le corresponde al diseño es como sigue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta a evaluar: según aplicación de tres métodos de elaboración del compost: Tradicional, Microorganismos Eficaces y Levadura, en la calidad del compost por la actividad microbiana.

U = Media general de la población

T_i = Efecto de los tratamientos: Tradicional, Microorganismos Eficaces y Levadura.

E_{ij} = Error experimental o residual

3.5.1.1. Análisis Estadístico

El análisis estadístico se efectuó a través del análisis de varianza, y las diferencias entre medias de los tratamientos se determinaron por la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Todos los análisis se realizaron con el software estadístico InfoStat profesional 2019.

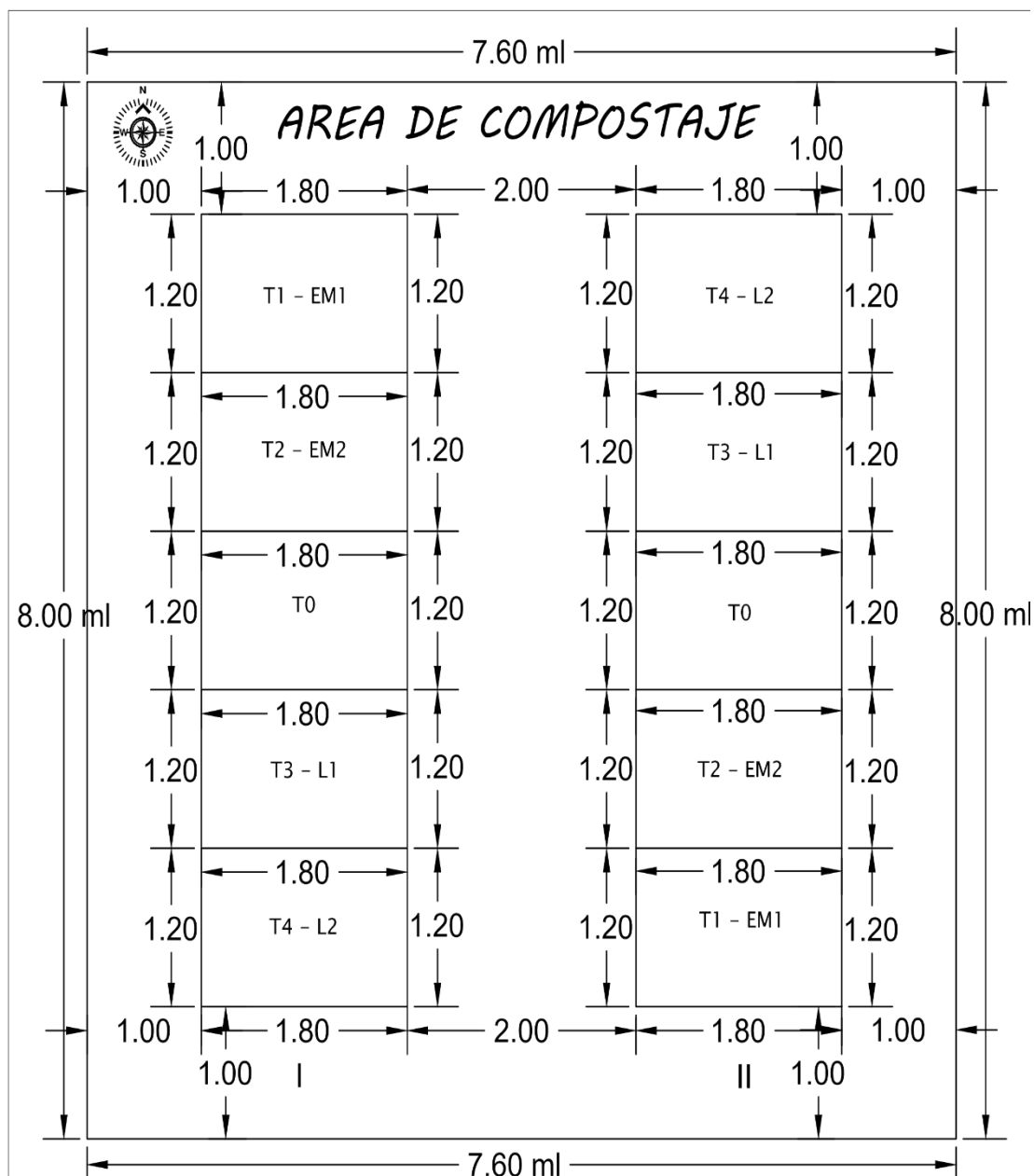
3.5.1.2. Características Del Campo Experimental

Cuadro 3. Descripción del campo experimental

- Número de unidades experimentales	:	10
- Peso de cada una de las pilas	:	600kg
- Peso de todas las pilas composteras (UE)	:	6000kg
- Forma de las pilas compostera (UE)	:	Montículo
- Alto de las unidades de la pila compostera	:	1.20 m.
- Ancho de las unidades de la pila	:	1.80 m.
- Largo	:	1.20 m.
- Área de las unidades de la pila compostera		2.16 m ²
- Área total de las pilas composteras (UE)	:	21.6 m ²
- Distanciamiento entre pilas y camino	:	1. m.
- Distanciamiento entre hileras	:	2 m.
- Ancho	:	7.60 m.
- Largo	:	8.00 m.
- Área total del campo experimental	:	60.8m ²

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.3. Plano de distribución



LEYENDA	
T0	Testigo
T1	Tratamiento n°1 con 1 litro EM
T2	Tratamiento n°2 con 2 litros EM
T3	Tratamiento n°3 con 100 g de levadura
T4	Tratamiento n°4 con 200 g de levadura
I - II	Bloques y Repeticiones

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN			
Proyecto: EFECTO DE LOS EM (Microorganismos Eficaces) Y LEVADURAS EN LA DEGRADACION DE RESIDUOS PECUARIOS, EN CONDICIONES DEL VIVERO FORESTAL LA EZPERANZA 2019			
Plano: DISTRIBUCION DE LAS PILAS DE COMPOSTAJE			
Diseño: FERRER HILARIO, Maxwell Amador	Ubicación: Región: HUANUCO Provincia: HUANUCO Distrito: AMARILIS Localidad: ESPERANZA	Fecha: MAYO 2019	Código: DPC-01
Dibujo en Cad: M.A.F.H.		Escala: 1/50	

3.5.2. Datos registrados

3.5.2.1. Observación física

Las mediciones de los parámetros como son temperatura y humedad se realizaron inter diario durante 7 semanas; los volteos se realizaron 1 vez por semana.

3.5.2.2. Temperatura

El monitoreo de la temperatura se realizó inter diario. Para determinar la temperatura se utilizó la lectura de un termohigrómetro digital a una profundidad de 10, 25 y 30 cm en cada una de las pilas composteras, la medición de la temperatura se realizó los días (20 Mayo, 22, 24, 26, 28, 30, 1Junio, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25,27,29,1 Julio, 3, 5), durante todo el proceso de compostaje.

3.5.2.3. Humedad:

Para el control del contenido de humedad, se utilizó la lectura de un termo higrómetro digital a una profundidad de 10, 25 a 30 cm en cada una de las pilas composteras, la medición de la temperatura se realizó los días (20 Mayo, 22, 24, 26, 28, 30, 1Junio, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25,27,29,1 Julio, 3, 5), durante todo el proceso de compostaje.

3.5.2.4. Observación química

Se realizó el análisis químico de la mezcla de los residuos pecuarios (vacunos, equinos, cuyes y gallinaza) en tres etapas; a la semana del inicio del proyecto, a los 31 y 47 días, y se analizaron los siguientes parametros cantidad de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica; Para lo cual se tomaron muestras de 1.00 kg por pila del área neta experimental, los cuales se analizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.5.3.1. Técnicas bibliográficas.

