

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN Y
EL CONTENIDO NUTRICIONAL POR ACCIÓN DE LOS
EM (microorganismos eficientes) EN ABONO
ORGÁNICO COMO ALTERNATIVA DE SUSTITUCIÓN
DE FERTILIZANTES SINTÉTICOS EN EL DISTRITO DE
CURIMANÁ”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

KEYV HANS RIOS OLIVEIRA

PUCALLPA – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **KEYV HANS RÍOS OLIVEIRA**, denominada: **"Evaluación del tiempo de descomposición y el contenido nutricional por acción de los EM (microorganismos eficientes) en abono orgánico como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos en el distrito de Curimaná"**, para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **BUENO**.

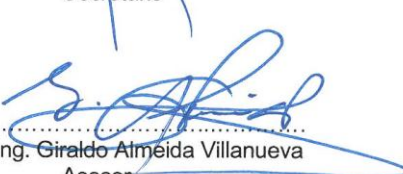
En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico.....), (Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**), de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 20 de abril del 2018.


.....
Dr. Fernando Pérez Leal -
Presidente


.....
Dr. Grober Panduro Pisco
Secretario


.....
Ing. José Antonio López Ucariegue
Miembro


.....
Ing. Giraldo Almeida Villanueva
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

Dr. Fernando Pérez Leal

.....
Presidente

Dr. Grober Panduro Pisco

.....
Secretario

Ing. Antonio López Ucariegue, M.Sc.

.....
Miembro

Ing. Giraldo Almeida Villanueva, M.Sc.

.....
Asesor

Bach. Kevy Hans Ríos Oliveira

.....
Tesista

REPOSITORIO DE TESIS DELA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, _____

Autor de la TESIS titulada:

Sustentada el año: _____

Con la asesoría de: _____

En la Facultad de: _____

Carrera Profesional de: _____

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: Autorizo la publicación,

☐ Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

☐ Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: ____ / ____ / ____

Email: _____

Firma: _____

Teléfono: _____

DNI: _____

DEDICATORIA.

Con amor a Dios que siempre está conmigo; guiándome en cada momento, dándome sabiduría e inteligencia, además de esas fuerzas que vienen de lo alto que son indispensables en mi vida.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. A mis hermanos Edinson, Moisés y Adriana por sus ocurrencias e inocentes almas de niño, como ejemplo a la superación logrando nuestros objetivos.

A mis abuelos maternos: Hugo David y Judith por sus sabios consejos porque siempre quisieron lo mejor para mí, siempre creyeron en mí y en la superación como persona. A mis abuelos paternos: Wilson Manuel y María Luisa por enseñarme a luchar contra las adversidades, las enfermedades y no amilanarme ante nada.

A mi novia Estrella Tuesta por ser mi apoyo, respaldo y confianza en toda mi carrera y vida profesional.

AGRADECIMIENTO.

Mi más sincero agradecimiento a las instituciones y personas que han colaborado para la culminación del presente trabajo de investigación:

- Al Comité Central con desarrollo al futuro de Curimaná en convenio con la Cooperación Técnica Belga (CTB), por darme la oportunidad y hacer posible la realización de este proyecto de investigación.
- A la Universidad Nacional de Ucayali, mi Alma Mater, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.
- A la Facultad de Ciencias Agropecuarias que, por intermedio de sus docentes, quienes me brindaron valiosas enseñanzas para lograr mi formación de Ingeniero Agrónomo.
- De una manera muy especial al Ing. Giraldo Almeida Villanueva, M. Sc. Asesor de la presente tesis por el apoyo decidido, por la confianza, por sus consejos y aportes en el desarrollo y redacción de la tesis desde el inicio hasta el final.
- Así mismo, a todas las personas que han contribuido de una u otra manera en la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE.

	Pág.
RESUMEN.....	
SUMMARY.....	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.2. Materia orgánica.....	6
2.2.1. Propiedades de la materia orgánica.....	7
2.2.1.1. Propiedades físicas.....	7
2.2.1.2. Propiedades químicas y Físico-químicas.....	8
2.3. Abono orgánico.....	8
2.3.1. Importancia.....	9
2.3.2. Propiedades de los abonos orgánicos.....	10
2.3.2.1. Propiedades físicas.....	10
2.3.2.2. Propiedades químicas.....	10
2.3.2.3. Propiedades biológicas.....	10
2.3.3. Tipos de abonos orgánicos.....	11
2.3.3.1. Estiércol.....	11
2.3.3.2. Gallinaza.....	12
2.3.3.3. Vacasa.....	13
2.3.3.3.1. Efectos de vacasa en el suelo.....	13
2.4. Compost.....	13
2.4.1. Calidad de compost.....	14
2.4.2. Fundamentos básicos del compostaje.....	15
2.4.3. Proceso de formación del compost.....	15
2.5. Microorganismos eficientes (EM).....	15
2.5.1. Bacterias fototróficas.....	17
2.5.2. Bacterias ácido lácticos.....	17
2.5.3. Levaduras.....	17

2.5.4. Como actúan los microorganismos	
eficientes.....	17
2.5.4.1. EM-A.....	18
2.5.4.2. EM-Bokashi.....	18
2.5.4.3. EM-Compost.....	18
2.5.4.4. EM-5.....	18
2.5.4.5. EM-X.....	19
2.5.5. Aplicaciones.....	19
2.5.5.1. En la agricultura.....	19
2.5.5.2. En los suelos.....	20
2.6. Residuos sólidos generados en el distrito de Curimaná.....	20
2.7. Clasificación de los residuos sólidos.....	20
2.8. Resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos del distrito de Curimaná...	21
2.9. Disponibilidad de residuos sólidos del tipo orgánico en el distrito de Curimaná.....	22
2.10. Composición física y química de los residuos orgánicos.....	23
2.10.1. Composición física.....	23
2.10.1.1. Peso.....	23
2.10.1.2. Peso específico.....	23
2.10.1.3. Porcentaje de humedad.....	23
2.10.2. Composición química.....	24
2.10.3. Contenido energético.....	25
2.10.4. Biodegradabilidad.....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. Ubicación y duración del trabajo de investigación.	27
3.2. Condiciones edafoclimáticas.....	27
3.3. Materiales insumos y herramientas y equipos.....	27
3.3.1. Materiales.....	27
3.3.2. Insumos.....	27
3.3.3. Herramientas.....	27

3.3.4. Equipos.....	28
3.4. Población y muestra.....	28
3.4.1. Población.....	28
3.4.2. Muestra.....	28
3.5. Metodología de investigación.....	28
3.5.1. Elaboración de los microorganismos eficientes.....	30
3.5.1.1. Preparación de trampas e instalación en las parcelas de cacao.....	30
3.5.1.2. Procedimientos para la preparación de los EM.....	31
3.5.2. Elaboración del compost enriquecido con EM.....	31
3.6. Tratamientos en estudio.....	32
3.7. Diseño experimental.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Descomposición de los residuos sólidos.....	34
4.1.1. Tiempo de descomposición.....	34
4.1.2. Peso del compost a los 30 y 60 días después de la descomposición de los residuos sólidos.....	35
4.1.3. Volumen del compost a los 30 y 60 días de la descomposición de los residuos sólidos.....	38
4.2. Contenido nutricional del compost.....	40
4.2.1. Contenido de materia orgánica.....	40
4.2.2. Contenido de nitrógeno mineral.....	41
4.2.3. Relación C/N.....	42
4.2.4. Contenido de fosforo.....	43
4.2.5. Contenido de potasio.....	44
4.2.6. Contenido de calcio.....	45
4.2.7. Contenido de magnesio.....	46
4.2.8. Contenido de sodio.....	47

4.2.9. Contenido de bases intercambiables.....	48
4.2.10. pH de los residuos sólidos.....	49
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. RECOMENDACIONES.....	52
VII. LITERATURA CONSULTADA.....	53
VIII. ANEXO.....	57
IX. ICONOGRAFÍA.....	76

RESUMEN.

El trabajo de investigación se desarrolló en la localidad de Curimaná con el propósito de establecer el tiempo de descomposición y el contenido nutricional de un abono orgánico producido a partir de la mezcla de residuos sólidos orgánicos y microorganismo eficaces

Bajo un diseño de bloques completos al azar se probaron 4 tratamientos, uno solo en mezcla de residuos sólidos orgánicos y EM, y los demás en mezcla de residuos sólidos orgánicos con 10, 20 y 30 % aserrín más EM a la dosis de 4 litros por 20 litros de agua.

Se concluye que, el tiempo de descomposición del compost enriquecido con EM oscilo entre 39 y 57 días para los tratamientos compost sin aserrín y compost con 20 % de aserrín, con diferencias estadísticas entre ellos. Respecto al peso total de compost producido sobresalen los tratamientos compost sin aserrín y compost con 20 % de aserrín

Por otro lado, hubo una mejor respuesta de los tratamientos compost con aserrín respecto al tratamiento compost sin aserrín en relación al volumen total de compost descompuesto y finalmente, no se mostraron diferencias significativas para el contenido nutricional de los tratamientos evaluados, respecto a materia orgánica, nitrógeno mineral, relación C/N, fosforo disponible y bases intercambiables, así como el pH del compost producido

Palabras claves: residuos sólidos, aserrín, microorganismos eficaces, descomposición.

SUMMARY.

The research work was developed in the town of Curimaná with the purpose of establishing the time of decomposition and the nutritional content of an organic fertilizer produced from the mixture of organic solid waste and effective microorganism.

Under a randomized complete block design, 4 treatments were tested, one only in a mixture of organic solid waste and EM, and the rest in a mixture of organic solid waste with 10, 20 and 30% sawdust plus EM at a dose of 4 liters per 20 liters of water.

Its concluded that the time of decomposition of the compost enriched with EM ranged between 39 and 57 days for the compost treatments without sawdust and compost with 20% sawdust, with statistical differences between them. Regarding the total weight of compost produced stand out the compost treatments without sawdust and compost with 20% sawdust.

On the other hand, there was a better response of the compost treatments with sawdust compared to the compost treatment without sawdust in relation to the total volume of decomposed compost and finally, there were no significant differences for the nutritional content of the treatments evaluated, with respect to organic matter, mineral nitrogen, C/N ratio, available phosphorus and interchangeable bases, as well as the pH of the compost produced.

Keywords: solid waste, sawdust, effective microorganisms, decomposition.

LISTA DE CUADROS.

En el texto	Pág.
Cuadro 1. Composición química del estiércol (O guano)....	12
Cuadro 2. Composición nutricional de la gallinaza.....	12
Cuadro 3. Composición del estiércol de ganado.....	13
Cuadro 4. Composición física de residuos sólidos del casco urbano del distrito de Curimaná.....	21
Cuadro 5. Contenido de humedad y densidad del residuo sólido de tipo orgánico.....	24
Cuadro 6. Composición química del residuo sólido del tipo orgánico (% peso en base seca).....	24
Cuadro 7. Contenido energético del residuo sólido del tipo orgánico.....	25
Cuadro 8. Contenido de lignina y fracción biodegradable del residuo sólido del tipo orgánico.....	26
Cuadro 9. Tratamientos en estudio.....	32
Cuadro 10.Resultado del tiempo de descomposición.....	34
Cuadro 11.Resultado de la descomposición en peso a los 30 días.....	35
Cuadro 12.Resultados de la descomposición en peso a los 60 días.....	36
Cuadro 13. Resultados de la descomposición total.....	37
Cuadro 14.Resultados de la descomposición en volumen a los 30 días.....	38
Cuadro 15.Resultados de la descomposición en volumen a los 60 días.....	39
Cuadro 16.Resultados de la descomposición en volumen total.....	40
Cuadro 17.Resultados del porcentaje de materia orgánica por tratamiento.....	40
Cuadro 18.Resultados del contenido de nitrógeno mineral por tratamiento.....	41

Cuadro 19. Relación C/N por tratamiento.....	42
Cuadro 20. ANVA del contenido de fosforo.....	43
Cuadro 21. Resultados del contenido de potasio intercambiable por tratamiento.....	44
Cuadro 22. Resultados del contenido de calcio cambiable por tratamiento.....	45
Cuadro 23. Resultados del contenido de magnesio intercambiable por tratamiento.....	46
Cuadro 24. Resultados del contenido de sodio intercambiable por tratamiento.....	47
Cuadro 25. Resultados del contenido de bases cambiables por tratamiento.....	48
Cuadro 26. Resultados del pH del sustrato por tratamiento.	49
En el Anexo:	
Cuadro 1A. DESCOMP EN PESO A LOS 30 DDI.....	58
Cuadro 2A. DESCOMP EN PESO A LOS 60 DDI.....	59
Cuadro 3A. DESCOMP EN PESO EN PESO TOTAL.....	60
Cuadro 4A. DESCOMP EN VOLUMEN A 30 DDI.....	61
Cuadro 5A. DESCOMP EN VOLUMEN A 30 DDI.....	62
Cuadro 6A. DESCOMP EN VOLUMEN TOTAL.....	63
Cuadro 7A. SAS CALCIO.....	64
Cuadro 8A. SAS MAGNESIO.....	65
Cuadro 9A. SAS FÓSFORO.....	66
Cuadro 10A. SAS POTASIO.....	67
Cuadro 11A. SAS SODIO.....	68
Cuadro 12A. SAS MO.....	69
Cuadro 13A. SAS N.....	70
Cuadro 14A. SAS pH.....	71

LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
En el texto:	
Figura 01. Vista del área experimental, la distribución y las dimensiones de los cajones experimentales.....	29
Figura 02. Tiempo de descomposición.....	34
Figura 03. Descomposición en peso a los 30 días.....	35
Figura 04. Descomposición en peso a los 60 días.....	36
Figura 05. Descomposición total.....	37
Figura 06. Descomposición en volumen a los 30 días.....	38
Figura 07. Descomposición en volumen a los 60 días.....	39
Figura 08. Descomposición en volumen Total.....	40
Figura 09. Porcentaje de materia orgánica por tratamiento.....	41
Figura 10. Contenido de nitrógeno mineral por tratamiento.....	42
Figura 11. Relación C/ N por tratamiento.....	43
Figura 12. Fósforo disponible por tratamiento.....	44
Figura 13. Contenido de potasio intercambiable por tratamiento.....	45
Figura 14. Contenido de calcio cambiante por tratamiento.....	46
Figura 15. Contenido de magnesio intercambiable por tratamiento.....	47
Figura 16. Contenido de sodio intercambiable por tratamiento.....	48
Figura 17. Contenido de bases cambiables por tratamiento.....	49
Figura 18. pH del sustrato por tratamiento.....	50
En iconografía:	
Figura 19. Sensibilizando a la población del distrito de Curimaná.....	76
Figura 20. Recojo y acopio de los residuos sólidos orgánicos.....	76
Figura 21. Selección de los RR.SS orgánicos.....	77
Figura 22. Trituración de los RR.SS orgánicos.....	77
Figura 23. Pesando los RR.SS para colocar en cada unidad experimental.....	78
Figura 24. Recolectando el aserrín de bolaina para cada tratamiento.....	78
Figura 25. Fabricación de los cajones de bolaina.....	79
Figura 26. Fabricación de los cajones de bolaina.....	79

Figura 27. Traslado de los cajones de bolaina.....	80
Figura 28. Llenado de los vasos con arroz para las trampas.....	80
Figura 29. Asegurando con ligas y malla plástica a los vasos con arroz.....	81
Figura 30. Instalando las trampas para la captura de los micoorganismos.....	81
Figura 31. Instalando las trampas para la captura de los micoorganismos.....	82
Figura 32. Recolección de las trampas para la preparación de EM en gabinete.....	82
Figura 33. Recolección de las trampas para la preparación de EM en gabinete.....	83
Figura 34. Recolección de las trampas para la preparación de EM en gabinete.....	83
Figura 35. Pigmentación de las trampas de arroz.....	84
Figura 36. Licuado de las trampas de arroz.....	84
Figura 37. Licuado del queso para la preparación de los EM.....	85
Figura 38. Añadiendo la levadura a la preparación.....	85
Figura 39. Activación de la levadura para la fermentación.....	86
Figura 40. Mezclando todos los insumos para iniciar la fermentación.	86
Figura 41. Agregamos agua sin cloro para completar la galonera de 50 litros.....	87
Figura 42. Tapamos con una tela y aseguramos.....	87
Figura 43. Aplicación de los EM en las unidades experimentales.....	88
Figura 44. Añadiendo agua sin cloro a las unidades experimentales.	88
Figura 45. Removiendo a las unidades experimentales.....	89
Figura 46. Alistando las muestras de sustratos para realizar los análisis.....	89
Figura 47. Alistando las muestras de sustratos para realizar los análisis.....	90
Figura 48. Muestra del letrero del proyecto de tesis.....	90

I. INTRODUCCIÓN.

El creciente mercado de alimentos y fibras orgánicos ofrece oportunidades de exportación a los países en desarrollo y desempeña un papel importante para reducir la pobreza en las zonas rurales. La agricultura orgánica genera igualmente importantes beneficios ambientales y ayuda a los agricultores a mitigar el cambio climático y a adaptarse a él. Sin embargo, los países en desarrollo se enfrentan a diversos obstáculos a la hora de exportar productos orgánicos, como el cumplimiento de las exigencias de los compradores, la falta de información sobre requisitos y normas, los trámites de certificación y el establecimiento de relaciones con los compradores.