- a. Técnicas bibliográficas.
 - **Análisis documental**, esta técnica bibliográfica, permitió recopilar o buscar los datos en documentos, fuentes escritas o graficas de todo tipo, como documentos académicos y personales.
 - **Análisis de contenido**, esta técnica bibliográfica se utilizó para hacer inferencias válidas y confiables de datos respecto a su contexto. fueron libros, artículos, conversaciones.
 - **Fichaje**, esta técnica bibliográfica, nos permitió registrar aspectos esenciales de los materiales que leemos, el cual nos permitió redactar el marco teórico.
- b. Técnicas de trabajo de campo.
 - **Observación**, esta técnica nos permitió realizar la recolección de datos en cuanto a temperatura y humedad, durante todo el proceso.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección de información.

- a. Instrumentos de recolección de investigación bibliográficas
 - Fichas de análisis documental.
 - Fichas de registro o localización (bibliográfica y hemerográfica) y documentación (textuales, resumen, comentario).
- b. Instrumentos de recolección de trabajo de campo
 - Libreta de campo donde se registraron los datos de las características físicas desde el inicio hasta finalizar la tesis.

3.6. Materiales, herramientas, insumos y equipos.

3.6.1. Materiales y herramientas.

- Cordel
- Wincha
- Pico
- Pala
- Baldes de 20 litros
- Plástico 3m x 15 m
- Mantada 3m x 15 m
- Agua des clorada
- Lapicero
- Cuaderno de apunte
- Formatos de evaluación
- Regadora

3.6.2. Insumos

- Estiércol de vacuno
- Estiércol de equino
- Estiércol de cuy
- Estiércol de gallinaza
- Melaza de caña de azúcar
- Microorganismos eficaces activado (EM- COMPOST)
- Levadura

3.6.3. Equipos

- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Termohigrómetro
- Balanza digital
- GPS
- Laptop
- USB

3.7. Conducción de la investigación

➤ Etapa pre-campo

Para la etapa previa a la ejecución del proyecto se realizó la recopilación de información referente al proyecto, la metodología, la obtención de materiales y recursos económicos.

➤ Adecuación del área experimental

Se construyeron plataformas para darle uniformidad a todas las pilas composteras.

➤ Activación de microorganismos efectivos (EM-COMPOST)

Una semana antes del volteo del compost se procedió con la activación de los microorganismos y consistió en mezclar 150 ml. de EM- compost más 150 g. de melaza en 3 litros de agua tibia, luego se llevó a un envase con tapa hermética.

Para la inoculación de los microorganismos activados se procedió como sigue, en un balde de 20 litros, se mezcló ½ kg. de melaza de caña de azúcar más 1 a 2 litro de microorganismos eficaces de acuerdo a los tratamientos en 18 litros de agua sin cloro.

En cambio, para la inoculación de la levadura, se procedió previamente de la siguiente manera, en 1 o 2 litros de agua tibia se incorporó 100 a 200 g. de levadura más ½ kg. de melaza; una vez activado se llevó a un balde de 20 litros y se completó con agua sin cloro

Formación de las pilas de compostaje

Se instalaron 10 pilas composteras de 600 kilos, de acuerdo a los tratamientos planteados donde se aplicaron los microorganismos eficientes (EM-COMPOST ACTIVADO y LEVADURA), en la formación

de capas de 20cm, hasta formar pilas de 1.20 m., todas las pilas se protegió con mantadas de color negro para evitar la incidencia de los rayos solares de forma directa a las pilas, evitar lluvias y conservar la temperatura.

➤ **Volteo**

El volteo tiene como objetivos favorecer la fermentación aeróbica y procurar que el proceso se cumpla homogéneamente en toda la masa que contiene la pila de compost. El volteo se realizó de manera manual utilizando palas y picos con una frecuencia semanal, garantizando la homogenización de la mezcla y así permitir que todas las zonas tengan temperatura uniforme.

➤ **Riego**

Los riegos fueron realizados con la finalidad de obtener una adecuada humedad en las pilas de compostaje, debiendo mantenerlas en un rango de 45 a 60% aproximadamente. para el riego de las pilas se utilizó regaderas donde se inoculo los microorganismos eficaces activados y levadura activado, esto se realizó cada semana, garantizando así la distribución del agua en forma uniforme sobre toda la pila de compostaje.

➤ **Compost final**

Se determinó al observar las características físicas como color marrón oscuro, sabor a tierra húmeda de bosque, la temperatura y humedad ambiente, y esto sucedió en un periodo de 47 días de haber instalado las pilas de compost, se cosecho en sacos y se pesaron por separado cada tratamiento.

➤ **Observación de las características físicas del compost con EM y levadura**

Las mediciones de los parámetros como son temperatura y humedad se realizaron inter diario durante 7 semanas y se detalla a continuación:

➤ **Temperatura**

El monitoreo de la temperatura se realizó inter diario. Para determinar la temperatura se utilizó la lectura de un termohigrómetro digital a una profundidad de 30 cm en cada una de las pilas composteras, la medición de la temperatura se realizó los días (20 Mayo, 22, 24, 26, 28, 30, 1 Junio, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 1 Julio, 3, 5), durante todo el proceso de compostaje.

➤ **Humedad**

Para el control del contenido de humedad, se utilizó la lectura de un termo higrómetro digital a una profundidad de 30 cm en cada una de las pilas composteras, la medición de la temperatura se realizó los días (20 Mayo, 22, 24, 26, 28, 30, 1 Junio, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 1 Julio, 3, 5), durante todo el proceso de compostaje.

➤ **Observación de las características químicas del compost con EM y levadura**

Para lo cual se tomaron muestras de 1.00 kg por pila del área neta experimental, esto se realizó en tres etapas; a la semana del inicio del proyecto, a los 31 y 47 días, los cuales se analizaron en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, y se analizaron los siguientes parámetros cantidad de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica, pH.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros evaluados durante el proceso de compostaje

4.1.1. Variación temporal de los parámetros Físicos y Químicos en el proceso de compostaje.

TABLA 4. Análisis de la varianza TEMPERATURA (°C)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEMPERATURA	15	3.9E-03	0.00	21.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.14	4	0.78	0.01	0.9998
TRATAMIENTO	3.14	4	0.78	0.01	0.9998
Error	811.26	10	81.13		
Total	814.40	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=24.20326

Error: 81.1263 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
EM2	43.11	3	5.20 A
EM1	42.79	3	5.20 A
L1	42.26	3	5.20 A
T0	42.17	3	5.20 A
L2	41.83	3	5.20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 4. El análisis de varianza para Temperatura nos muestra que **no** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que no existe diferencias reales en la temperatura en el proceso de compostaje. El coeficiente de variación es de 21.23% lo que significa que los datos obtenidos en campo son confiables.

La prueba de significación de Tukey al nivel de 0.05% y 0.01% de probabilidad indica que los tratamientos L2, T0, L1, EM1, EM2, no presentan diferencia estadística significativa, de ellos el tratamiento L2 posee una media menor equivalente a 41.83 °C, el tratamiento EM2 posee una media de 43.11 °C que supera a las demás medias de los tratamientos.

TABLA 5. Análisis de la varianza HUMEDAD (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HUMEDAD	15	0.16	0.00	8.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39.00	4	9.75	0.49	0.7439
TRATAMIENTO	39.00	4	9.75	0.49	0.7439
Error	199.20	10	19.92		
Total	238.20	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.99340

Error: 19.9204 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T0	55.58	3	2.58 A
L1	53.90	3	2.58 A
L2	53.43	3	2.58 A
EM1	51.93	3	2.58 A
EM2	50.93	3	2.58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 5. El análisis de varianza para Humedad nos muestra que **no** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que no existe diferencias reales en la Humedad en el proceso de compostaje. El coeficiente de variación es de 8.40% lo que significa que los datos obtenidos en campo son confiables.

La prueba de significación de Tukey al nivel de 0.05% y 0.01% de probabilidad indica que los tratamientos EM2, EM1, L2, L1, T0, no presentan diferencia estadística significativa, de ellos el tratamiento EM2 posee una media menor equivalente a 50.93 %, el tratamiento T0 posee una media de 55.58 % que supera a las demás medias de los tratamientos.

TABLA 6. Análisis de la varianza pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PH	15	0.10	0.00	3.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	4	0.02	0.27	0.8926
TRATAMIENTO	0.09	4	0.02	0.27	0.8926
Error	0.80	10	0.08		
Total	0.89	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76042

Error: 0.0801 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
EM1	9.00	3	0.16	A
EM2	8.95	3	0.16	A
T0	8.92	3	0.16	A
L1	8.89	3	0.16	A
L2	8.78	3	0.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 6. El análisis de varianza para pH nos muestra que **no** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que no existe diferencias reales en el pH durante el proceso de compostaje.

La prueba de significación de Tukey al nivel de 0.05% y 0.01% de probabilidad indica que los tratamientos L2, L1, T0, EM2, EM1, no presentan diferencia estadística significativa, de ellos el tratamiento L2 posee una media menor equivalente a 8.78, el tratamiento EM1 posee una media de 9.00 que supera a las demás medias de los tratamientos.

TABLA 7. Análisis de la varianza MATERIA ORGANICA (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MATERIA ORGANICA	15	0.22	0.00	14.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	91.76	4	22.94	0.69	0.6137
TRATAMIENTO	91.76	4	22.94	0.69	0.6137
Error	331.16	10	33.12		
Total	422.92	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=15.46355*Error: 33.1156 gl: 10*

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
EM2	41.73	3	3.32 A
L1	40.47	3	3.32 A
L2	39.61	3	3.32 A
T0	38.35	3	3.32 A
EM1	34.50	3	3.32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 7. El análisis de varianza para Materia Orgánica nos muestra que **no** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que no existe diferencias reales en cuanto a Materia Orgánica durante el proceso de compostaje. El coeficiente de variación es de 14.78% lo que significa que los datos obtenidos en campo son confiables.

La prueba de significación de Tukey al nivel de 0.05% y 0.01% de probabilidad indica que los tratamientos EM1, T0, L2, L1, EM2, no presentan diferencia estadística significativa, de ellos el tratamiento EM1 posee una media menor equivalente a 34.50 %, el tratamiento EM2 posee una media de 41.73 % que supera a las demás medias de los tratamientos.

TABLA 8. Análisis de la varianza NITROGENO (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NITROGENO	15	0.94	0.92	7.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.28	4	0.82	40.58	<0.0001
TRATAMIENTO	3.28	4	0.82	40.58	<0.0001
Error	0.20	10	0.02		
Total	3.49	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.38223

Error: 0.0202 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
EM2	2.76	3	0.08	A
EM1	1.70	3	0.08	B
L2	1.69	3	0.08	B
L1	1.57	3	0.08	B
T0	1.47	3	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 8. El análisis de varianza para Nitrógeno nos muestra que **si** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que si existe diferencias reales en cuanto al Nitrógeno durante el proceso de compostaje. por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de la prueba.

En estos resultados vemos en la tabla que no todas las medias de la población son iguales puesto que el grupo A contiene los tratamientos T0, L1, L2, EM1 y el grupo B contiene el tratamiento EM2, debido a esto decimos que los grupos que no comparten una letra son significativamente diferentes lo que indica que el tratamiento T0 posee una media menor equivalente a 1.47 % y el tratamiento EM2 con una media de 2.76 % supera a las medias de los demás tratamientos.

TABLA 9. Análisis de la varianza FOSFORO (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FOSFORO	15	0.78	0.69	3.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.63	4	0.16	8.83	0.0026
TRATAMIENTO	0.63	4	0.16	8.83	0.0026
Error	0.18	10	0.02		
Total	0.81	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36032

Error: 0.0180 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
L2	3.85	3	0.08	A
EM2	3.77	3	0.08	A
L1	3.76	3	0.08	A
EM1	3.65	3	0.08	A
T0	3.27	3	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 9. El análisis de varianza para Fosforo nos muestra que **si** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que si existe diferencias reales respecto a Fosforo durante el proceso de compostaje. por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de la prueba.

En estos resultados vemos en la tabla que no todas las medias de la población son iguales puesto que el grupo A contiene los tratamientos T0, y el grupo B contiene los tratamientos EM1, L1, EM2, L2, debido a esto decimos que los grupos que no comparten una letra son significativamente diferentes lo que indica que el tratamiento T0 posee una media menor equivalente a 3.27 % y el tratamiento L2 con una media de 3.85 % supera a las medias de los demás tratamientos.

TABLA 10. Análisis de la varianza POTASIO (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
POTASIO	15	0.29	0.01	25.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	4	0.03	1.03	0.4365
TRATAMIENTO	0.10	4	0.03	1.03	0.4365
Error	0.25	10	0.02		
Total	0.35	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42169

Error: 0.0246 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
L2	0.71	3	0.09 A
EM2	0.68	3	0.09 A
L1	0.62	3	0.09 A
EM1	0.56	3	0.09 A
T0	0.48	3	0.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 10. El análisis de varianza para Potasio nos muestra que **no** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que no existe diferencias reales en el Potasio durante el proceso de compostaje.

La prueba de significación de Tukey al nivel de 0.05% y 0.01% de probabilidad indica que los tratamientos T0, EM1, L1, EM2, L2 no presentan diferencia estadística significativa, de ellos el tratamiento T0(Testigo) posee una media menor equivalente a 0.48 %, el tratamiento L2 posee una media de 0.71 % que supera a las demás medias de los tratamientos.

TABLA 11. Análisis de la varianza CALCIO (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CALCIO	15	0.54	0.35	37.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44.97	4	11.24	2.88	0.0796
TRATAMIENTO	44.97	4	11.24	2.88	0.0796
Error	39.01	10	3.90		
Total	83.98	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.30764

Error: 3.9014 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
EM2	8.57	3	1.14	A
EM1	5.09	3	1.14	A
L2	4.59	3	1.14	A
L1	4.20	3	1.14	A
T0	3.69	3	1.14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 11. El análisis de varianza para Calcio nos muestra que **no** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que no existe diferencias reales en cuanto a Calcio durante el proceso de compostaje.

La prueba de significación de Tukey al nivel de 0.05% y 0.01% de probabilidad indica que los tratamientos T0, L1, L2, EM1, EM2 no presentan diferencia estadística significativa, de ellos el tratamiento T0(Testigo) posee una media menor equivalente a 3.69 %, el tratamiento EM2 posee una media de 8.57 % que supera a las demás medias de los tratamientos.

TABLA 12. Análisis de la varianza MAGNESIO (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MAGNESIO	15	0.90	0.86	9.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.44	4	0.86	23.14	<0.0001
TRATAMIENTO	3.44	4	0.86	23.14	<0.0001
Error	0.37	10	0.04		
Total	3.81	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51786*Error: 0.0371 gl: 10*

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
EM2	2.90	3	0.11	A
EM1	1.78	3	0.11	B
L1	1.73	3	0.11	B
L2	1.67	3	0.11	B
T0	1.67	3	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

En la tabla 12. El análisis de varianza para Magnesio nos muestra que **si** es estadísticamente significativa al 0.05% de nivel de significancia lo que significa que si existe diferencias reales respecto a Magnesio durante el proceso de compostaje. por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula de la prueba.