Los productores y exportadores de frutas y verduras orgánicas que tratan de vender sus productos en países desarrollados que han aprobado normas y reglamentos orgánicos tendrán que cumplir con las normas establecidas por el país importador interesado. En los Estados Unidos, el Japón y los países de la CE, los mayores mercados de productos orgánicos, las normas que se aplican a la producción orgánica interna valen también para los productos orgánicos importados. Existen reglamentos detallados que regulan la producción, importación, comercialización y etiquetado de los productos orgánicos.

Hasta ahora, los reglamentos de los gobiernos tratan esencialmente de las referencias al método de producción orgánica que se indica en las etiquetas. No definen las normas que rigen la utilización de marcas comerciales privadas o marcas de certificación. Lo cual supone que pueden ser complementados con sellos privados que garanticen la calidad en base a normas orgánicas privadas.

La actividad económica de las familias del distrito de Curimaná se sustenta en la producción agrícola, cultivándose principalmente el plátano, yuca y maíz, otros cultivos, como la palma aceitera y el cacao. Actualmente, la cadena productiva del cacao está optando por producirse de forma orgánica, tanto desde la siembra hasta el producto final (chocolate de cacao), para ser aceptable en el mercado internacional, sin embargo los estándares de calidad para la certificación como “Orgánico”, se han vuelto aún más exigentes.

La investigación se desarrolló con la finalidad de dar una alternativa de manejo de los residuos sólidos generados en un determinado distrito, aprovechando las 2.163 toneladas de residuos sólidos orgánicos que se generan diariamente en el casco urbano del distrito de Curimaná, utilizando técnica de fermentación aerobia de los residuos sólidos orgánicos para su estabilización como producto rico en nutrientes y útil para abonar las tierras y mejorar la manejabilidad de los cultivos. Contribuir al desarrollo de métodos de producción sostenible, mitigando los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente por el inadecuado manejo y aplicación de los fertilizantes sintéticos, por lo que se planteó los siguientes objetivos que son la Evaluación del tiempo de tiempo de descomposición y el contenido nutricional por acción de los EM (microorganismos eficientes) en abono orgánico como alternativa de sustitución de fertilizantes sintéticos.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Antecedentes de la investigación.

La investigación realizada en Cartago, Costa Rica denominada “Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando microorganismos eficientes de montaña (MEM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica” por Cruz (2009), concluye que, los Microorganismos Eficientes aislados de dos bosques secundarios mostraron ser efectivos para el manejo de desechos orgánicos de cocina, en cuanto a reducción de olores y disminución de lixiviados expelidos. Finalmente, la fácil reproducción de esta técnica de multiplicación y obtención de MEM, facilita la utilización de dichos microorganismos no solo para la generación de un pre-compost, sino también de muchos otros usos, con excelentes resultados comprobados.

En Guayaquil, Ecuador, Arias (2007) probó la utilidad de diferentes fuentes de microorganismos para determinar cuáles son los más eficientes dentro del manejo de desechos sólidos orgánicos generados en los comedores de ESPOL realizado a través de un proceso de compostaje, y acerca del uso de microorganismo eficientes concluye que se encontraron diferencias estadísticas no significativas dentro de los tratamientos, lo que indica que la aplicación de microorganismo en el manejo de desechos sólidos orgánicos de ESPOL es innecesaria puesto que éstos no genera ninguna diferencia que pueda solventar la inversión en este tipo de insumo para realizar el compostaje de estos residuos. Sin embargo, se encontraron poblaciones abundantes de hongos y levaduras en el compost, además de una gran concentración de minerales y nutrientes que enriquecen la composición de este abono.

El trabajo de investigación realizado en Guácimo, Costa Rica por Baltodano y Sotomayor (2002) denominado “Evaluación de manejo de desechos orgánicos domésticos en la EARTH”, tuvo como objetivo, evaluar tres diferentes sistemas de producción de abonos orgánicos a partir de los desechos orgánicos domésticos. Los tratamientos consistieron en dos pilas de producción de EM-compost, de las cuales, a una de éstas se le incorporó aireación por medio de un ventilador y un

tubo agujereado en el interior de la pila, mientras que la otra no recibió ningún tratamiento adicional; y un tercer tratamiento en donde se elaboró EM-bokashi en estañones. A estos tratamientos se les trató de determinar los tiempos óptimos de proceso de los diferentes métodos. Asimismo, se les analizó las calidades de los abonos obtenidos y se determinó cuál sistema es el más ecoeficiente tomando en cuenta los costos incurridos en el proceso. Se concluye que el método de elaboración del abono de tipo EM-compost con aireación fue el más ecoeficiente. Esto se debió principalmente a la velocidad de reducción del volumen del material, lo cual aporta un beneficio ambiental, la calidad del producto y la comodidad de operación.

En el departamento de Amazonas, Iliquin (2014) en su investigación “Elaboración de compost utilizando residuos orgánicos aplicando los métodos takakura y em-compost”, arribó a las siguientes conclusiones: i) El método Takakura fue el proceso más rápido en lo que respecta a la madurez del compost, con un promedio de 57.67 días; seguido por el método Em-compost con un promedio de 62 días. El testigo presentó un proceso más lento, con un tiempo promedio de madurez de 212.67 días. ii) El porcentaje del rendimiento del compostaje fue mayor en el método Em-compost, con un promedio de 19.90%, seguido por el método Takakura con un promedio de 19.11%. iii) El testigo obtuvo un rendimiento más bajo, con un porcentaje de 13.39%. Tanto el método Takakura como el método Em-compost obtuvieron una constante de temperatura y pH más rápido que el testigo, demostrando así la eficacia de los métodos para obtener con mayor rapidez un compost maduro y de calidad.

El trabajo realizado en la Universidad de Piura por Mendoza (2012) denominado “Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura”, tuvo como objetivo la elaboración de una propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en el campus de la Universidad de Piura. Se instalaron cuatro pilas de compostaje de estos materiales denominados “tratamientos”; además se evaluó el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces sobre la calidad físico-química y microbiológica del compost, junto con el grado de degradación alcanzado en cada uno de los tratamientos. La metodología de compostaje utilizada, se basó en un proceso

aeróbico de dos meses. Se realizaron volteos semanales de forma manual, riegos diarios para mantener la humedad óptima, medición de temperatura tres veces por semana, aplicación semanal de microorganismos eficaces en dosis pre establecidas, y toma de muestras cada dos semanas, para el análisis físico-químico, y cada semana, para el análisis microbiológico. Bajo las mismas condiciones ambientales, se determinó como más eficiente el tratamiento 2, con dosis de 1 L de EM-compost, ya que garantizó la obtención de un compost de buena calidad y generó menor porcentaje de residuos sin degradar durante el proceso.

La investigación realizada en el distrito de Los Olivos del departamento de Lima, denominada “Evaluación de microorganismos eficaces en procesos de compostaje de residuos de maleza” hecha por Rivera (2011) refiere acerca del uso de microorganismos eficaces en el compostaje, lo siguiente: Mediante la aplicación de microorganismos eficaces (EM) se mostró ser más eficiente por tener menos tiempo de compostaje (mitad de tiempo que el método convencional) en su descomposición. Esto se debió a la inoculación de los EM, lo cual estos bacterias aeróbicas y anaeróbicas aceleran la descomposición de la materia orgánica actuando como agentes catalizadores, y los volteos que se hizo para sus condiciones óptimos, y que finalizó su degradación en 7 semanas. Mientras tanto con el método convencional se determinó su tiempo de degradación en 12 semanas.

La investigación realizada en el Sector Neshuya-Curimana, Provincia de Padre Abad, denominada “Producción de Humus de lombriz de tierra (*Eisenia foétida*), a partir de Escobajo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) y Gallinaza” hecha por Ochoa (2014) refiere acerca de la utilización del escobajo de palma aceitera y gallinaza para producir humus de lombriz, Evaluando el contenido nutricional del humus de escobajo molido mezclado con gallinaza, en diferentes proporciones y su costo de producción. En la producción de compost, la proporción de escobajo/gallinaza 100/0, 70/30 y 60/40 perteneciente al T4, T3 y T2 respectivamente, presentan los mayores rendimientos, puesto que su producción está por encima de los 90 kg, sin embargo, la proporción 50/50

perteneciente al T1 presenta el mayor contenido de N y P con 2.6% y 1.99% respectivamente.

2.2. Materia orgánica.

La materia orgánica de los suelos es el producto de la descomposición química de las excreciones de animales y microorganismos, de residuos de plantas o de la degradación de cualquiera de ellos tras su muerte. En general, la materia orgánica se clasifica en compuestos húmicos y no húmicos. En los segundos persiste todavía la composición química e incluso la estructura física de los tejidos animales o vegetales originales. Los organismos del suelo descomponen este tipo de sustancias orgánicas dejando solamente residuos difícilmente atacables, como algunos aceites, grasas, ceras y ligninas procedentes de las plantas superiores de origen. El resto son transformados por parte de los microorganismos, reteniendo una parte como componentes propios (polisacáridos, por ejemplo). El producto de tal transformación es una mezcla compleja de sustancias coloidales y amorfas de color negro o marrón oscuro denominado genéricamente humus (Brady, 1984).

El humus constituye aproximadamente entre el 65 y el 75% de la materia orgánica de los suelos minerales. Los suelos minerales son los de un contenido de materia orgánica menor del 20%, ocupando el 95% de la superficie terrestre mundial. Los suelos con un mayor contenido en materia orgánica se denominan suelos orgánicos. El contenido medio aproximado de materia orgánica en los suelos de labor oscila entre el 1 y el 6 %. La consecuencia radiométrica de mayor interés debido al contenido en materia orgánica es la pérdida de reflectancia del suelo en el espectro visible, que se manifiesta en un oscurecimiento característico de este tipo de suelos. Así, por ejemplo, los suelos desarrollados en condiciones de pradera semiárida suelen presentar altos contenido en materia orgánica, razón por la cual ofrecen una pigmentación muy oscura. En regiones templadas y húmedas la pigmentación es menos acusada y muy poco aparente en los suelos de las regiones tropicales y subtropicales (Brady, 1984). Asimismo la materia orgánica del suelo, está constituida por todo tipo de residuos orgánicos, vegetales o animales que es incorporado al suelo (Brady, 1984). La materia orgánica es

esencial para la fertilidad y la buena producción agropecuaria. Los suelos sin materia orgánica son suelos pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de la plantas.

Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo y en la producción de plantas. La materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos y transformada en materia adecuada para el crecimiento de las plantas y que se conoce como humus. El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, o sea es materia orgánica no totalmente descompuesta.

2.2.1. Propiedades de la materia orgánica.

2.2.1.1. Propiedades físicas.

Las propiedades físicas de la materia orgánica presentan las siguientes características:

- Confiere al suelo un determinado color oscuro.
- Estructura. Influye tanto en la formación como en la estabilización de los agregados. Las sustancias húmicas tienen un poder aglomerante, se unen a la fracción mineral y dan buenos flóculos en el suelo originando una estructura grumosa estable, de elevada porosidad, lo que implica que la permeabilidad del suelo sea mayor.
- Tiene una gran capacidad de retención de agua lo que facilita el asentamiento de la vegetación, dificultando la acción de los agentes erosivos.
- La temperatura del suelo es mayor debido a que los colores oscuros absorben más radiaciones que los claros.
- Protege al suelo de la erosión. Los restos vegetales y animales depositados sobre la superficie del suelo lo protegen de la erosión hídrica y eólica. Por otra parte, como ya hemos mencionado, el humus tiene un poder aglomerante y da agregados que protegen a sus partículas elementales de la erosión.

- Protege al suelo de la contaminación. La materia orgánica adsorbe plaguicidas y otros contaminantes y evita que estos percolen hacia los acuíferos.
- Aumenta el rango de humedad en el que el suelo se comporta como friable (consistencia ideal para realizar el laboreo), debido a su capacidad de absorber agua y no manifestar plasticidad.
- Disminuye la densidad aparente del suelo ya que posee menor densidad (1.1 - 1.5 gr/cm³) que la fase inorgánica (2.65 grs/cm³) y además genera porosidad en el suelo.

2.2.1.2. Propiedades químicas y fisicoquímicas.

Las principales propiedades químicas y fisicoquímicas son las siguientes:

- Las sustancias húmicas tienen propiedades coloidales, debido a su tamaño y carga (retienen agua, hinchan, contraen, fijan soluciones en superficie, dispersan y flocculan).
- La materia orgánica es por tanto una fase que reacciona con la solución del suelo y con las raíces.
- Capacidad de cambio. La materia orgánica fija iones de la solución del suelo, los cuales quedan débilmente retenidos, están en posición 37 de cambio, evitando por tanto que se produzcan pérdidas de nutrientes en el suelo.
- La capacidad de cambio es de 3 a 5 veces superior a la de las arcillas, es por tanto una buena reserva de nutrientes.
- Influye en el pH. Produce compuestos orgánicos que tienden a acidificar el suelo.
- Influye en el estado de dispersión/floculación del suelo.
- Es un agente de alteración por su carácter ácido. Descompone los minerales, (Labrador, 2002).

2.3. Abono orgánico.

Actualmente existe una tendencia en agricultura a aumentar la variedad de abono con el objetivo de aumentar la productividad y la calidad. Esta tendencia conduce, en muchos casos, a un uso poco eficiente de los recursos naturales, entre ellos del agua y de los nutrientes, y al aumento del valor energético de las

actividades productivas. Entre los abonos orgánicos Estiércoles (guano, gallinaza, palomina) compost, turba, extractos húmicos y otros. El uso de los abonos orgánicos contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrimento y microorganismos. Se han desarrollado sistemas de producción alternativos, caracterizados por la ausencia de agroquímicos y la utilización frecuente de fuentes de materia orgánica manteniendo la fertilidad de la tierra como el humus, compost, abonos verdes, abonos líquidos y biofertilizantes. Con estos abonos se pueden conseguir mejores resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, la estabilidad estructural, regula el balance hídrico del suelo reteniendo los nutrientes y nivelando los niveles de pH (Salazar, 2003).

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden en el suelo con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas (Schwentenius *et al.*, 2007).

2.3.1. Importancia.

La importancia de los abonos orgánicos es disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos (Cervantes, 2008).

Uno de los aspectos importantes del abono orgánico radica en que a través de su uso se tiende a mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, se aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales se aportará posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos (Cervantes, 2008).

Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo

tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas. De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología (Cervantes, 2008).