En estos resultados vemos en la tabla que no todas las medias de la población son iguales puesto que el grupo A contiene los tratamientos T0, L2, L1, EM1 y el grupo B contiene el tratamiento EM2, debido a esto decimos que los grupos que no comparten una letra son significativamente diferentes lo que indica que el tratamiento T0 posee una media menor equivalente a 1.67 % y el tratamiento EM2 con una media de 2.90 % supera a las medias de los demás tratamientos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Respecto a, temperatura y humedad para la degradación de los residuos pecuarios.

➤ TEMPERATURA

Los parámetros evaluados a la cosecha del compost se registraron temperaturas de 37.25 °C (T0), 36.12 °C (L1), 34.25 °C (L2), 33.87 °C (EM1), **31.75 °C (EM2)**.

➤ HUMEDAD

Los parámetros evaluados a la cosecha del compost se registraron la humedad de, 54.5 %(T0), 53.37 %(L1), 51.37 %(L2), 44.62 %(EM1), **42.87% (EM2)**.

RAFAEL en HUANCAYO (2015), obtuvo como resultado una temperatura de 31.78° C, humedad de 62.51%.

GARCIA en Chiclayo (2018) los parámetros evaluados del compost maduro como la humedad obtuvo valores de 49.13 (CEM) y 37.76 (SEM).

Con la investigación demostramos que obtuvimos promedios más bajos y mejores resultados con el tratamiento **EM2**, respecto a lo que obtuvieron los autores citados.

5.2. Respecto al pH, Materia Orgánica, N, P, K, Magnesio y Calcio para la degradación de los residuos pecuarios.

➤ pH

Los parámetros evaluados a la cosecha del compost se registraron pH de, 8.9 (T0), **8.31 (L1)**, 8.8 (L2), 8.86 (EM1), 8.85 (EM2).

GARCIA en Chiclayo (2018) los parámetros evaluados del compost maduro como el pH obtuvo valores de 8 (CEM) y 7 (SEM).

Respecto a lo que obtuvo el autor citado con mi investigación obtuve valores más altos de pH, resultando mejor el tratamiento con 100 g. levadura **(L1)**.

➤ **MATERIA ORGÁNICA**

Los parámetros evaluados a la cosecha del compost se registraron los siguientes valores, 36.7 %(T0), 36.24 %(L1), 34.38 %(L2), **31.81 %(EM1)**, 36.17 %(EM2).

RAFAEL en HUANCAYO (2015), La materia orgánica obtuvo un valor más alto con 59.8% (EM).

Respecto a lo que obtuvo el autor citado con mi investigación obtuve valores más bajos de Materia orgánica, resultando mejor el tratamiento con 1 litro de microorganismos eficaces (**EM1**).

➤ **NITRÓGENO**

Los parámetros evaluados a la cosecha del compost se registraron los siguientes valores, con 1.49 %(T0), 1.62 %(L1), 1.71 %(L2), 1.59 %(EM1), **2.98 %(EM2)**.

➤ **FOSFORO** con 3.36 %(T0), 3.66 %(L1), 3.78 %(L2), 3.78 %(EM1), **3.92 %(EM2)**.

➤ **POTASIO** con 0.5 %(T0), 0.86 %(L1), **0.99 %(L2)**, 0.69 %(EM1), 0.78 %(EM2).

RIVERA en Lima (2011), En el análisis se obtuvieron resultados óptimos para el método con activadores biológicos con 1.8% de N, 2.28% de P y 2.56% de K.

ILIQÚIN en Chachapoyas (2014), Los resultados con EM muestran un 1.31 %N, 0.54%P.

GARCIA en Chiclayo (2018) obtuvo valores de N con 1.48%(CEM) y 1.66% (SEM), P con 1.18(CEM) y 1.26(SEM),k con 1.10%(CEM) y 0.85%(SEM),

respecto a lo que obtuvieron los autores citados con mi investigación obtuve valores más altos de Nitrógeno y Fosforo,

resultando mejor el tratamiento con 2 litros de microorganismos eficaces (**EM2**) y para Potasio obtuve promedios mas bajos resultando mejor el tratamiento con 200 g. levadura (**L2**)

➤ **CALCIO**

Los parámetros evaluados a la cosecha del compost se registraron los siguientes valores, 5.30 %(T0), 6.36 %(L1), 7.36 %(L2), 5.48 %(EM1), **8.67 %(EM2)**.

➤ **MAGNESIO** con 1.76 %(T0), 1.83 %(L1), 1.94 %(L2), 1.8 %(EM1), **3.03 %(EM2)**.

GARCIA en Chiclayo (2018) los parámetros evaluados del compost maduro obtuvieron valores Ca con 0.76 %(CEM) y 0.37 %(SEM),

Respecto a lo que obtuvo el autor citado con mi investigación obtuve valores más altos de Calcio y Magnesio, resultando mejor el tratamiento con 2 litros de microorganismos eficaces (**EM2**)

VI. CONCLUSIONES

1. La degradación es un proceso natural en el cual los residuos pecuarios se van reintegrando a la naturaleza por la acción de algunos factores como la temperatura, la humedad y la inoculación de los **microorganismos** en los respectivos tratamientos y sus repeticiones, con la investigación demostramos que obtuvimos promedios más bajos y mejores resultados con el tratamiento **EM2**, es el que mejor cumple con los parámetros establecidos por la **Norma IRAM (2007)**.
2. El segundo producto de la acción de los **microorganismos y levadura** son los macro y micronutrientes derivados de los compuestos orgánicos que luego son mineralizados. Este proceso de mineralización es lento y por lo tanto representa solo una reserva de nutrimentos para las plantas a largo plazo y se puede observar que el tratamiento **EM2** y **L2** es el que mejor cumple con los parámetros establecidos por la **Norma IRAM (2007)**.
3. La temperatura y la humedad son parámetros muy importantes que no se debe dejar de monitorear, puesto que regula muchos procesos bioquímicos como el pH, con mi investigación obtuve valores más altos de pH, resultando mejor el tratamiento con 100 g. levadura (**L1**).
4. La aplicación de estos inoculantes como son microorganismos eficaces y levadura si alteraron las propiedades físicas, químicas y biológicas respecto del tratamiento convencional testigo bajo las condiciones de experimentación y cómo se observa en los resultados de la investigación no todos los tratamientos llegan a cumplir los parámetros de degradación y mineralización de residuos pecuarios en el tiempo establecido.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar por periodos más prolongados la interacción de los residuos pecuarios con la inoculación en porcentajes mayores de microorganismos eficaces y levaduras con la finalidad de determinar si existen variaciones significativas en el pH o pérdidas en el contenido de materia orgánica y nitrógeno total.
2. Se recomienda tomar en cuenta las condiciones meteorológicas del lugar de ejecución para el proceso de compostaje; para realizar un buen compostaje es recomendable realizar el compostaje en cálidos.
3. Tomar en cuenta las características del área donde se construirá las pilas composteras como la limpieza adecuada del área, el buen drenaje de los lixiviados y la protección de las pilas ya que éstas pueden influir en el proceso de compostaje.
4. Se recomienda realizar trabajos de investigación con diferentes tipos de residuos orgánicos y estiércol para determinar que residuo o estiércol presenta mejores contenidos de minerales.
5. Se recomienda aplicar este proyecto en los centros educativos, universidades o en cualquier institución pública o privada para el manejo adecuado de sus residuos, ayudando al cuidado del medio ambiente.
6. Se recomienda crear normativas sanitarias que ayuden a establecer rangos óptimos de calidad y de higienización del producto, puesto que en nuestro país no existen normativas dedicadas a las prácticas de compostaje, debido que tuve que recurrir a normas internacionales que establecen rangos para obtener un compost de calidad.
7. Se recomienda poner en funcionamiento los laboratorios y gestionar la compra de equipos e insumos para poder realizar los análisis respectivos, puesto que tuve que recurrir a los servicios del laboratorio de la Universidad Agraria de la selva generando mayores gastos.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Avendaño, A. 2003. El proceso de compostaje. 73 pp.
2. Azurduy *et al* 2014, con su tesis titulada "Evaluación de Activadores Naturales para Acelerar el Proceso de Compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo"; con el objetivo de evaluar las diferentes dosificaciones de microorganismos en los tratamientos. 150 pp.
3. Abril *et al* 2009. I congreso de ecología y biología del suelo. Córdoba. Argentina. 19 pp.
4. Becerra, J. 1994. Horticultura General. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 207 p.
5. Castellanos, R. 1982. La utilización de los estiércoles en la agricultura. México. 154 pp.
6. Castro, L. 1995. Biotecnología Agrocolombiana. Fundación Colombiana de Ciencias. 107 pp.
7. Calaña, J. M., Paneque, V. M., 2004 Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y forestales. La Habana, Cuba. 54 p.
8. Carrasco, N. 2009. Evaluación de tres diferentes tipos de sustratos (bagacillo, aserrín e ichu picado) en la producción de EM-Compost. Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 106 pp.
9. Cabrera, F. G., Rossi, M. T., 2016 "Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores". Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental y agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 120 pp.

10. Cruz, N. 2016. "Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando microorganismos eficientes de montaña (MEM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica". escuela de biología: instituto tecnológico de Costa Rica. 65pp.
11. Dalzell *et al* 1987. Soil, management compost production and use in tropical and subtropical environments. Bulletin 56. FAO. 137p.
12. Fuentes *et al* 2010 "Aceleración del proceso de compostaje de residuos postcosecha (pulpa) del café con la aplicación de microorganismos nativos". Revista CENIC. Ciencias Biológicas, vol. 41, 2010, pp. 1-7.
13. Garcia, P. 2018. "Calidad y tiempo de obtención del compost aplicando microorganismos eficientes en la Universidad Cesar Vallejo, filial-Chiclayo, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero ambiental., departamento de Lambayeque, distrito de Pimentel, Perú. 90 pp.
14. Hoitink *et al* 1986. Effects of composts in growth media on soil borne pathogens. *In: The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*. Chen, Y. and Y. Avnimelech (eds.). Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, Netherlands. pp: 289 – 306.
15. Hoitink, A.J and Boehm, M, J. 1993. Mechanisms of suppression of soilborne plant pathogens in compost- amended substrates in *Science and Engineering of Composting: design, environmental, Microbiological and utilization aspects*. 250 pp.
16. Haug, R. 1993. *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers. Boca Raton. Florida. 717 pp.
17. Higa, T. 1997. Marking a world of difference through the tecnoloby of effective microorgannisms (EM). EM technologies inc. 58 pp.
18. Hurtado, J. 2014. Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica en el Proceso de Compostaje de

- las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos. Tesis para optar el título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Colombia 150pp.
19. Iliquín, P. 2014." Producción de compost utilizando residuos orgánicos producidos en el camal municipal y viviendas urbanas aplicando los métodos takakura y EM-compost en el distrito de Chachapoyas". Tesis para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Amazonas, Perú. 74 pp.
 20. Jeavons, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology actions of the Midpeninsula. Estados Unidos. 261 p.
 21. Lasaridi *et al* 2006. Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. Journal of Environmental Management. 65 pp.
 22. Leblanc *et al* 2007. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. Tierra Tropical. 107pp.
 23. Moretti, C. 1986. La Biotecnología en el tratamiento ecológico de los residuos urbanos. Ministerio de Economía y Obras Públicas. Subsecretaría de Estado de Obras y Servicios Públicos. Neuquén Argentina. 237 pp.
 24. Meléndez, G. 2003. Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. En: Abonos orgánicos: Principios, características e impacto en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica. 63pp.
 25. Noriega, G., Altamirano, A., 1998. Manual de lombricultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 200 p.
 26. Norma iram 2007. Epa -environmental protection agency Composting. Basic Information, 2007. www.epa.gov/epaoswer/non-hw/composting/basic.htm

27. Ocampo, P., Robles, D 2002. El compostaje como método de biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos. Tesis del Ciclo Optativo. Universidad Nacional Agraria La Molina. 128 pp.
28. Ramírez, M. 2006. Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. 65 pp.
29. Rivera, R. 2011. "Evaluación de microorganismos eficaces en procesos de compostaje de residuos de maleza". tesis (para optar el título de Ingeniero ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Lima - Perú. 83 pp.
30. Ramos, B. 2015 "Evaluación de diferentes sustratos de materias orgánicas con microorganismos eficientes en la preparación de compost. en la zona de Pangoa". Tesis para optar el título profesional de Ingeniero agrónomo. Satipo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 75 pp.
31. Rafael, H. 2015. "Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, sapallanga – Huancayo". Tesis para optar el título profesional de Ingeniero agrónomo. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 80 pp.
32. Sweeten J.M., Stevenson, F. 1998. Humus Chemistry, Genesis, composition, Reaction. John Wiley and Sons, New York. 443 pp.
33. Soliva, M. 2001. Compostaje y gestión de residuos orgánicos. Diputación de Barcelona. 156 pp.
34. Soto, M. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica. 49 pp.
35. Soriano, N. 2016 " Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de "microorganismos eficaces"- concepción". Tesis para optar el

- título profesional de Ingeniero agrónomo. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 92 pp.
36. Thompson, L. 1994. El suelo y su fertilidad. 3er. Ed. REVERTE.60 pp.
 37. Tchobanoglous, G. 1994. Gestión Integral de los Residuos Sólidos, Vol. II. McGraw Hill. Madrid 1993. 304 pp.
 38. Torres, L. 2007. Elaboración de composta.30 pp.
 39. Toalombo, J. 2012. Tipos de Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico. 68 pp.
 40. Tinco, M., Vásquez, R. 2016 " Compostaje con residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus*) usando tres tipos de estiércol y microorganismos caseros efectivos". Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 90 pp.