2.3.2. Propiedades de los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades (Cervantes, 1997).

2.3.2.1. Propiedades físicas.

Estas propiedades físicas son las siguientes:

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico 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, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

2.3.2.2. Propiedades químicas.

Estas propiedades químicas son las siguientes:

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

2.3.2.3. Propiedades biológicas.

Estas propiedades biológicas son las siguientes:

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

2.3.3. Tipos de abonos orgánicos.

La RAAA (2002), describe que existen diferentes tipos de abonos, entre los principales tenemos:

2.3.3.1. Estiércol.

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Los estiércoles mejoran propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos. (Duran, E. 2004). Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La estimación de la cantidad producida por un animal puede hacerse de la siguiente manera:

- $\text{Peso promedio del animal} \times 20 = \text{cantidad de estiércol/animal/año.}$
- La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados.
- El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K.

Los estiércoles mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10 t/ha al año, y de preferencia de manera diversificada. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada.

Cuadro 1. Composición química del estiércol (o guano).

Contenido de elementos nutritivos en kg/tm de producto tal cual							
Producto	Materia seca	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S	Reacción Ácida (A) Básica (B)
Estiércol de vacuno	32	7	6	8	4	-	A
Estiércol de oveja	35	14	5	2	3	0,9	A
Estiércol de cerdo	25	5	3	5	1,3	1,4	A
Gallinaza	28	15	16	9	4,5	-	B
Purines	8	2	0,5	3	0,4	-	-
Estiércol vacuno establo	100	20	13	20			A
Estiércol de caballo	100	17	18	18			A
Estiércol oveja	100	40-50	15-20	35-40			B
Estiércol cerdo	100	20	14	18			A
Gallinaza	100	30-50	30-150	20-25			B

Fuente: Domínguez, 1990.

2.3.3.2. Gallinaza.

Uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede dar al suelo, es la gallinaza o estiércol de gallina, pues contiene nitrógeno, fósforo y potasio en buena cantidad. Sin embargo, para su buen aprovechamiento, primero se le debe hacer un buen curado.

El estiércol de gallina es un fertilizante que cuenta con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben los pollos y que son a base de balanceados concentrados (Moriya, 2007).

Cuadro 2. Composición nutricional de la Gallinaza.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	89,00
Energía metabolizable (aves)	Mcal/kg	0,80
Proteína	%	17,40
Metionina	%	0,10
Metionina + cistina	%	0,21
Lisina	%	0,32
Calcio	%	3,50
Fósforo disponible	%	1,30
Ácido linoleico	%	0,00
Grasa	%	1,30
Fibra	%	15,20
Ceniza	%	24,00

Fuente: Damarys, 2008.

2.3.3.3. Vacasa.

2.3.3.3.1. Efectos de vacasa en el suelo.

La acción o efecto del estiércol de ganado guarda relación íntima con la índole del suelo a que se le aplica; las llamadas tierra sueltas, por ejemplo, necesitan abundantes cantidades, se les abonará ligeramente, pero repetidas veces y poco antes de la época de siembra, por ser la nitrificación rapidísima.

Las tierras arcillosas, por el contrario, serán abonadas con mucha anticipación, aunque abundantemente también, porque la nitrificación es muy lenta y ha de emplearse en ellas estiércoles poco descompuestos, para hacer al terreno más suelto y facilitar la introducción del aire, colocándose a poca profundidad para que facilite se descomposición al contacto del aire indicado.

En las tierras calizas se empleará lo mismo que en las tierras ligeras, en proporciones reducidas y frecuentemente. Se cubrirá dicho estiércol con tierra, con la finalidad de hacerle conservar sus cualidades fertilizantes, extendiéndole previamente con una horquilla sobre la superficie del terreno (Rebolledo, 1970).

Cuadro 3. Composición del estiércol de ganado.

Agua	Materia Orgánica	Materia Mineral	Nitrógeno Total	Ácido Fosfórica	Potasio
818kg	164kg	18kg	3,4kg	1,3kg	3,5kg

Fuente: Alcina, 1978.

2.4. Compost.

En este proceso una fase sólida orgánica permite una actividad biológica eminentemente aeróbica ya que sirve de soporte físico y de matriz de intercambio de gases, facilita los nutrientes orgánicos e inorgánicos y el agua. Contiene microorganismos endógenos recoge los residuos metabólicos generados y actúa como aislante térmico.

Su aplicación tiene unos fundamentos sencillos, pero científicos y puede llegar a ser un arte. En cualquier caso, a pesar de su base biológica siempre es altamente interdisciplinar; pero sin desestimar sus señas de identidad, sus funciones y sus necesidades. El fracaso de la mayoría de instalaciones de

compostaje puede venir de tomar decisiones inadecuadas principalmente desde el punto microbiológico. Que funcione bien, que no haya problemas de malos olores depende fundamentalmente de la acción de los microorganismos y como el diseño y la gestión de planta favorece esta acción. Es un proceso productivo como cualquier otro. Las limitaciones de su aplicación pueden dividirse en extrínsecas e intrínsecas: en el primer grupo incluiríamos las de tipo político, social, económico y tecnológico; integrarían el segundo grupo las limitaciones del propio proceso (pH, temperatura, equilibrio aire/agua, de nutrientes y de biopolímeros) y de los materiales susceptibles de ser compostados (características físicas, contenido en agua, materia orgánica, nitrógeno y contaminantes).

2.4.1. Calidad de compost.

El compost es un abono orgánico que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen vegetal y animal que han sido descompuestos bajo condiciones controladas (Guerrero, 1993).

El compostaje se puede definir como un proceso biológico que transforma la materia orgánica en humus (abono orgánico, debido a la actividad de los microorganismos que se desarrollan espontáneamente). Los principales organismos implicados en la transformación biológica aeróbica de los residuos orgánicos son las bacterias, hongos, levaduras, etc.

Este proceso permite obtener un producto rico en materiales humificables, sales minerales y microorganismos beneficiosos para mejorar la estructura de los suelos y vida de las plantas. El compostaje es esencialmente un proceso microbiológico que depende, altamente, de las fluctuaciones de la temperatura en la pila. La temperatura dentro de la masa de compostaje determina la velocidad a la que muchos de los procesos biológicos toman lugar y juegan un rol selectivo en la evolución y sucesión de las comunidades microbianas (Guerrero, 1993).

En el proceso de compostaje se distinguen dos fases. Una primera fase o “fase activa”, dada principalmente por el desarrollo de reacciones de degradación, la materia orgánica disuelta es utilizada como fuente de carbono y

energía por los microorganismos para su metabolismo, está caracterizada por una intensa actividad microbiana y altas temperaturas, lo que conlleva una rápida descomposición de la materia orgánica y asegura la estabilidad del material. La segunda fase o “fase de maduración”, comienza cuando el suministro de materia orgánica fácilmente disponible es limitante, esta fase se caracteriza por un lento proceso de mineralización y humificación (Guerrero, 1993).

2.4.2. Fundamentos básicos del compostaje.

En este proceso una fase sólida orgánica permite una actividad biológica eminentemente aeróbica ya que: Sirve de soporte físico y de matriz de intercambio de gases, facilita los nutrientes orgánicos e inorgánicos y el agua, contiene microorganismos endógenos, recoge los residuos metabólicos generados y actúa como aislante térmico.

2.4.3. Proceso de formación del compost.

La velocidad de formación del compost depende de factores físicos y químicos. La temperatura es uno de los parámetros claves, así como algunas características físicas de los ingredientes del compost como el tamaño de las partículas y el contenido de humedad. Otras consideraciones físicas incluyen el tamaño y la forma del sistema que afectan la aireación y la tendencia a retener o disipar el calor.

2.5. Microorganismos eficientes (EM).

Según Greenheart - Guide (2009), menciona sobre EM lo siguiente: Consiste en una combinación de varios microorganismos normalmente encontrados en la comida o que se utilizan en procesos de producción de alimentos. El EM está compuesto de tres tipos principales de bacterias: las bacterias fototrópicas, levaduras y bacterias de ácido láctico.

Cuando la combinación efectiva de estos microorganismos entra en contacto con materia orgánica, se segregan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes. Al aplicarse a la tierra, la micro-flora y macro-flora se transforman, mejorando el equilibrio natural de tal manera que las bacterias que anteriormente causaban problemas son convertidas en bacterias que ayudan a restablecer la salud natural de la tierra. Todo ello ayuda a mejorar el

crecimiento de las plantas y sirve como excelente herramienta al utilizarse en combinación con técnicas sostenibles de agricultura orgánica.

Los Microorganismos Efectivos fueron desarrollados primeramente por el Profesor Teruo Higa de la Universidad Ryukus en Okinawa, Japón, durante muchos años de investigación y estudio que se completaron en 1982. Al principio, el EM se consideró como una alternativa al uso de químicos agrícolas, pero desde entonces ha evolucionado y se ha extendido su uso a la ganadería, los bio-remedios y los procesos industriales, para solucionar problemas medioambientales y en la promoción de la salud natural en los seres humanos.

Debe ser enfatizado, sin embargo, que el EM no es un químico sintético ni es un medicamento, sino tal vez una de las herramientas naturales más positivas que se han descubierto. Ha sido introducido cuidadosamente en nuestra biosfera común a lo largo de los últimos veinte años, y tiene un historial de resultados nada más que favorables para todas las formas de vida en la tierra.

FUNDASES (2009), menciona que los microorganismos eficaces toman sustancias generadas por otros organismos. Las plantas secretan sustancias que son utilizados por los EM para crecer, sintetizando sustancias como aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, antioxidantes, hormonas, y otras sustancias bioactivas. Contribuyen con el aumento de microorganismos naturales del medio, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

2.5.1. Bacterias fototróficas.

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones naturales de las plantas, MO y gases nocivos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias generadas son aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el desarrollo y crecimiento de las plantas. Los metabolitos son absorbidos por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficaces.

2.5.2. Bacterias ácido lácticos.

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por las bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementan la rápida descomposición de la 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.

2.5.3. Levaduras.

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las 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 EM como bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

2.5.4. Como actúan los microorganismos eficientes.

Según Higa (2002), se presenta las diferentes formas de EM:

2.5.4.1. EM-A.

Utilizando la mezcla básica de Microorganismo Efectivos (EM1), se pueden producir varios preparados diferentes, dependiendo de nuestra intención en su aplicación posterior. El preparado más utilizado es el EM-A, que significa "EM Activo", producido al mezclar un 5% de EM1 con un volumen igual de melaza de caña de azúcar y manteniéndolo a una temperatura constante de unos 30°C en un contenedor sellado durante una o dos semanas. Entonces se ha de comprobar el pH del EM-A. Si el pH está por debajo de 3,5 y el olor es agri dulce entonces sabremos que el proceso de fermentación del EM-A puede ser diluido en agua y utilizado para una gran variedad de propósitos incluida la eliminación de malos olores al espulverizarlo sobre animales de granja y sus cuadras, o añadiéndolo al agua que beben los animales para mantenerlos en un óptimo estado de salud. En el mundo de las plantas, se utiliza para ayudar a activar la germinación, el florecimiento, la fructificación y la madurez, además de

mejorar el crecimiento. El EM-A ha sido utilizado con éxito para aliviar malos olores en plantas de tratamiento de aguas fecales, donde ayuda además a reducir el volumen de lodos e incrementa la actividad de sedimentación al acelerar la descomposición orgánica del material.

2.5.4.2. EM-Bokashi.

El Bokashi se fabrica mezclando EM-A con material orgánico fresco y de buena calidad como salvado de arroz o de trigo, o harina de pescado, según la disponibilidad local. Esta mezcla se deja fermentar en un contenedor sellado durante dos semanas. El producto obtenido puede usarse para los siguientes fines:

- Acelerar la fermentación y descomposición anaeróbica de materiales de desecho orgánicos para hacer compost
- Añadirlo al alimento de animales para la mejora de su salud general e inmunidad natural.

2.5.4.3. EM-Compost.

Los excrementos animales, los restos orgánicos de la cocina, los restos de poda y hojas del jardín, etc., al ser mezclados con EM-A (aplicado con un pulverizador), y cubiertos para permitir la descomposición anaeróbica, resultarán en la producción de un compost muy rico y fértil en tan sólo 30-40 días, en lugar de los 4-6 meses habituales.

2.5.4.4. EM-5.

Esta es una mezcla de EM1, melaza, vinagre, aguardiente y agua que se fermenta en un contenedor sellado durante más de 30 días hasta que ya no emita más gas de fermentación (CO₂). También se pueden añadir hierbas con propiedades naturales como ajo, pimienta roja, etc., durante el proceso de fermentación. El EM-5 puede ser aplicado a todo tipo de plantas como preventivo de plagas destructoras de insectos, además de fortalecer el sistema inmune natural contra las enfermedades.

2.5.4.5. EM-X.

Esta es una versión especial del líquido de EM que ha sido certificada para el consumo humano. Una dosis diaria durante un periodo largo de tiempo reduce los radicales libres del cuerpo mejorando considerablemente el sistema inmune, y reduciendo la posibilidad de que se produzcan células cancerígenas en el cuerpo. El uso de microorganismos eficaces en nuestras vidas y por el medio ambiente Podemos utilizar los microorganismos eficaces en nuestra vida diaria de muchas maneras:

- Limpiando nuestras cocinas y baños con EM.
- Haciendo compost de los residuos orgánicos de nuestras cocinas.
- Utilizándolo al lavar la ropa.
- Mejorando la calidad de nuestra agua potable.

2.5.5. Aplicaciones.

Según Higa (2002), se presenta las diferentes formas de aplicaciones de EM:

2.5.5.1. En la agricultura.

Restablece el equilibrio microbiológico del suelo. Mejora las características físico-químicas Incrementa la producción de los cultivos y su protección. Conserva los recursos naturales (agricultura y medio ambiente más sostenible). En propagación aumento de velocidad y porcentaje de germinación por efecto hormonal. Aumento del vigor, crecimiento del tallo y raíces desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de probabilidades de establecimiento (supervivencia) de las plántulas. En las plantas genera un sistema de supresión de insectos y enfermedades en las plantas ya que pueden inducir a resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades. Consume los exudados de las raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

2.5.5.2. En los suelos.

Los efectos de los microorganismos eficaces en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas y supresión de enfermedades. Condiciones físicas: mejora estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce la compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. Se disminuye la frecuencia de riego (absorbe 24 veces más el agua de lluvia) evitando la erosión por el arrastre de partículas. Condiciones químicas: mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos separando las moléculas que los mantienen fijos. Microbiología: controla patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

2.6. Residuos sólidos generados en el distrito de Curimaná.

El término residuo sólido, está definido por la normatividad peruana de la siguiente manera “Aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente”, así lo establece el Art. 14 de la Ley N° 27314 – Ley General de Residuo Sólidos.

El Centro Huamán Poma de Ayala de Cuzco (2011), define a los residuos sólidos como “restos que se generan a partir de alguna actividad y que, por sus características, carecen de valor para quien los genera, pero pueden tener valor para otras personas: estos residuos que carecen de valor para nosotros, pueden ser aprovechados para su posterior reciclaje”, plasmada en su guía metodológica de manejo de residuos sólidos.

Para Umaña, Gil, Salazar, Stanley y Bessalel (2003), un residuo sólido se define como “Todo material descartado por la actividad humana, que no teniendo utilidad inmediata se transforma en indeseable”.

2.7. Clasificación de los residuos sólidos.

Basados en la décima Disposición Complementaria, Transitoria y Final de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, clasifican a los residuos sólidos por su origen de generación, de esa manera se tienen los siguientes tipos:

- Domiciliarios.
- Comerciales.
- De limpieza de espacios públicos.
- De los establecimientos de atención de salud y centros médicos de apoyo.
- Industriales.
- De las actividades de construcción.
- Agropecuarios.
- De instalaciones o actividades especiales.

Para efecto de la investigación, hablaremos solamente de los residuos sólidos de tipo domiciliarios y de pequeñas industrias madereras.

2.8. Resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos del distrito de Curimaná.

El Comité Central con Desarrollo al Futuro de Curimaná en convenio con la Cooperación Técnica Belga (CTB), realizaron el 2016 el estudio de caracterización de residuos sólidos de la zona. En el “INFORME DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CAPITAL DISTRITAL DE CURIMANA”, se revela lo siguiente:

Cuadro 4. Composición física de residuos sólidos del casco urbano del distrito de Curimaná.