ANEXO

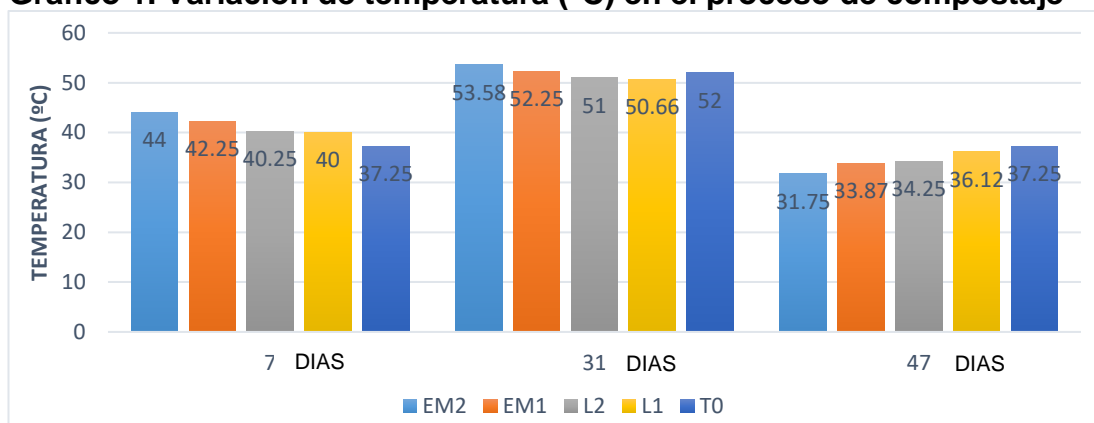
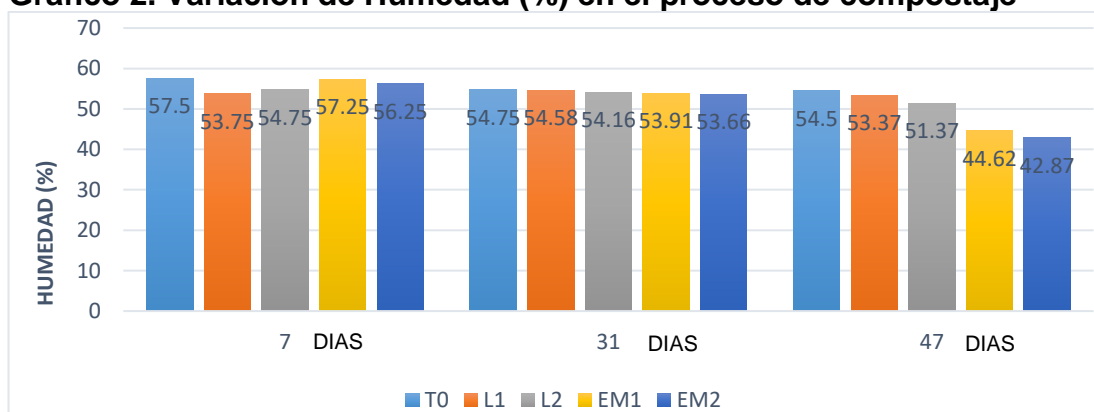
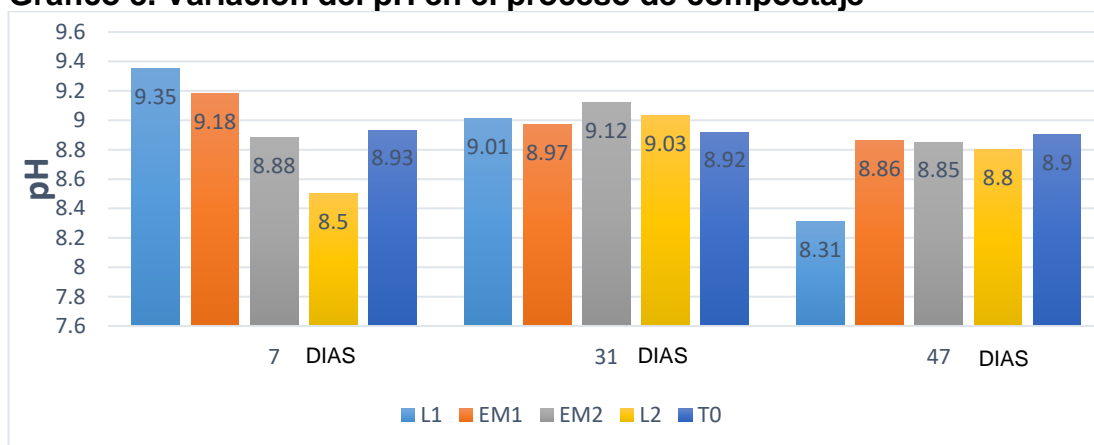
Gráfico 1. Variación de temperatura (°C) en el proceso de compostaje**Gráfico 2. Variación de Humedad (%) en el proceso de compostaje****Gráfico 3. Variación del pH en el proceso de compostaje**