	MATERIALES	%
1	Materia Organica	94.05
2	Papel	0.21
3	Cartón	0.21
4	Vidrio	0.10
5	Plástico PET	0.93
6	Plástico duro	1.57
7	Bolsas	1.57
9	Latas	0.46
10	Metales ferrosos	0.04
11	Restos de medicina, focos, etc	0.03
12	Otros (ceniza, porcelana)	0.82
	Total	100

Fuente: CTB y Comité Central con Desarrollo al Futuro de Curimaná. 2016. Informe de la caracterización de residuos sólidos urbanos en la capital distrital de Curimaná.

El cuadro anterior, presenta la composición física de residuos sólidos del casco urbano de Curimaná, se observa que la materia orgánica (restos de comida) representa un importante 94.05 % del total de residuos sólidos. Con respecto al material reciclable, los plásticos se encuentran en un 4.07% del total de los residuos sólidos, siendo el más predominante el plástico de alta densidad duro con un 1.57% del total, como también el plástico PET 0.93 % del total de

residuos, las bolsas 1.57% del total. Estos indicadores reflejan los hábitos de consumo, aunque no son porcentajes altos como lo representa la materia orgánica, pero el uso generalizado de los envases y empaques desechables va en aumento en la actualidad. Otros de los materiales reciclables es el papel (blanco, periódico, mixto) representa un 0.21% del total, latas 0.46% del total, y el vidrio alcanza hasta un 0.10% del total de los residuos.

2.9. Disponibilidad de residuos sólidos del tipo orgánico en el distrito de Curimaná.

En el portal web Nuestra esfera (28 de mayo 2014) clasifican a los residuos sólidos según:

- La fuente de origen: Domiciliarios, industriales, hospitalarios, de construcción, entre otros.
- Su biodegradabilidad: Orgánicos e inorgánicos.
- La composición: Papeles y cartones, vidrios, entre otros.

Para efecto de la siguiente investigación, tomaremos como referencia a la clasificación según la biodegradabilidad del residuo, orientándose específicamente a los residuos orgánicos. Los residuos sólidos orgánicos son denominados así por ser residuos que provienen de organismos vivos (vegetal o animal), se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final. Mediante un tratamiento adecuado, pueden reaprovecharse como mejoradores de suelo y fertilizantes (compost, humus, abono, entre otros), definición del Centro Guaman Poma de Ayala (2011).

En Curimaná se estima que se produce 2.30 Toneladas (t) de residuos domiciliarios al día de los cuales, son residuos orgánicos 2.16 t que representa al 94.05% del total generado, según lo revela el estudio de caracterización realizado (CTB y Comité Central con Desarrollo al Futuro de Curimaná, 2016). La composición física de los residuos orgánicos en su mayoría son restos de cocina, probablemente restos de comida así como también cáscaras de frutas y hortalizas que se cosechan en Curimaná.

Los residuos orgánicos son una parte importante de los desechos sólidos municipales. La mayoría se originan principalmente dentro de los hogares, en los

comercios, y de forma secundaria en instituciones y centros industriales (Desechos sólidos orgánicos, 2014).

2.10. Composición física y química de los residuos orgánicos.

Los desechos orgánicos son biodegradables y pueden ser procesados en presencia de oxígeno para su compostaje, o en la ausencia de oxígeno mediante la digestión anaeróbica. Ambos métodos producen un efecto acondicionador de suelos, una especie de abono o fertilizante, que si se prepara correctamente también puede ser utilizado como una valiosa fuente de nutrientes en la agricultura urbana. La digestión anaerobia también produce gas metano y por tanto supone una importante fuente de bio-energía (Desechos sólidos orgánicos, 2014).

2.10.1. Composición física.

Dentro de las propiedades físicas a considerar en la gestión integral de residuos sólidos encontramos el peso, el porcentaje de humedad y el peso específico (o densidad) de estos (Residuos sólidos, 2010).

2.10.1.1. Peso.

Para hacer referencia a los residuos sólidos usualmente se utilizan unidades de peso (gramos, kilogramos, toneladas, etc.) y se hace referencia a si el peso es húmedo o seco, es decir si los residuos contienen o no humedad. Cuando se menciona el peso húmedo este corresponde al peso de los residuos tal y como se generan.

2.10.1.2. Peso específico.

La densidad o el peso específico de los residuos sólidos nos sirven principalmente para determinar el volumen ocupado por una masa de residuos. Sus unidades en el SI son (kg/m³).

2.10.1.3. Porcentaje de humedad.

El porcentaje de humedad se determina a partir de la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de los residuos con respecto al peso húmedo o peso total de los residuos. El porcentaje de humedad se calcula con la siguiente formula:

$$\%H_2O = (W_w - W_d) / W_w \times 100$$

Dónde: W_w corresponde al peso húmedo y W_d al peso seco.

Cuadro 5. Contenido de humedad y densidad del residuo sólido de tipo orgánico.

Tipo de Residuos	%H ₂ O	Densidad (kg/m ³)
Orgánicos	70	291
Papel	6	89
Cartón	5	50
Plásticos	2	65
Textiles	10	65
Vidrio	2	196
Aluminio	2	160
Metales Ferrosos	3	320
Residuos Sólidos Urbanos	15	130
Residuos Sólidos Urbanos Compactados	20	297
Residuos en el Relleno Sanitarios	25	600-900

Fuente: <http://gestionintegralresiduos.blogspot.pe>

2.10.2. Composición química.

La composición de los residuos sólidos nos sirve principalmente para los procesos de tratamiento de éstos. Principalmente se utiliza para hacer diseños de sistemas de incineración de residuos pero también nos sirve para todos los tratamientos biológicos como el compostaje y la digestión anaeróbica. También nos sirve conocer la composición química para estimar la generación de biogás en los rellenos sanitarios.

Cuadro 6. Composición Química del residuos sólido del tipo orgánico (% peso en base seca).

Componente	C	H	O	N	S	Ceniza
Orgánicos	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5
Papel	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6
Cartón	44	5,9	44,6	0,3	0,2	5
Plásticos	60	7,2	22,8	-	-	10
Textiles	55	6,6	31,2	4,6	0,15	2,5

Fuente: <http://gestionintegralresiduos.blogspot.pe>

2.10.3. Contenido energético.

Los residuos, al contener Carbono, Hidrógeno y Oxígeno tienen un contenido energético que les permite en algunos casos reemplazar a algunos combustibles. Hoy en día es común encontrar, en la lucha para combatir el calentamiento global, que los residuos son incinerados o utilizados como sustitutos de combustibles. En algunos casos se utilizan residuos de madera, llantas, huesos y carne, textiles y en general residuos sólidos domiciliarios sin residuos peligrosos.

Cuadro 7. Contenido energético del residuo sólido del tipo orgánico.

Componente	kJ / kg	
Orgánicos	4650	
Papel	16750	
Cartón	16280	
Plásticos	32560	
Textiles	17450	
Vidrio	140	

Fuente: <http://gestionintegralresiduos.blogspot.pe>

2.10.4. Biodegradabilidad.

La biodegradabilidad, entendida como la capacidad de degradarse por la acción de agentes biológicos (insectos y microorganismos) dado principalmente a su composición química traducida como la disponibilidad de carbohidratos simples (C-H-O). En la biodegradabilidad es importante tener en cuenta el contenido de lignina (constituyente de las paredes celulares de las células fibrosas - cáscaras, cortezas, raíces, etc.) el cuál determina la fracción biodegradable de los residuos. La fracción biodegradable se puede determinar a partir de la siguiente fórmula:

$$BF = 0,83 - 0,028 LC$$

Dónde: BF es la fracción biodegradable y LC es el contenido de lignina.

Cuadro 8. Contenido de lignina y fracción biodegradable del residuo sólido del tipo orgánico.

Componente	Contenido de Lignina	Fracción Biodegradable (%)
Orgánicos	0,4	82
Papel Periódico	21,9	22
Papel Blanco	0,4	82
Cartón	12,9	47
Residuos de Jardín	4,1	72

Fuente: <http://gestionintegralresiduos.blogspot.pe>

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación y duración del trabajo de investigación.

El proyecto de investigación se desarrolló en un terreno ubicado a 3 km.200m, de Curimaná, la cual fue cedida a este proyecto por medio de la Municipalidad de Curimaná, Provincia de Padre Abad, Departamento de Ucayali, Región Ucayali, Perú. Con una duración de 4 meses.

3.2. Condiciones edafoclimáticas.

Según el Sistema Holdrige se clasifica como “bosque húmedo tropical” y según la clasificación de los bosques amazónicos pertenece al ecosistema “bosques tropicales semi-siempre verde estacional” (COCHRANE, 1982).

3.3. Materiales, insumos, herramientas y equipos.

3.3.1. Materiales.

- Guía de observación, fichas, formatos de recolección de datos.
- Libreta de campo.
- Costales de polietileno.
- Cinta métrica.

3.3.2. Insumos.

- Trampa de EM (arroz cocinado sin sal y sin aceite).
- Insumos para la preparación de los EM.
- Aserrín de bolaina.
- Microorganismos eficientes.
- Residuos sólidos orgánicos.

3.3.3. Herramientas.

- Pala.
- Rastrillo.
- Botas.
- Baldes de 20 litros.
- Machete.
- Regadera.
- Cilindro de 50 L.

3.3.4. Equipos.

- Balanza de 1, 5, 50 kg de capacidad.
- Cámara fotográfica.
- Laptop.
- Termómetro.
- phmetro.
- Calculadora.

3.4. Población y Muestra.

3.4.1. Población.

La población está conformada por la cantidad de toneladas de residuos sólidos generados por los habitantes del distrito de Curimaná, la cual según el estudio de caracterización realizada es de $0.280 \text{ kg} \times \text{hab.} \times \text{día}$, $0.280 \times 8226 = 2.30 \text{ t}$; el 94.05% es orgánico es decir $0.263 \text{ kg} \times 8226 = 2163 \text{ 000 kg} = 2.163 \text{ t}$.

3.4.2. Muestra.

La muestra total de Residuos sólidos orgánicos consta de 1600 kg para la cual se necesitó las siguientes cantidades de sustratos o componentes:

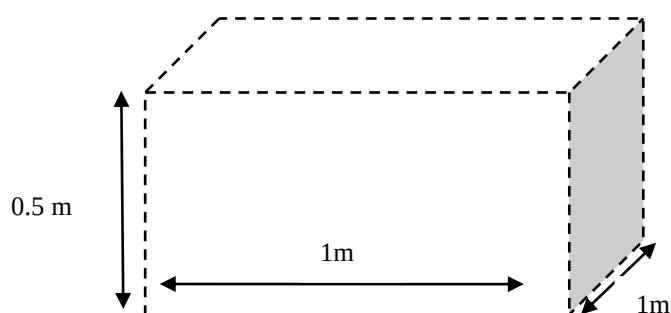
- Residuos sólidos orgánicos: 1360 kg.
- Aserrín: 240 kg.
- Microorganismos eficientes: 4 litros en cada cama de 100 kg.

3.5. Metodología de investigación.

El trabajo de investigación tuvo una duración de cuatro meses a partir de la fecha de instalación que fue en el mes de Junio del 2017, hasta Octubre del 2017.

El sustrato estuvo constituido por un total de 1600 kg que comprende de 1360 kg de RR.SS orgánicos, 240 kg de aserrín y 62 litros de Microorganismos.

Posteriormente se organizó los siguientes sustratos ubicándolos de la siguiente manera en cajones de bolaina de 1m x 1m x 0.5m:



Área total experimental: 56.25 m²

Área del cajón: 0.5 m³

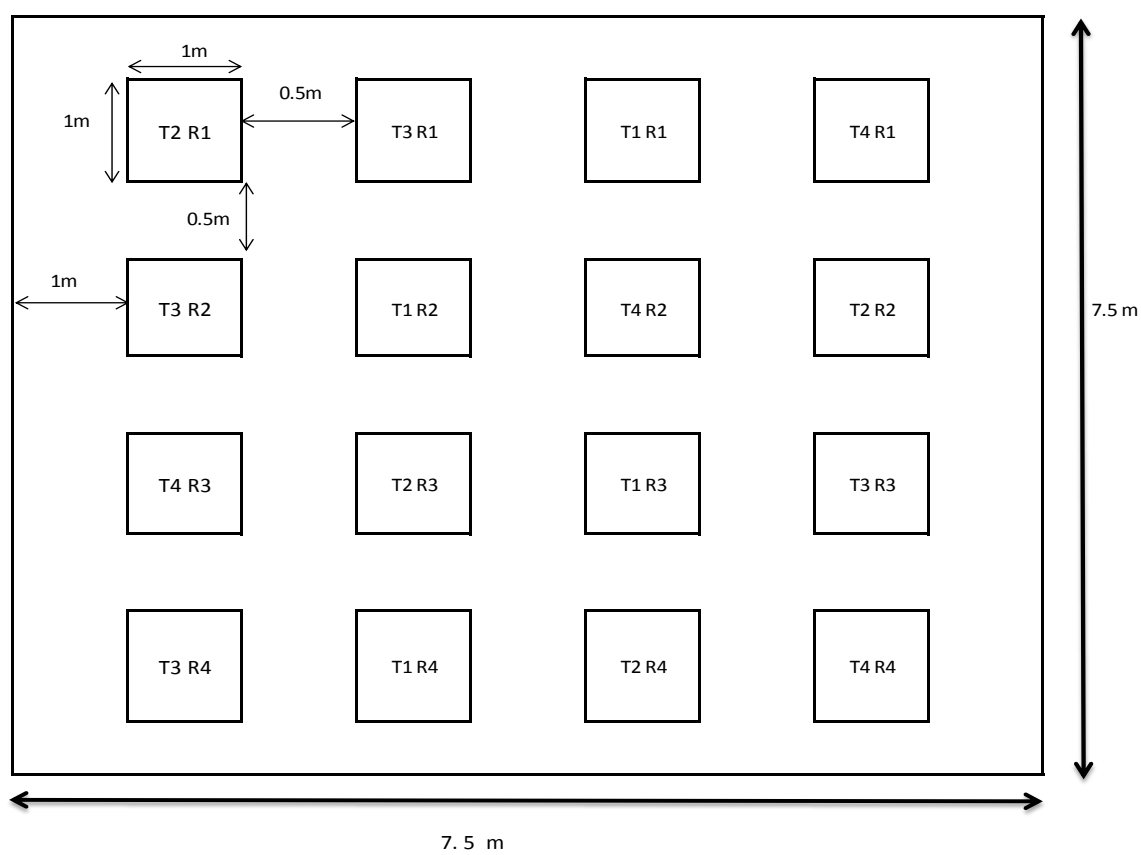
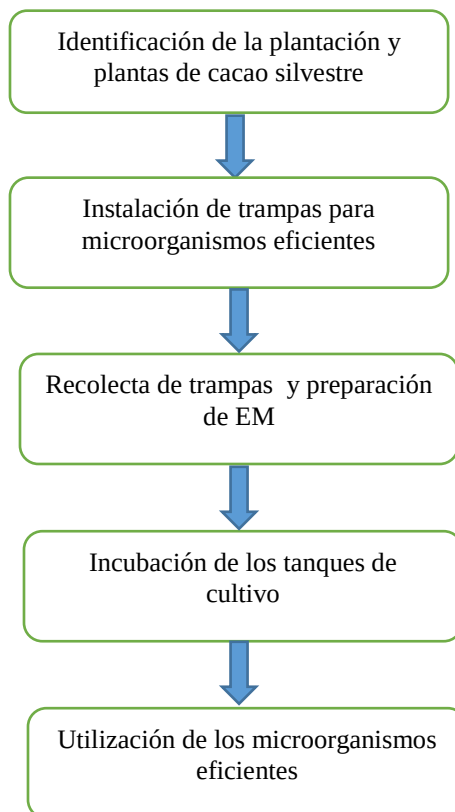


Figura 1. Vista del área experimental, la distribución y las dimensiones de los cajones experimentales.