Gráfico 4. Variación de Materia orgánica (%) en el proceso de compostaje

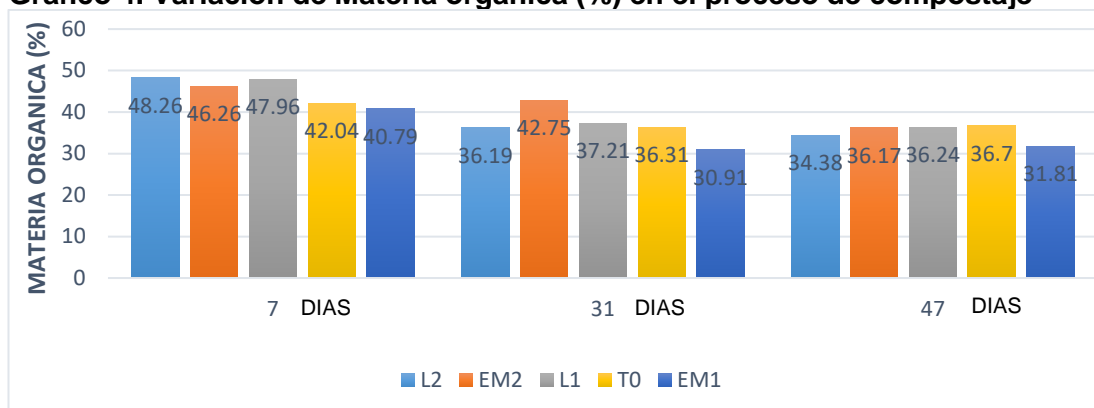


Gráfico 5. Variación del Nitrógeno (%) en el proceso de compostaje

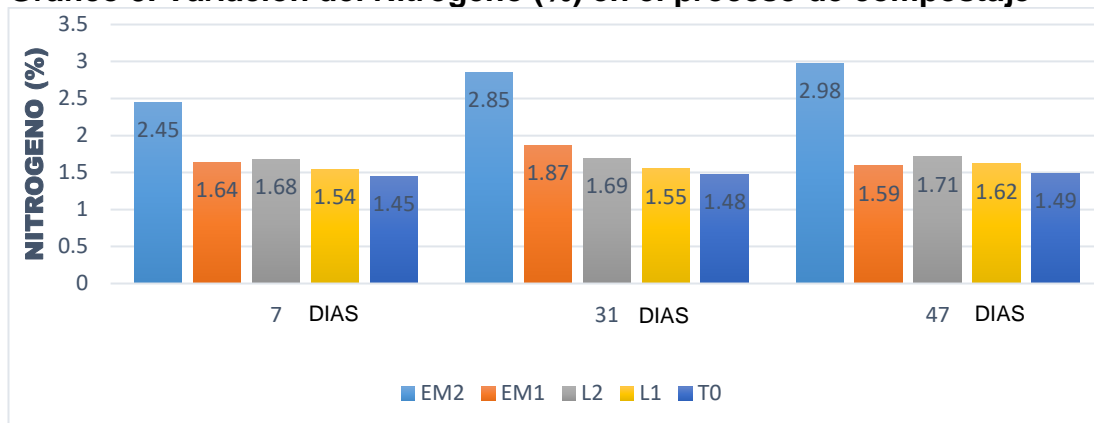


Gráfico 6. Variación del Fósforo (%) en el proceso de compostaje

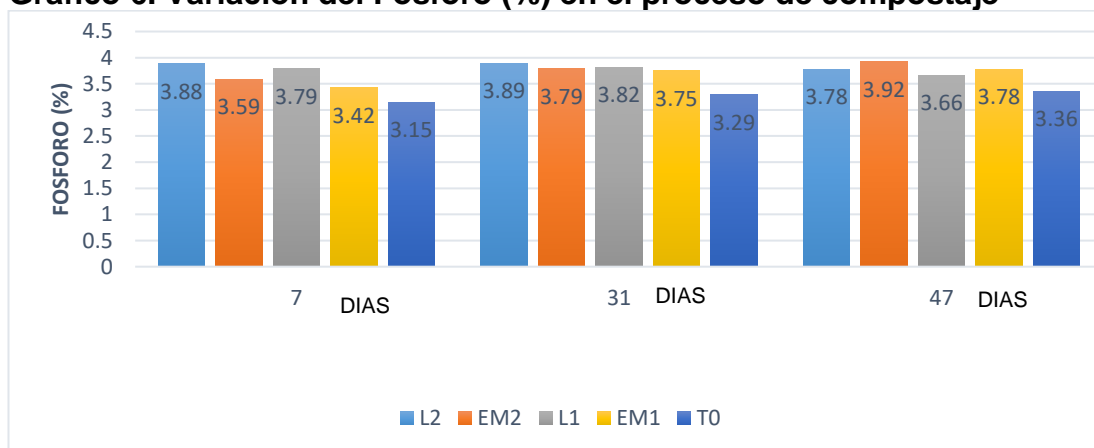


Gráfico 7. Variación del Potasio (%) en el proceso de compostaje

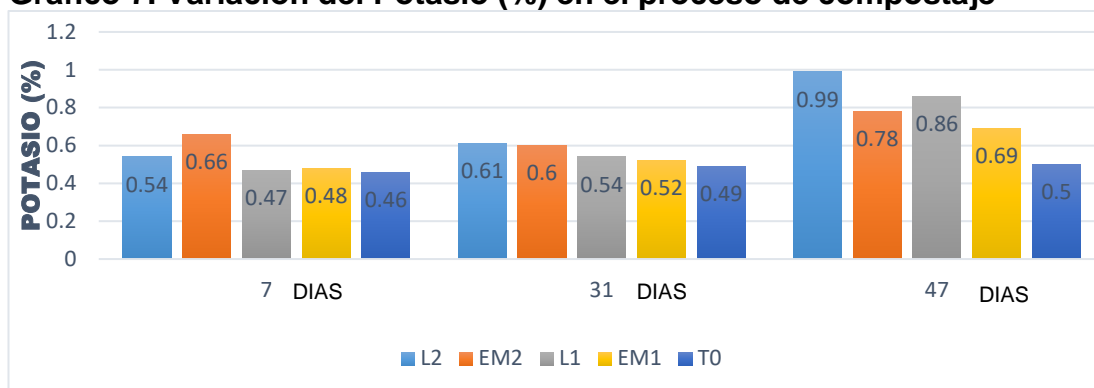


Gráfico 8. Variación del Calcio (%) en el proceso de compostaje

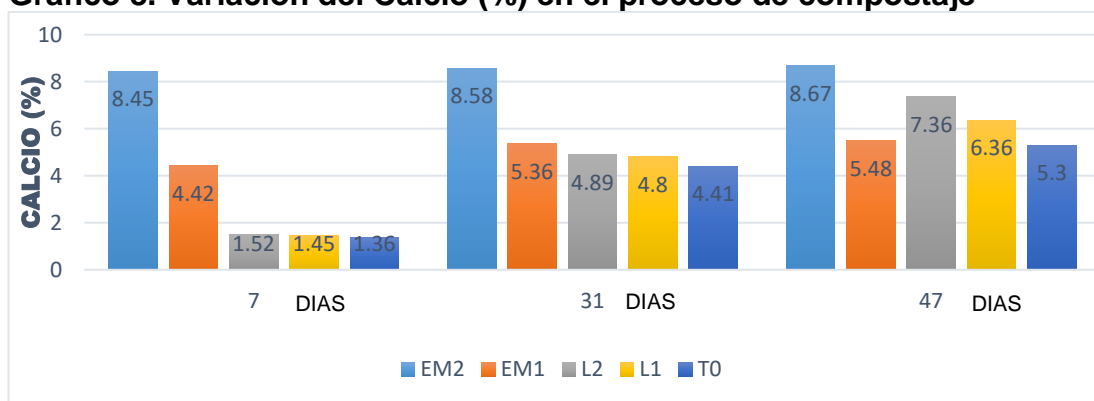
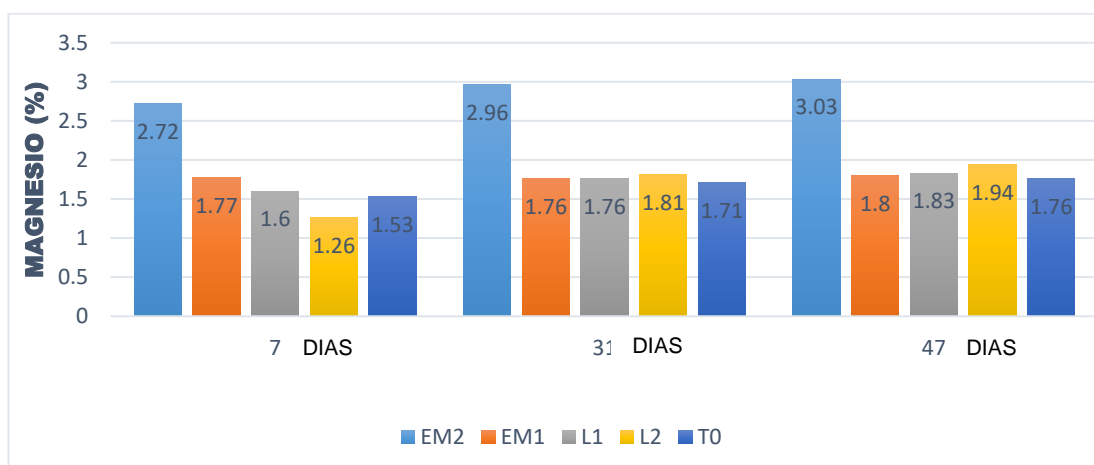


Gráfico 9. Variación del Magnesio (%) en el proceso de compostaje



Anexo 1. Temperatura durante todo el proceso de compostaje

DIAS	T0	L1	L2	EM1	EM2
1	35	35	35	35	35
3	35	36	35	39	40
5	37	40	41	44	45
7	42	49	50	51	56
9	45	54	56	54	60
11	53	56	57	56	60
13	53	56	57	61	55
15	55	58	60	59	42
17	57	53	56	48	40
19	59	52	51	42	40
21	59	49	43	42	41
23	57	46	40	40	43
25	53	46	38	41	40
27	51	44	36	38	38
29	43	38	36	39	37
31	39	36	35	37	37
33	38	36	35	35	34
35	37	37	35	36	34
37	37	36	34	35	33
39	37	36	35	34	32
41	36	35	34	33	32
43	36	34	33	34	32
45	35	33	35	32	31
47	34	33	33	32	30

Anexo 2. Promedio de la temperatura del proceso compostaje

	7	31	47
T0	37.25	52	37.25
L1	40	50.66	36.12
L2	40.25	51	34.25
EM1	42.25	52.25	33.87
EM2	44	53.58	31.75

Anexo 3. Humedad durante todo el proceso de compostaje

DIAS	T0	L1	L2	EM1	EM2
1	57	56	56	58	57
3	59	54	56	58	56
5	56	53	55	57	57
7	58	52	52	56	55
9	56	57	57	54	56
11	54	54	52	56	57
13	57	52	54	57	58
15	52	51	52	52	54
17	55	53	56	51	51
19	55	56	54	55	53
21	54	52	54	52	52
23	55	54	52	54	53
25	56	57	55	54	52
27	52	58	55	53	53
29	57	56	55	53	53
31	54	55	54	56	52
33	56	55	53	48	45
35	56	54	53	49	45
37	55	53	52	46	47
39	54	54	51	47	44
41	56	54	52	43	43
43	54	53	51	41	40
45	52	53	49	42	40
47	53	51	50	41	39