3.5.1. Elaboración de los microorganismos eficientes.

Para la producción de los microorganismos eficientes, se propone el siguiente flujo de proceso:



3.5.1.1. Preparación de trampas e Instalación en las parcelas de cacao.

Se siguió los siguientes procedimientos:

- Se inicia la preparación de las trampas cocinando el arroz sin sal y sin aceite (arroz pango), dejar enfriar un poco y posteriormente colocarlos en los vasos descartables con las mallas mosquitera plástica en la boca del vaso y asegurándolos con las ligas.
- Una vez alistado las trampas para la captura se lleva a las parcelas de cacao silvestre para su respectiva instalación a planta de pie, colocando los vasos boca-bajo en contacto con el suelo o la hojarasca.
- Luego se espera alrededor de 7 días aproximadamente dependiendo de las lluvias, ya que los climas húmedos o lluviosos favorecen a la captura de estos microorganismos y la vida microbiana para su posterior preparación.

3.5.1.2. Procedimientos para la preparación de los EM.

Se siguió los siguientes procedimientos:

- Una vez recolectado los vasos (las trampas de arroz) con los crecimientos microbianos son licuados rápidamente con un poco de agua y se coloca el licuado en un balde con agua sin cloro.
- Luego se prepara las levaduras, pesar 1 kg de levaduras más dos litros de agua sin cloro y tibia más 12 cucharadas de melaza y mezclar; esperar a que inicie la formación de espuma.
- Luego agregar las levaduras activadas al balde.
- Agregar 16 litros de leche más 1 kg de queso serrano (bacterias lácteas) al balde, luego verter el contenido del balde a la galonera de 50 litros.
- Agregar los 16 litros de melaza al balde e ir disolviéndolo uniformemente en agua.
- Agregar todo el contenido del balde a la galonera de 50 litros.
- Completar el contenido de la galonera con agua sin cloro.
- Posteriormente colocar una tela en la boca de la galonera y asegurarla con la pretina o ligas.
- Dejarlo fermentar por un espacio de 20 días para luego utilizarlo.

3.5.2. Elaboración del Compost enriquecido con EM.

Se siguió los siguientes procedimientos:

- Al llegar al Comité Central con Desarrollo al Futuro de Curimaná teníamos en primera instancia que realizar la concientización a cada una de las viviendas del distrito para que cada poblador coloque sus RR.SS orgánicos por separados de los inorgánicos, esta actividad es muy importante para una mejor descomposición y preparación del compost.
- Después de un par de semanas de realizar la actividad de concientización se empezó a la recolección de los RR.SS orgánicos conjuntamente con los recogedores de basura de la Municipalidad de dicho distrito para acopiar en la planta piloto o planta procesadora de compost.
- Luego al ver que los recogedores de basura hacían su labor, se procedía a elaborar los cajones de bolaina de 1x1x0.5 metros para ir colocando los sustratos con sus tratamientos correspondientes en cada unidad experimental.

- Estas actividades anteriores daban tiempo a que los EM entraran en fermentación y estén aptos para su uso y enriquecimiento al compost.
- Una vez elaborado los EM y dejado fermentar por 20 días como mínimo se procede a elaborar el compost triturando en primer momento los residuos sólidos orgánicos para una mejor descomposición. Los RR.SS orgánicos de trituraron en una máquina trituradora de origen Brasileira.
- Luego se procede a acopiar los sustratos triturados en sus cajones correspondientes con el volumen de aserrín correspondiente al tratamiento.
- Se procede a añadir 2 litros de EM en cada cajón (unidad experimental) para enriquecer y agilizar su descomposición, previamente con una remoción y añadimos agua para su humectación y el desarrollo microbiano.
- Luego de su aplicación se tapa para dejar reposar y que empiece su descomposición.
- Para un buen manejo del compost se procede a su volteo y humectación cada 2 o 3 días dependiendo del clima y la temperatura ambiente del lugar, para ello evaluábamos los sustratos con un termómetro y phmetro.
- Al transcurrir los 30 primeros días después de su instalación, se procede a añadir los otros 2 litros de EM diluidos en 20 litros de agua sin cloro.
- Al llegar al primer mes de su descomposición se realizó las primeras evaluaciones que consistía en las mediciones de volumen y peso de cada unidad experimental; asimismo a los 60 días, es decir la culminación de descomposición y lo establecido en el proyecto de tesis.

3.6. Tratamientos en estudio.

Cuadro 9. Tratamientos en estudio.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION		
	Residuos sólidos orgánicos domiciliarios (%)	Aserrín (%)	Microorganismo eficiente (litros)
T1	100	0	4
T2	90	10	4
T3	80	20	4
T4	70	30	4

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño completo al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, se utilizó la prueba de promedio de Duncan de 95% de grados de libertad y un $\alpha = 0,05$ si se encuentra diferencia significativa.

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

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera, j – ésima observación en el i –ésimo tratamiento en estudio.

U = Media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento en estudio

E_{ij} = Error residual.

Esquema del ANVA.

F.V.	G.L.
Tratamiento	3
Error	12
Total	15

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. Descomposición de los residuos sólidos.

4.1.1. Tiempo de descomposición.

El análisis de variancia para esta variable demostró diferencias altamente significativas entre tratamientos mas no entre bloque, destacando el tratamiento 1 con menor tiempo de descomposición que los demás, corroborando los resultados de Rivera (2010), quien encontró que con la aplicación de EM en un proceso de compostaje de residuos de maleza disminuyo la degradación del compost hasta en 7 semanas, mientras que con el método convencional se demora hasta 12 semanas, Los resultados se muestran en el cuadro 10 y figura 02. Lo que podemos deducir del cuadro 10 es que entre el T1 y el T4 hay una diferencia de 18 días que hace que el T1 se descompuso en menos tiempo y con mayor eficacia.

Cuadro 10. Resultados del tiempo de descomposición.

Tratamientos	días	significación
1	39	d
3	41	c
2	46	b
4	57	a

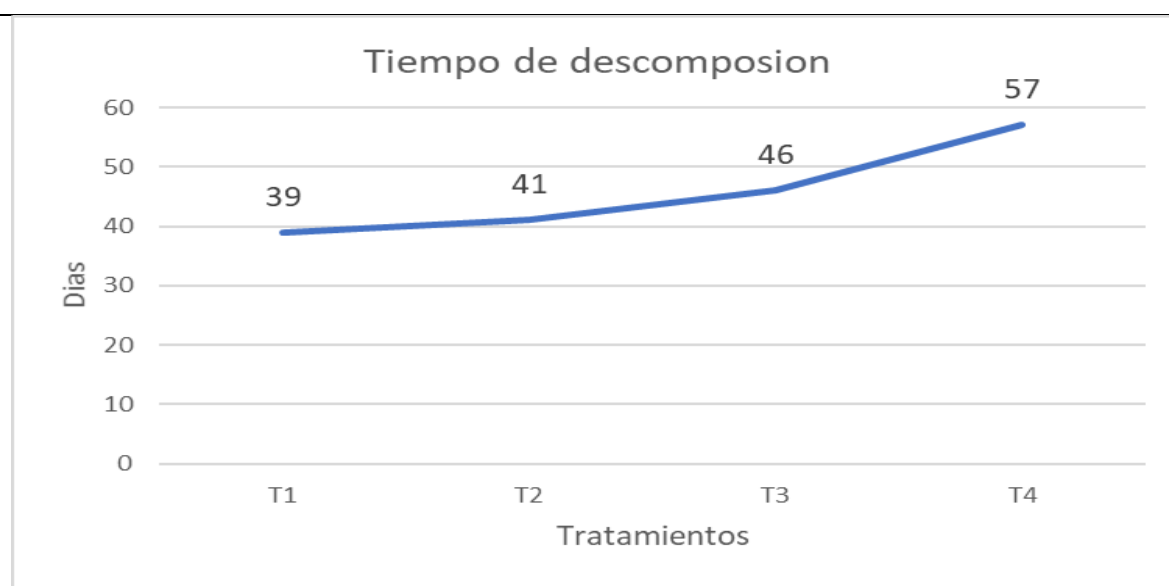


Figura 2. Tiempo de descomposicion.

4.1.2. Peso del compost a los 30 y 60 días después de la descomposición de los residuos sólidos.

La descomposición en peso de los residuos sólidos efectuada a los 30 días después de la instalación del ensayo determino que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, destacando los tratamientos 1, 3 y 2 con 35.1., 32.1 y 27.0, superiores al valor mostrado por el T4 con 9.7, como se muestra en el cuadro 11 y en la figura 03.

Cuadro 11. Resultados de la descomposición en peso (Kg) a los 30 días.

Tratamientos	Peso promedio	significación
1	35.17	a
3	32.12	a
2	27.05	a
4	9.72	b

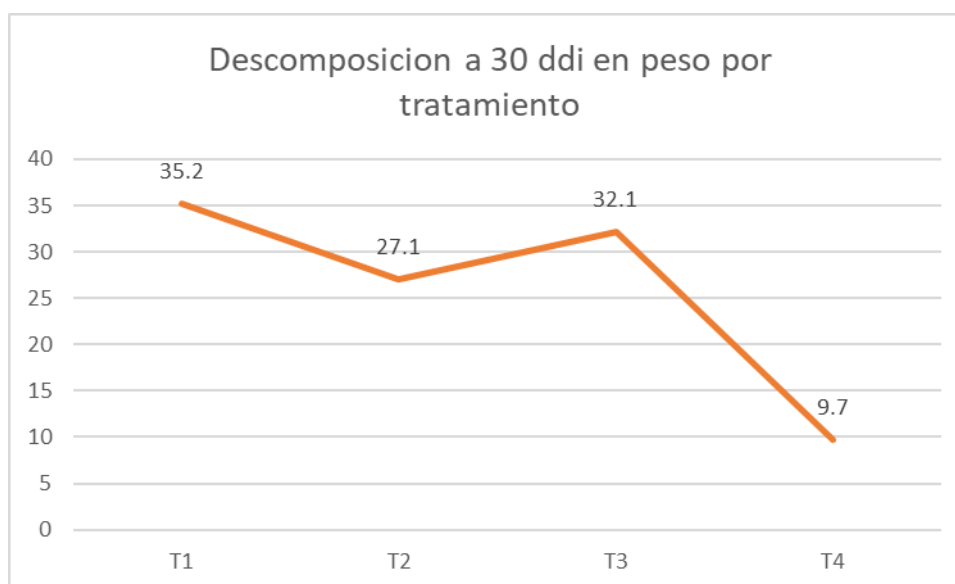


Figura 3. Descomposición en peso a los 30 días.

Por otro lado, la descomposición en peso de los residuos sólidos realizada a los 60 días después de la instalación del ensayo demostró diferencias estadísticas para esta variable, destacando los tratamientos 1, 3 y 2 con 33.9, 32.2 y 22.3, superiores al valor mostrado por el T4 con 14.5, como se muestra en el Cuadro 12 y en la figura 04.

Cuadro 12. Resultados de la descomposición en peso a los 60 días.

Tratamientos	Peso promedio	significación
1	33.92	a
3	32.22	a
2	22.30	a
4	14.57	b

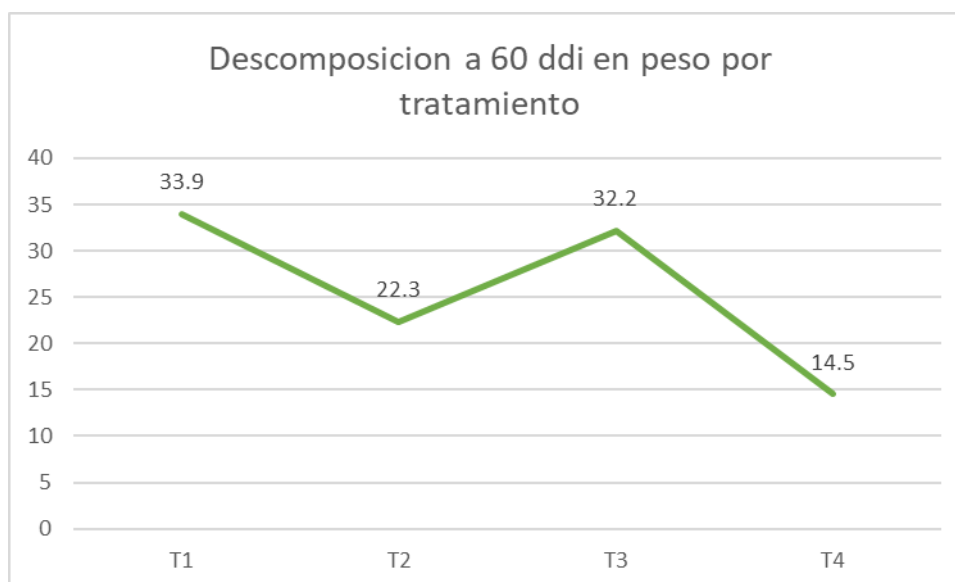


Figura 4. Descomposición en peso a los 60 días.

En relación a la descomposición total se ha demostrado que los tratamientos 1 y 3 fueron superiores para esta variable comparado a los valores promedios de los tratamientos 2 y 4, entre los que no se encontró diferencias significativas, conforme se observa en el Cuadro 13 y figura 5.

En el cuadro 13 se observa una lenta descomposición en el tratamiento 4 debido a que es un tratamiento que contiene un mayor porcentaje de aserrín y por lo consiguiente contiene mayor porcentaje de lignina el cual es una sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia.

Cuadro 13. Resultados de la descomposición total.

Tratamientos	Peso promedio	significación
1	69.10	a
3	64.35	a
2	49.35	b
4	24.30	b

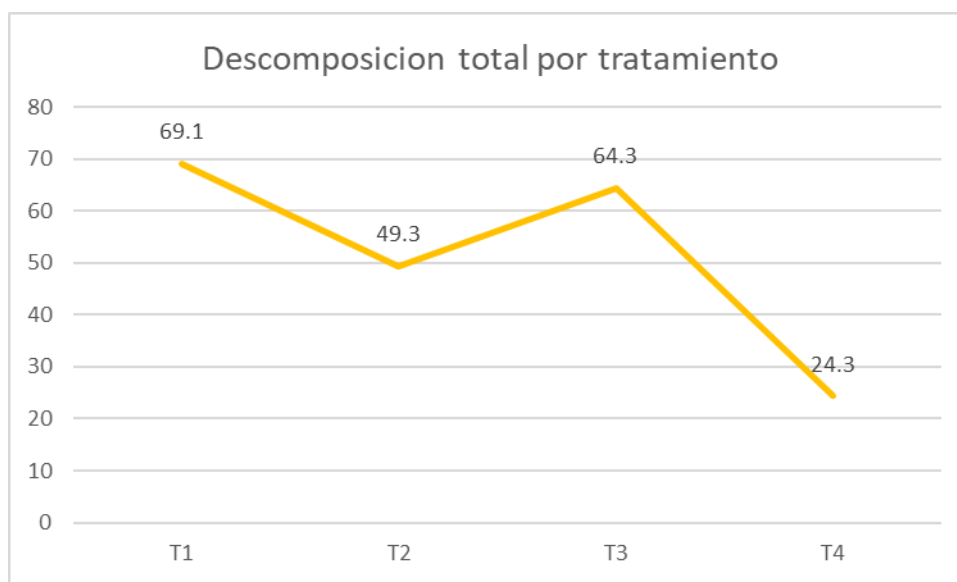


Figura 5. Descomposición total.

4.1.3. Volumen del compost a los 30 y 60 días de la descomposición de los residuos sólidos.

Respecto a la descomposición en volumen de los residuos sólidos, los resultados a los 30 días después de la instalación, demuestran que existen diferencias entre los tratamientos estudiados, de modo que, el tratamiento 4 con 0.30 m³ supera estadísticamente a los demás tratamientos que lograron 0.22, 0.20 y 0.11 m³ para T3, T2 y T1, respectivamente, conforme se observa en el cuadro 14 y figura 06.