Anexo 4. Promedio de la humedad del proceso compostaje

	7	31	47
T0	57.5	54.75	54.5
L1	53.75	54.58	53.37
L2	54.75	54.16	51.37
EM1	57.25	53.91	44.62
EM2	56.25	53.66	42.87

Anexo 5. Resultados del análisis de la primera evaluacion



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE			FERRER HILARIO MAXWELL AMADOR				PROCEDENCIA				VIVEKO FORESTAL - HUANUCO							
DATOS DE LA MUESTRA			pH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA										
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)				
CODIGO	DATOS	Referencia			Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME2019_0985	PRIMERA EVALUACION (04/05/2019)	O	8.93	10.72	37.53	51.74	42.04	57.96	1.45	3.15	1.36	1.53	0.46	0.54	70	7893	161	264
ME2019_0986	PRIMERA EVALUACION (04/05/2019)	L 1	9.35	10.34	43.00	46.66	47.96	52.04	1.54	3.79	1.45	1.60	0.47	0.59	80	7981	173	272
ME2019_0987	PRIMERA EVALUACION (04/05/2019)	L 2	8.50	9.79	43.53	46.68	48.26	51.74	1.68	3.88	1.52	1.26	0.54	0.67	85	9805	181	293
ME2019_0988	PRIMERA EVALUACION (04/05/2019)	EM 1	9.18	9.72	36.83	53.45	40.79	59.21	1.64	3.42	4.42	1.77	0.48	0.55	77	8963	185	311
ME2019_0989	PRIMERA EVALUACION (04/05/2019)	EM 2	8.88	10.12	41.58	48.30	46.26	53.74	2.45	3.59	8.45	2.72	0.66	0.57	83	28349	196	360

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA. 01 DE OCTUBRE DEL 2019
RECIBO N° 0586599

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

VND. VALOR NO DETECTABLE

Ing° Luis G. Mansilla Minaya
JEFE

Anexo 6. Resultados del análisis de la segunda evaluación

SOLICITANTE:			FERRER HILARIO MAXWELL AMADOR						PROCEDENCIA			VIVERO FORESTAL - HUANUCO						
DATOS DE LA MUESTRA			pH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA										
				Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)				
CODIGO	DATOS	Referencia	Materia Organica (%)		Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	
ME2019_0990	SEGUNDA EVALUACIÓN (07/06/2019)	O	8.92	11.24	32.23	56.54	36.31	63.69	1.48	3.29	4.41	1.71	0.49	0.59	70	8616	189	276
ME2019_0991	SEGUNDA EVALUACIÓN (07/06/2019)	L 1	9.01	11.49	32.93	55.57	37.21	62.79	1.55	3.82	4.80	1.76	0.54	0.68	78	10571	201	316
ME2019_0992	SEGUNDA EVALUACIÓN (07/06/2019)	L 2	9.03	12.11	31.81	56.08	36.19	63.81	1.69	3.89	4.89	1.81	0.61	0.73	82	10630	214	325
ME2019_0993	SEGUNDA EVALUACIÓN (07/06/2019)	EM 1	8.97	11.16	27.46	61.38	30.91	69.09	1.87	3.75	5.36	1.76	0.52	0.60	78	9301	202	312
ME2019_0994	SEGUNDA EVALUACIÓN (07/06/2019)	EM 2	9.12	12.44	37.44	50.12	42.75	57.25	2.85	3.79	8.58	2.96	0.60	0.64	84	11187	212	358


MUESTREO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARIA. 01 DE OCTUBRE DEL 2019
RECIBO N° 0586599

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS


VND. VALOR NO DETECTABLE

Ing. Luis G. Mansilla Minaya
JEFE

Anexo 7. Resultados del análisis de la tercera evaluación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359
 analisisdesuelosunas@hotmail.com




ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			FERRER HILARIO MAXWELL AMADOR					PROCEDENCIA			VIVERO FORESTAL - HUANOUCO							
DATOS DE LA MUESTRA			pH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA										
				EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (ppm)					
CODIGO	DATOS	Referencia		Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		EN BASE SECA		N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
				Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)											
ME2019_0995	TERCERA EVALUACIÓN (24/06/2019)	O	8.90	9.35	33.27	57.38	36.70	63.30	1.49	3.36	5.30	1.76	0.50	0.60	72	7332	186	282
ME2019_0996	TERCERA EVALUACIÓN (24/06/2019)	L 1	8.31	9.01	32.98	58.01	36.24	63.76	1.62	3.66	6.36	1.83	0.86	0.65	77	10045	223	325
ME2019_0997	TERCERA EVALUACIÓN (24/06/2019)	L 2	8.80	11.47	30.44	58.09	34.38	65.62	1.71	3.78	7.36	1.94	0.99	0.79	83	10390	2	333
ME2019_0998	TERCERA EVALUACIÓN (24/06/2019)	EM 1	8.86	7.71	29.36	62.93	31.81	68.19	1.59	3.78	5.48	1.80	0.69	0.69	79	12291	198	317
ME2019_0999	TERCERA EVALUACIÓN (24/06/2019)	EM 2	8.85	8.48	33.10	58.42	36.17	63.83	2.98	3.92	8.67	3.03	0.78	0.73	85	13495	219	366

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 01 DE OCTUBRE DEL 2019

RECIBO N° 0586599



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing° Luis C. Mansilla Mabaya
JEFE

VND: VALOR NO DETECTABLE

Anexo 8. Métodos analíticos de los análisis de laboratorio de todas las evaluaciones



METODOS ANALÍTICOS

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CARACTERÍSTICA	MÉTODO
EXTRACTO	VIA SECA DIGESTIÓN ACIDA - HCl	HUMEDAD	ESTUFA 105° C MEMERT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE MACROELEMENTOS: Ca, Mg, K, Na	EAA VARIAN ALEMANIA	CENIZAS	MUFLA 660° C THERM CONCEPT ALEMANIA
DETERMINACIÓN DE FÓSFORO	METAVANADATO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACIÓN DE MICROELEMENTOS: Fe, Mn, Zn, Cu	EAA VARIAN ALEMANIA
DETERMINACION DE AZUFRE	TURBIDIMETRIA DEL SULFATO DE BARIO ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA	DETERMINACION DE BORO	COLORIMETRIA CON AZOMETINA-H ESPECTRO UV VISIBLE - THERMO SCIENTIFIC USA
CADMIO TOTAL Y PLOMO TOTAL	EAA VARIAN ALEMANIA	N TOTAL	KJENDHAL BUCHI ALEMANIA
CARBONATOS	NEUTRALIZACION ACIDA HCl 0.5N NaOH 0.25N	NITRÓGENO AMONIACAL Y DE NITRATOS	NTE INEN 0226: FERTILIZANTES.
PH	PH-METRO SARTORIUS ALEMANIA	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA mS/cm	PROPORCION AGUA : MUESTRA 5 : 1

Anexo 9. Inoculación de la levadura



Anexo 10. Inoculación de la levadura



Anexo 11. Inoculación de microorganismos



Anexo 12. Inoculación de microorganismos



Anexo 13. Pila tratamiento EM 1



Anexo 14. Pila tratamiento EM 2



Anexo 15. Monitoreo de la temperatura y humedad



Anexo 16. Recojo de muestras para el análisis



Anexo 17. Muestras para el análisis



Anexo 18. Pilas de compostaje cubierto



Anexo 19. Cosecha del compost



Anexo 20. Cosecha del compost