Cuadro 14. Resultados de la descomposición en volumen a los 30 días.

Tratamientos	m ³	significación
4	0.30	a
3	0.22	ab
2	0.20	ab
1	0.11	b

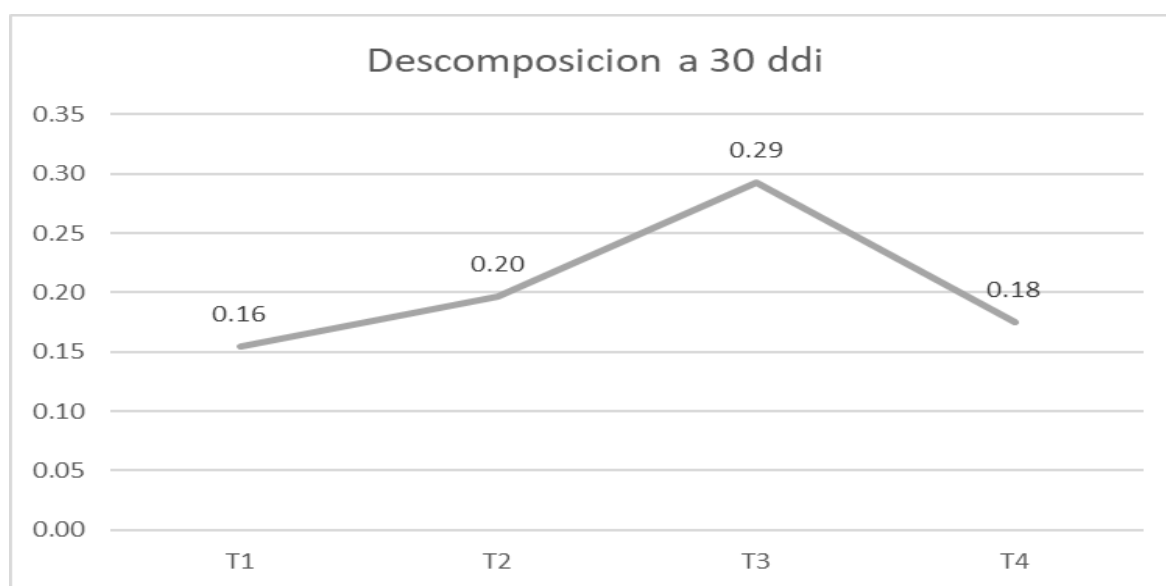


Figura 6. Descomposición en volumen a los 30 días.

De igual forma, la descomposición en volumen de los residuos sólidos a los 60 días después de la instalación, denota diferencias significativas en los promedios, de tal forma que, el tratamiento 4 con 0.27 m³ supera estadísticamente a los demás tratamientos que lograron 0.16, 0.14 y 0.05 m³ para T3, T2 y T1, respectivamente, conforme se observa en el Cuadro 15 y figura 07.

Cuadro 15. Resultados de la descomposición en volumen a los 60 días.

Tratamientos	m ³	significación
4	0.25	a
3	0.22	ab
2	0.20	ab
1	0.11	b

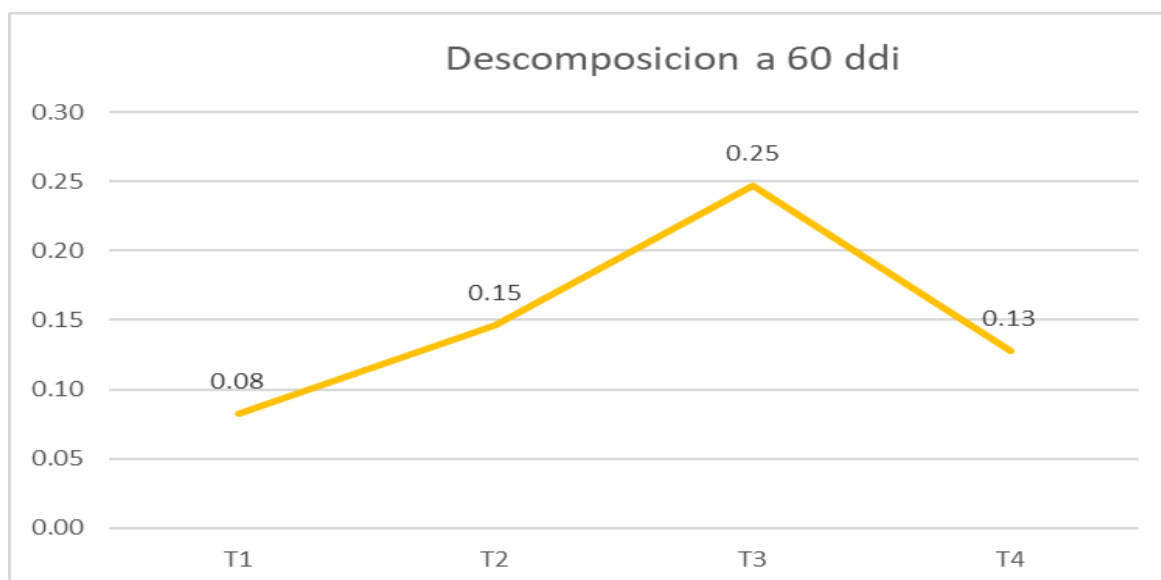
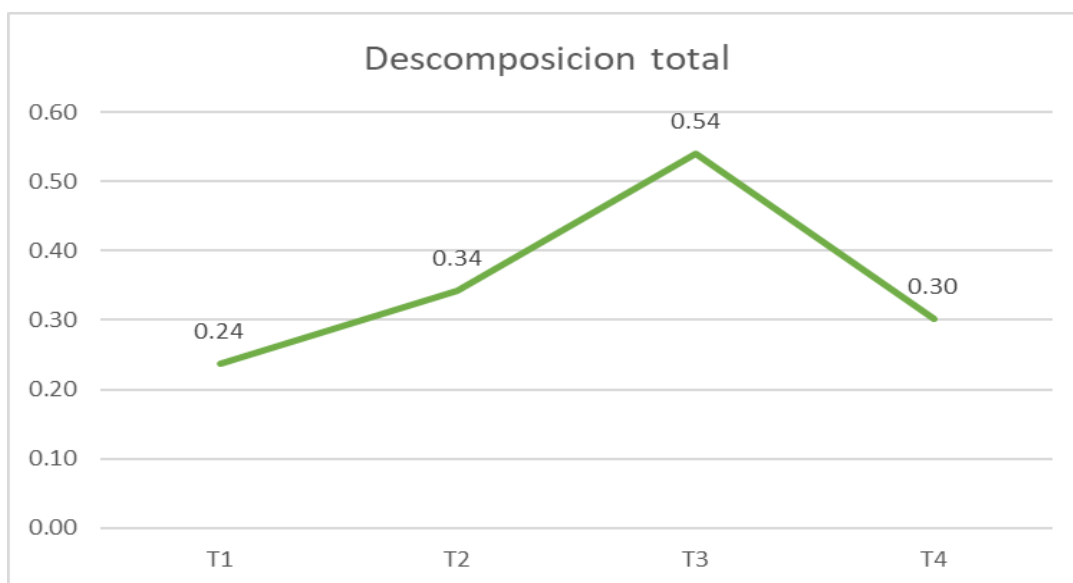


Figura 7. Descomposición en volumen a los 60 días.

Finalmente, los valores promedios de la descomposición total para esta variable, destaca la superioridad de los tratamientos 4, 3 y 2, respecto al tratamiento sin aserrín, conforme se observa en el Cuadro 16 y figura 08.

Cuadro 16. Resultados de la descomposición en volumen total.

Tratamientos	m ³	significación
4	0.54	a
3	0.34	ab
2	0.30	ab
1	0.24	b

**Figura 8.** Descomposición en volumen Total.

4.2. Contenido nutricional del compost.

4.2.1. Contenido de materia orgánica.

El contenido de materia orgánica al finalizar la descomposición de los residuos sólidos enriquecidos con EM, demuestra que no hubo diferencias entre los tratamientos estudiados, con valores que oscilan entre 40.85 y 54.26 % de materia orgánica, para los tratamientos 3 y 1, respectivamente, conforme se aprecia en el Cuadro 17 y figura 09.

Cuadro 17. Resultados del porcentaje de materia orgánica por tratamiento.

Tratamientos	%	significación
1	54.26	a
2	52.13	a
4	50.81	a
3	40.85	a

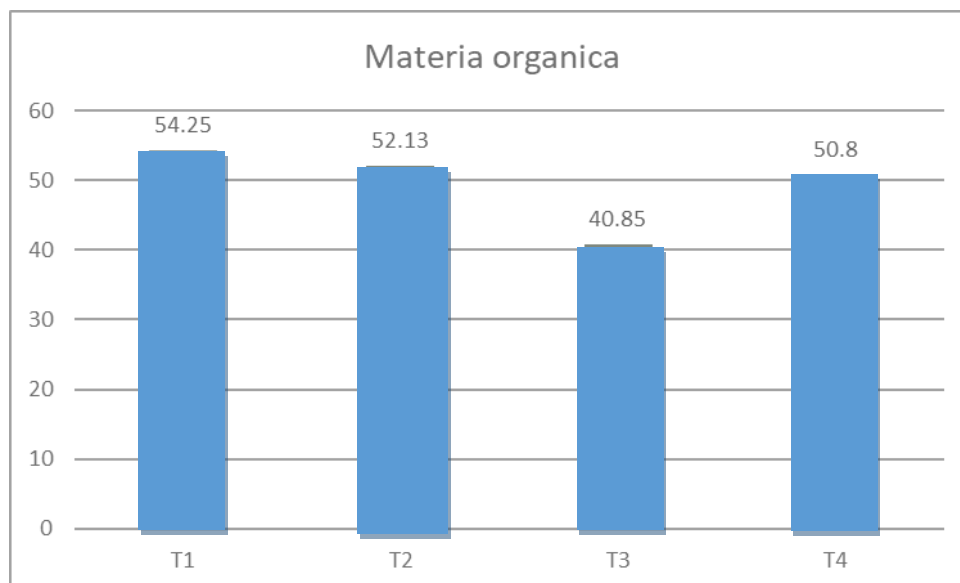


Figura 9. Porcentaje de materia orgánica por tratamiento.

4.2.2. Contenido de nitrógeno mineral.

El rango adoptado por la FAO (2013) y Martínez (2013) para este elemento en el compost oscila entre valores de 0.3 a 1.5 %. Por ello, el contenido de nitrógeno mineral al finalizar la descomposición de los residuos sólidos enriquecidos con EM, demuestra estar por debajo de dichos estándares y además, no muestra diferencias entre los tratamientos estudiados, con valores que oscilan entre 0.20 y 0.25 % de nitrógeno mineral, para los tratamientos 2 y 3, respectivamente, conforme se destaca en el Cuadro 18 y figura 10.

Cuadro 18. Resultados del contenido de nitrógeno mineral por tratamiento.

Tratamientos	Porcentaje promedio	significación
3	0.25	a
1	0.23	a
4	0.23	a
2	0.20	a

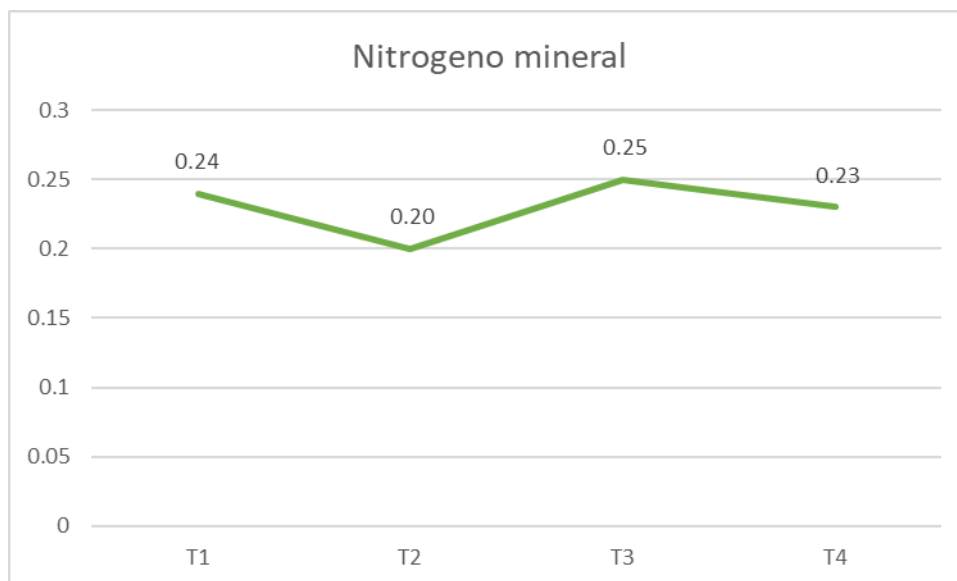


Figura 10. Contenido de nitrógeno mineral por tratamiento.

4.2.3. Relación C/ N.

Tomando en cuenta los valores de carbono orgánico en base a la materia orgánica y nitrógeno total se estableció la relación CN para evaluar el desarrollo y calidad del compost producido.

La relación Carbono/Nitrógeno es un valor numérico que determina la proporción de Carbono/Nitrógeno que podemos encontrar en un suelo. El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos.

Cuadro 19. Relación C/ N por tratamiento.

Tratamientos	C/ N	significación
1	11.61	a
2	11.61	a
3	11.61	a
4	11.62	a

Los valores de esta relación oscilan entre 11.61 y 11.62 para todos los tratamientos evaluados. Los cuales se encuentran en el rango de lo propuesto por California Organics Fertilizer Inc., quien aduce que la relación C/N para restos de comida debe ser de 10 a 15, según se observa en la figura 11.

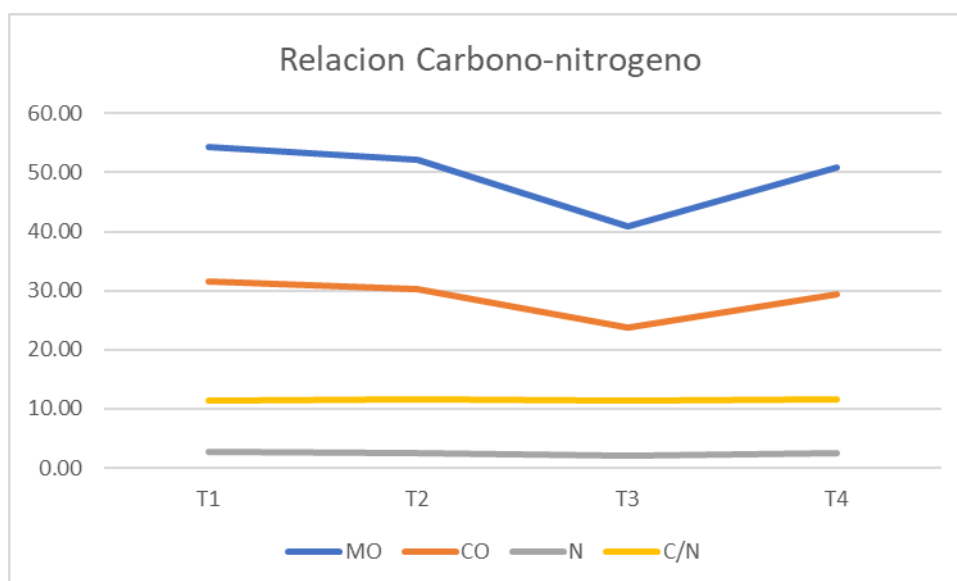


Figura 11. Relación C/ N por tratamiento.

4.2.4. Contenido de fósforo.

El contenido de fosforo disponible al termino del proceso de degradación de los residuos sólidos enriquecidos con EM, demostró que no existe diferencias entre los tratamientos estudiados, con valores que oscilan entre 0.51 y 0.60 % para los tratamientos 2 y 3, respectivamente, conforme se aprecia en el Cuadro 20 y figura 12.

Cuadro 20. Contenido de fósforo disponible por tratamiento.

Tratamientos	(%)	significación
1	0.58	a
2	0.51	a
3	0.60	a
4	0.51	a

El fosforo es un elemento muy importante en la maduración de flores, semillas y frutos. Interviene en la formación y desarrollo de las raíces y tiene un papel importante en la resistencia a la sequía, por ello el contenido de este elemento en el compost se considera adecuado, ya que encuentra en el rango establecido por la FAO (2013) que es de 0.1 a 1 % para compost procedente de residuos de comidas.

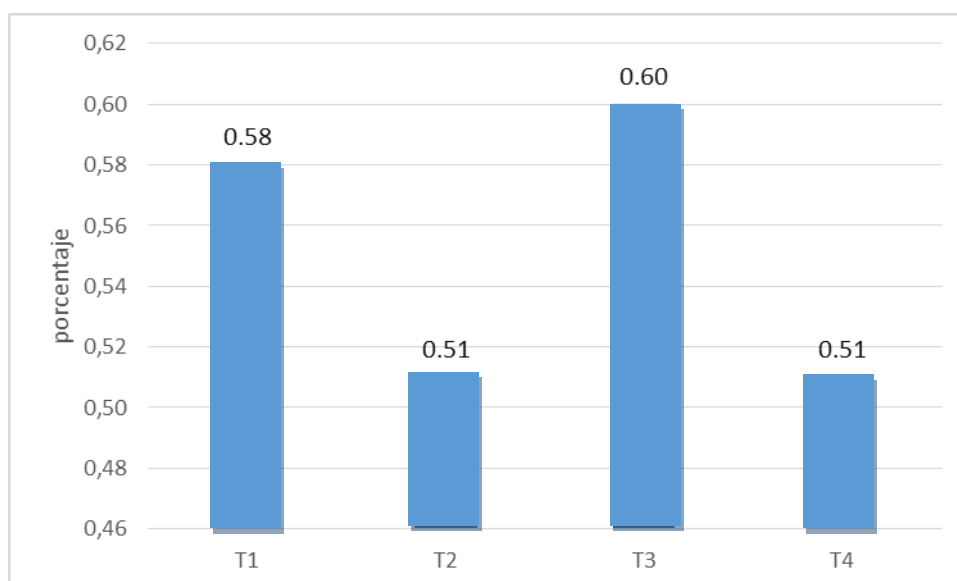


Figura 12. Fósforo disponible por tratamiento.

Según el gráfico de la fig. 12 nos explica que tanto el tratamiento 3 como el tratamiento 1 son los tratamientos con mayor contenido de fósforo disponible en el proceso de compostaje.

4.2.5. Contenido de potasio.

Este elemento es decisivo en el desarrollo de toda la planta, posibilita que las raíces y los tallos sean fuertes y las semillas, los frutos y las hojas, grandes. Proporciona resistencia a las plagas y enfermedades, colabora en la circulación de los otros nutrientes alrededor de la planta y regula las funciones vegetales.

Cuadro 21. Resultados del contenido de potasio intercambiable por tratamiento.

Tratamientos	(%)	significación
1	0.28	a
2	0.30	a
3	0.30	a
4	0.33	a

Para esta variable el contenido de potasio se encuentra en el rango de 0.3 a 1.0 % de sustrato, establecido por la FAO (2013) para el compost procedente de residuos de comida, ya que, al finalizar la descomposición de los residuos sólidos enriquecidos con EM, también demuestra que no hubo diferencias entre los

tratamientos estudiados, con valores que oscilan entre 0.28 y 0.33 % de sustrato, para los tratamientos 1 y 4, respectivamente, conforme se aprecia en el cuadro 21 y figura 13.

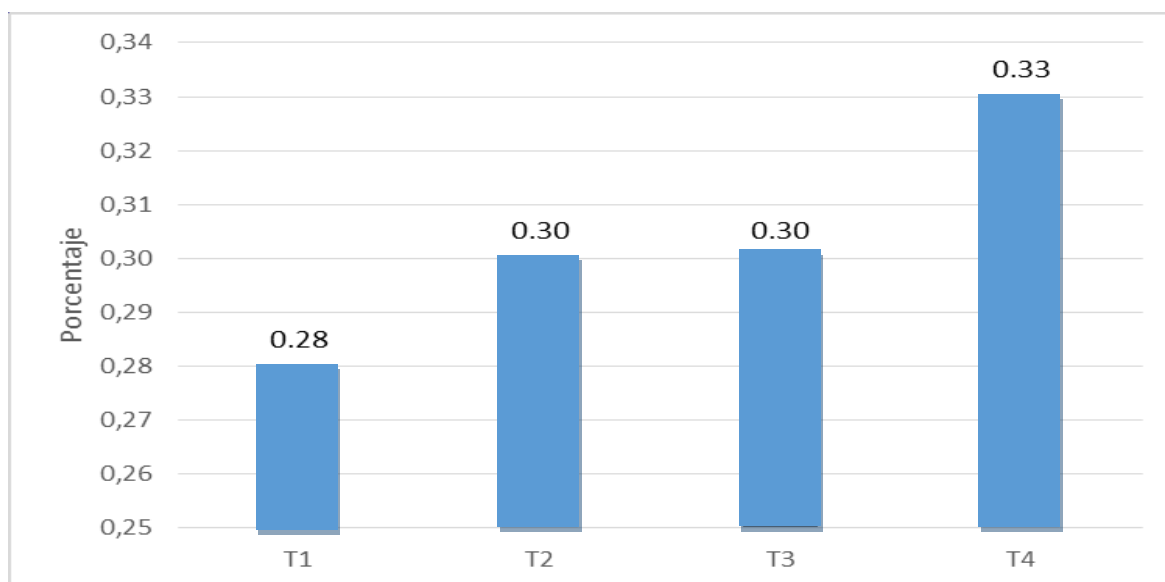


Figura 13. Contenido de potasio disponible por tratamiento.

4.2.6. Contenido de calcio.

El calcio es importante en la formación de las paredes celulares de las plantas. En este ensayo el contenido de calcio intercambiable en los sustratos evaluados al finalizar la descomposición de los residuos sólidos enriquecidos con EM, demuestra que no hubo diferencias entre los tratamientos estudiados, con valores que oscilan entre 5.59 y 6.62 mEq/ 100 g de sustrato, para los tratamientos 1 y 2, conforme se visualiza en el Cuadro 22 y figura 14.

Cuadro 22. Resultados del contenido de calcio cambiabile por tratamiento.

Tratamientos	mEq 100/ g sustrato	Significación
1	5.59	a
2	6.62	a
3	6.50	a
4	6.06	a

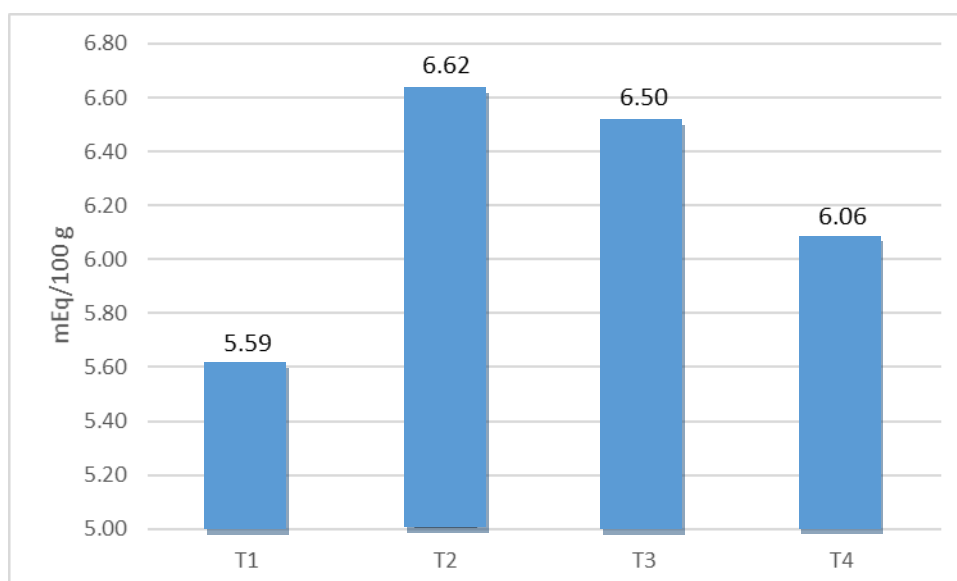


Figura 14. Contenido de calcio cambiabile por tratamiento.

4.2.7. Contenido de magnesio.

El magnesio es el nutriente que forma parte de la clorofila (molécula vegetal que confiere el color verde en las plantas) y actúa en el metabolismo del fósforo.

En este caso, los valores promedios de magnesio intercambiable de los tratamientos evaluados al finalizar el proceso de descomposición de los residuos sólidos enriquecidos con EM, demuestra que no hubo diferencias para esta variable, conforme aparece en el Cuadro 23 y figura 15.

Cuadro 23. Resultados del contenido de magnesio intercambiable por tratamiento.

Tratamientos	mEq /100 g de sustrato	Significación
1	2.18	a
2	2.33	a
3	2.41	a
4	2.18	a

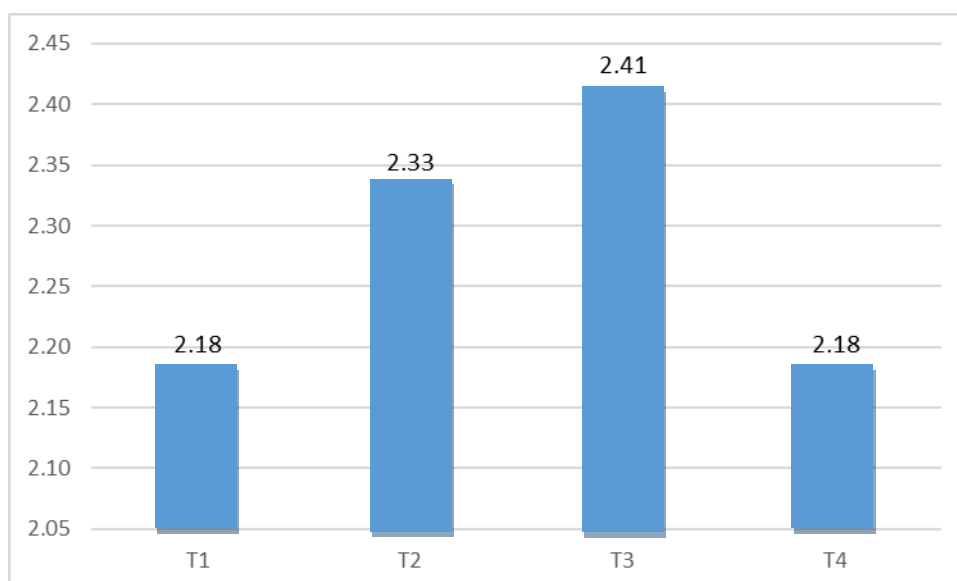


Figura 15. Contenido de magnesio intercambiable por tratamiento.

4.2.8. Contenido de sodio.

Para el caso del sodio intercambiable, al finalizar la degradación de los residuos sólidos enriquecidos con EM, se demuestra que no hubo diferencias entre los tratamientos estudiados, con valores que oscilan entre 0.25 y 0.49 mEq/ 100 g de sustrato, en los tratamientos 4 y 3, respectivamente, conforme se define en el Cuadro 24 y figura 16.

Cuadro 24. Resultados del contenido de sodio intercambiable por tratamiento

Tratamientos	Porcentaje promedio	significación
1	0.31	a
2	0.34	a
3	0.49	a
4	0.25	a

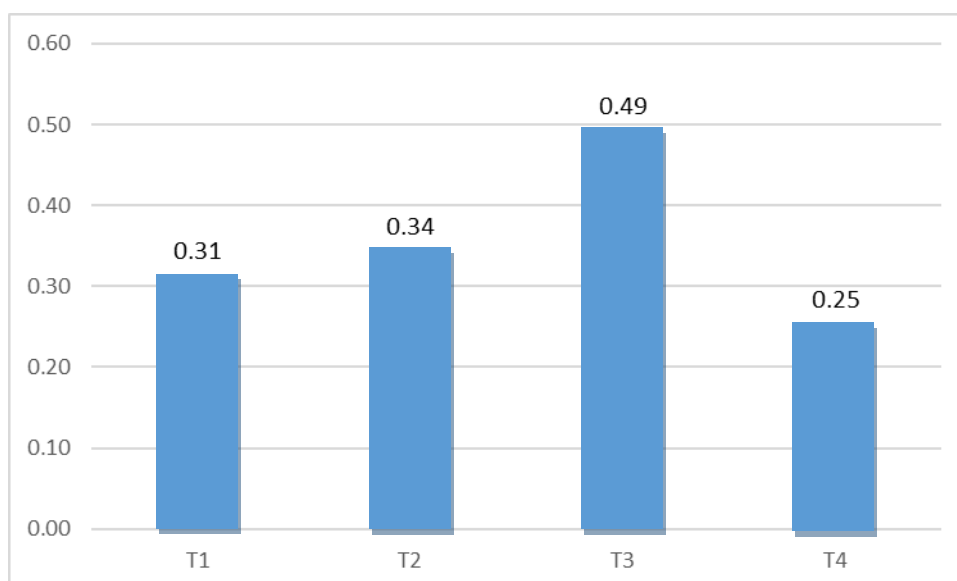


Figura 16. Contenido de sodio intercambiable por tratamiento.

4.2.9. Contenido de bases intercambiables.

El contenido de bases intercambiables al término de la descomposición de cada sustrato (exceptuando los valores de aluminio e hidrogeno que tuvieron 0.00 mEq/100 g de sustrato) mostro promedio relativamente altos para todos los tratamientos, pero sin mostrar diferencias entre ellos, con valores de 15.16, 17.08, 17.00 y 17.04 mEq/100 g de sustrato de los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente, tal como lo corroboran Martínez *et al.*, (2011) y conforme se muestra en el Cuadro 25 y figura 17.

Cuadro 25. Resultados del contenido de bases cambiables por tratamiento.

Tratamientos	mEq /100 g sustrato	Significación
1	15.16	a
2	17.08	a
3	17.00	a
4	17.04	a

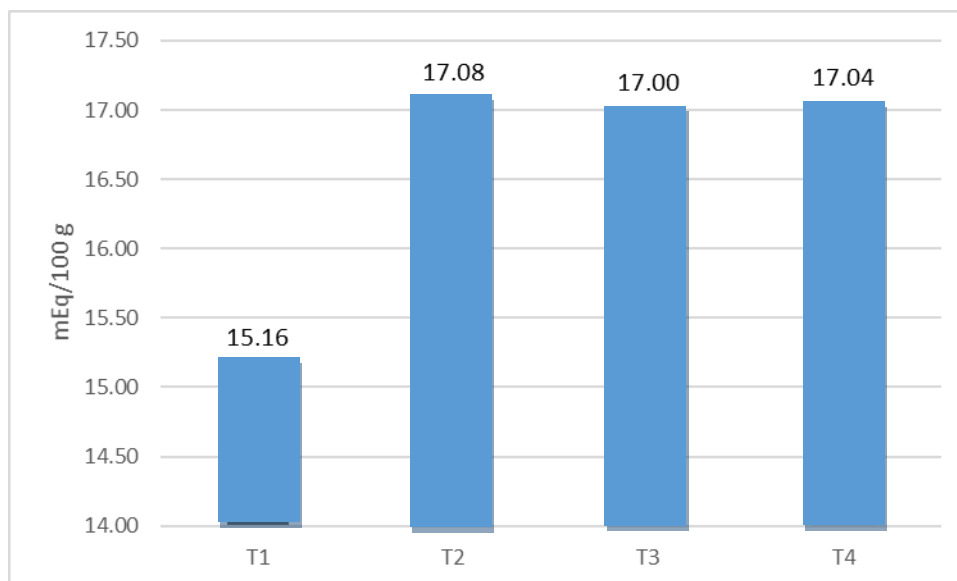


Figura 17. Contenido de bases cambiables por tratamiento.

4.2.10. pH de los residuos sólidos.

Según sostienen Wambeke y Pantoja (2013), conviene que el compost sea lo más neutro posible porque los microorganismos responsables de la descomposición de los restos orgánicos no toleran valores muy alejados del 7. Si esto se produjese, el proceso de compostaje se detendría notablemente.

Cuadro 26. Resultados del pH del sustrato por tratamiento.

Tratamientos	pH	significación
1	9.17	a
2	9.19	a
3	9.48	a
4	9.78	a

Sin embargo contrastan con los datos obtenidos en este trabajo, ya que el pH del sustrato al finalizar el tiempo de descomposición, fue definido como fuertemente alcalino para todos los tratamientos, sin mostrar diferencias entre ellos, con valores de 9.17, 9.19, 9.48 y 9.78 para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente, conforme se aprecia en el cuadro 26 y figura 18.

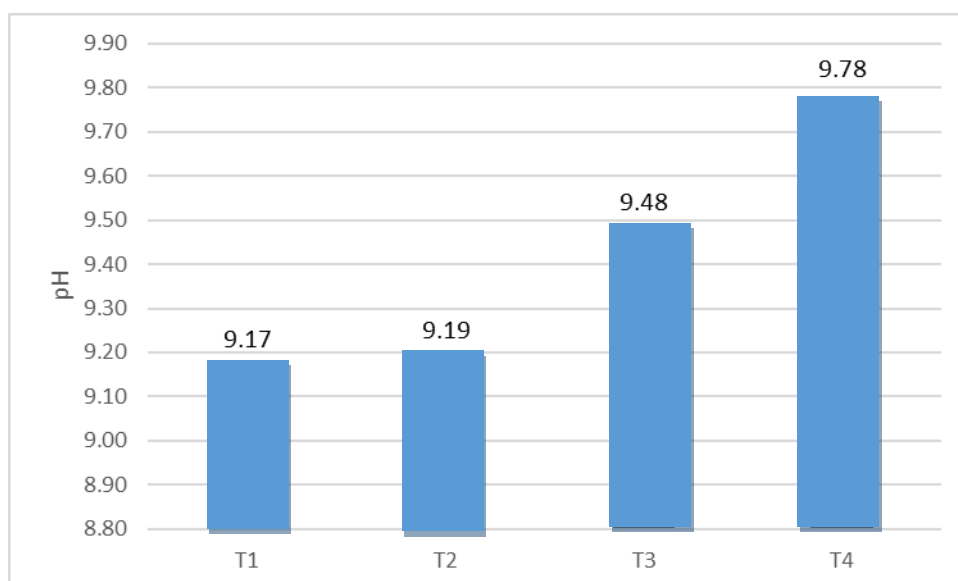


Figura 18. pH del sustrato por tratamiento.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

1. El tiempo de descomposición del compost enriquecido con EM oscilo entre 39 y 57 días para los tratamientos compost sin aserrín y compost con 0, 10, 20 y 30 % de aserrín, con diferencias estadísticas entre ellos.
2. Respecto al peso total de compost producido sobresalen los tratamientos compost sin aserrín (tratamiento 1) y compost con 20 % de aserrín (tratamiento 3).
3. En relación al volumen total de compost descompuesto hubo una mejor respuesta de los tratamientos compost con sin aserrín respecto al tratamiento compost con aserrín.
4. No hubo diferencias significativas para el contenido nutricional de los tratamientos evaluados, respecto a materia orgánica, nitrógeno mineral, relación C/N, fosforo disponible y bases intercambiables, así como el pH del compost producido.

VI. RECOMENDACIONES.

Luego de haber analizado los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda lo siguiente:

1. Continuar con trabajos que contribuyan el proceso de descomposición en el momento oportuno para ser aprovechados en los cultivos existentes en cantidades disponibles.
2. Recomendar a los agricultores el proceso seguido para la producción de compost enriquecido con EM (microorganismos eficientes), considerando que esta práctica contribuye con el medio ambiente y la economía.
3. Desarrollar trabajos en Bioseguridad en el uso y manejo adecuado de residuos sólidos.
4. Capacitar a los productores en la colecta o captura de las trampas para la elaboración de los EM y posteriormente la producción del compost.
5. Realizar análisis de laboratorio para especificar el género y la especie de cada hongo existente en los Microorganismos al momento de la captura.

VII. LITERATURA CONSULTADA.

1. ALCINA, G. L. (1978). Horticultura general. Segunda edición síntesis. Barcelona – España 388 pág.
2. Baltodano, M.; Sotomayor, F. 2002. Evaluación de Manejo de Desechos Orgánicos Domésticos en la EARTH. Trabajo de Graduación EARTH. Guácimo, Limón, C.R. 68 p.
3. Bessalel *et al.*, (2003) Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales: Enfoque Centroamérica. Guatemala; Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS); CARE El Salvador; Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA). Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente (SIGMA); 2003. 79 p.
4. Brady, N. C. 1984. THE NATURE AND PROPERTIES OF SOIL. Macmillan Book Co., New York.
5. CENTRO GUAMAN POMA DE AYALA. 2011. Manejo de residuos sólidos domiciliarios. “Nosotros cuidamos el medio ambiente”. Cuzco, Perú. Recuperado de <http://www.guamanpoma.org/blog/wp-content/uploads/2011/10/Guia-PDF-sobre-manejo-de-residuos-solidos-domiciliarios.pdf>.
6. Cervantes, A. 2007. Producción de pastizales en la región interandina del Ecuador. Manual N° 30. Quito, Ecuador. Edit. INIAP pp. 10 – 22.
7. Cervantes, M.S.F. (2008). Abonos Orgánicos, Centro de formación Profesional Agraria. E.F.A. CAMPOMAR.
8. Cochrane, T. T. 1992. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América tropical. En Toledo J. M. (ed): manual para la evaluación Agronómica, Red Internacional de Pastos Tropicales. Cali – Colombia. CIAT. Pp. 23 – 44.

9. COMITÉ CENTRAL CON DESARROLLO AL FUTURO DE CURIMANA – COOPERACION TECNICA BELGA (CTB). 2016. Informe de la Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos en la capital distrital de Curimaná. Elaborado por: Ing. María Rosy Saldaña Zumaeta. Ucayali, 2016. 35pp.

10. Cruz, M. (2009). Evaluación técnico – económica de la obtención de etanol a partir de la yuca M- Thai 8 (*Manihot esculenta* ,crantz). Recuperado de: <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/390/3/TID00303.pdf>

11. Cruz, M. (2009). Evaluación técnico – económica de la obtención de etanol a partir de la yuca M- Thai 8 (*Manihot esculenta* ,crantz). Recuperado de: <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/390/3/TID00303.pdf>.

12. DAMARYS G, L. 2008. Animales y producción (en línea). Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en http://www.mundopecuario.com/tema_60_monogasticos_gallinaza_piso_-299.html.

13. Desechos Sólidos Orgánicos. 2014 [en línea] Disponible en <http://desechos-solidos.com/organicos>.

14. Domínguez, A. (1990) El abono de los cultivos. Mundi-Prensa. España, Pág. 25.

15. Durán, E. (2004) Caracterización Química, Física y Microbiológica De Vermicompostes Producidos a Partir de Cinco Sustratos Orgánicos. Revista Agronomía Costarricense, vol. 31, Nº 1 pp. 41-51.

16. FAO. 2013. El agua y seguridad alimentaria. Roma Italia. http://www.unwater.org/worldwaterday/downloads/WWD2012_BROCHURE_ES.pdf

17. FUNDASES (Fundación de Asesoría para el Sector Rural). 2009. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible.

18. GREENHEART-GUIDE, 2009. Tecnología EM - Microorganismos Efectivos. [En línea]. [Citado 10 enero 2017]. Disponible en la World Wide Web: <http://www.greenheart-guide.com>.
19. GUERRERO. 1993 Medio ambiente y ecología H. 1958. Fertilizantes comerciales. Barcelona, España.
20. Higa, T. (2002). Una revolución para salvar la tierra. Okinawa.
21. ILIQUIN, R. 2014. Elaboración de compost utilizando residuos orgánicos aplicando los métodos Takakura y em-compost. Agroindustrial Science. 2(4). 2014. pp109 - 119. Recuperado de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/793>.
22. Ochoa (2014). "Producción de Humus de lombriz de tierra (*Eisenia foétida*), a partir de Escobajo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) y Gallinaza" en el Sector Neshuya - Curimaná, Provincia de Padre Abad.
23. Ochoa, J. (2014). Efectos del impuesto redimible a las botellas plásticas no retornables. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14073/1/Tesis%20Final%20%20Jenifer%20Ochoa.pdf>.
24. Labrador Moreno, J. LA MATERIA ORGANICA EN LOS AGROSISTEMAS (2ª ED.) Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Mundi-Prensa, D.L. 2002.
25. Martínez M., Gutiérrez V., Novo R. 2011. Microbiología aplicada al manejo sustentable de suelos y cultivos. Ed. USM. Universidad Federico Santa María, Chile. 235p.
26. Mendoza, M. 2012. Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura. Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú. 2012. 122pp.

27. Moriya, K. (2007). Abc digital. Suplemento rural. Gallinaza como fertilizante. Disponible en: [http:// archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=4 55939](http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=455939).
28. RAAA, 2002. Red de Acción en Agricultura Alternativa. Abonos Orgánicos. Perú.
29. REBOLLEDO, J. 1970. Como se hacen y emplean los abonos. Manuales prácticos. Editorial GLEM. Buenos Aires.
30. Residuos Sólidos. 2010. Propiedades físicas y químicas de los residuos sólidos. [en línea] Publicado el 24 de febrero 2010. [Fecha de consulta: 29 de setiembre 2016]. Disponible en [http:// gestión integral residuos.blogspot.pe / 2010/02/ propiedad-físicas-y-químicas – de - los.html](http://gestiónintegralresiduos.blogspot.pe/2010/02/propiedad-físicas-y-químicas-de-los.html).
31. Rivera, J. (2010). Evaluación de Microorganismos Eficaces en procesos de compostaje de residuos de maleza. Tesis de Grado. Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 25 de Febrero de 2015 [http://es.slideshare.net/JESUS5758/evaluacion-de-microorganismos - eficaces - en - procesos-de-compostaje-de-residuos-de-maleza-39050330](http://es.slideshare.net/JESUS5758/evaluacion-de-microorganismos-eficaces-en-procesos-de-compostaje-de-residuos-de-maleza-39050330).
32. RIVERA, J. 2011. Evaluación de microorganismos eficaces en procesos de compostaje de residuos de maleza. Tesis de pregrado. Escuela académica de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú. 2011. 88pp. Recuperado de <http://es.slideshare.net/JESUS5758/evaluacion-de-microorganismos-eficaces-en-procesos-de-compostaje-de-residuos-de-maleza-39050330>
33. SALAZAR, E. 2003. Abonos Orgánicos y Plásticultura. Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED.
34. Schewentesius, R., Gómez C.M.A. Blas, B.H. (2007). México orgánico. Experiencias, reflexiones, propuestas. Universidad Autónoma Chapingo.
35. Wambeke, J. A, Pantoja. 2013. Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. FAO. Santiago de Chile. 112 p.

VIII. ANEXO.

CUADRO 1A. DESCOMPOSICIÓN EN PESO A LOS 30 DDI

Obs	bloq	trat	desc 30 ddi
1	I	1	21.5
2	I	2	25.7
3	I	3	37.4
4	I	4	33.2
5	II	1	37.5
6	II	2	27.3
7	II	3	46.6
8	II	4	9.5
9	III	1	41.8
10	III	2	8.4
11	III	3	14.8
12	III	4	5.1
13	IV	1	34.9
14	IV	2	27.8
15	IV	3	30.1
16	IV	4	10.5

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: desc 30 ddi

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1387.643750	231.273958	1.88	0.1888
Error	9	1105.255625	122.806181		
Corrected Total	15	2492.899375			
R-Square					
Coeff Var					
Root MSE					
vr Mean					
0.556638					
43.02565					
11.08180					
25.75625					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	405.4868750	135.1622917	1.10	0.3981
trat	3	982.1568750	327.3856250	2.67	0.1111
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	405.4868750	135.1622917	1.10	0.3981
trat	3	982.1568750	327.3856250	2.67	0.1111

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	122.8062
Number of Means	2 3 4
Critical Range	17.73 18.50 18.95

sig	Mean	N	trat
A	33.925	4	1
B	32.225	4	3
B	22.300	4	2
B	14.575	4	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	122.8062
Number of Means	2 3 4
Critical Range	17.73 18.50 18.95

g	Mean	N	bloq
A	30.225	4	II
A	29.450	4	I
A	25.825	4	IV
A	17.525	4	III

Cuadro 2A. DESCOMPOSICIÓN EN PESO A LOS 60 DDI

Obs	bloq	trat	desc
1	I	1	25.4
2	I	2	39.5
3	I	3	35.7
4	I	4	20.0
5	II	1	29.2
6	II	2	29.6
7	II	3	40.7
8	II	4	7.7
9	III	1	45.4
10	III	2	10.4
11	III	3	16.6
12	III	4	5.7
13	IV	1	40.7
14	IV	2	28.7
15	IV	3	35.5
16	IV	4	5.5

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1800.078750	300.013125	2.87	0.0756
Error	9	940.845625	104.538403		
Corrected Total	15	2740.924375			
R-Square					
Coeff Var					
0.656741	39.29629	Root MSE	vr Mean		
		10.22440	26.01875		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	249.386875	83.128958	0.80	0.5268
trat	3	1550.691875	516.897292	4.94	0.0268
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	249.386875	83.128958	0.80	0.5268
trat	3	1550.691875	516.897292	4.94	0.0268

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	104.5384
Number of Means	2 3 4
Critical Range	16.35 17.07 17.48

sig	Mean	N	trat
A	35.175	4	1
A	32.125	4	3
A	27.050	4	2
B	9.725	4	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	104.5384
Number of Means	2 3 4
Critical Range	16.35 17.07 17.48

sig	Mean	N	bloq
A	30.150	4	I
A	27.600	4	IV
A	26.800	4	II
A	19.525	4	III

Cuadro 3A. DESCOMPOSICIÓN EN PESO TOTAL

Obs	bloq	trat	desc total
1	I	1	46.9
2	I	2	65.2
3	I	3	73.1
4	I	4	53.2
5	II	1	66.7
6	II	2	56.9
7	II	3	87.3
8	II	4	17.2
9	III	1	87.2
10	III	2	18.8
11	III	3	31.4
12	III	4	10.8
13	IV	1	75.6
14	IV	2	56.5
15	IV	3	65.6
16	IV	4	16.0

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16
Dependent Variable: vr		

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	6109.535000	1018.255833	2.44	0.1105
Error	9	3755.035000	417.226111		
Corrected Total	15	9864.570000			
R-Square					
Coeff Var					
Root MSE					
vr Mean					
0.619341					
39.45169					
20.42611					
51.77500					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	1233.365000	411.121667	0.99	0.4422
trat	3	4876.170000	1625.390000	3.90	0.0490
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	1233.365000	411.121667	0.99	0.4422
trat	3	4876.170000	1625.390000	3.90	0.0490

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	417.2261
Number of Means	2 3 4
Critical Range	32.67 34.10 34.93

sig	Mean	N	trat
A	69.10	4	1
A	64.35	4	3
B	49.35	4	2
B	24.30	4	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	417.2261
Number of Means	2 3 4
Critical Range	32.67 34.10 34.93

g	Mean	N	bloq
A	59.60	4	I
A	57.03	4	II
A	53.43	4	IV
A	37.05	4	III

Cuadro 4A. DESCOMPOSICIÓN EN VOLUMEN A 30 DDI

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.17
2	I	2	0.20
3	I	3	0.15
4	I	4	0.10
5	II	1	0.12
6	II	2	0.12
7	II	3	0.35
8	II	4	0.30
9	III	1	0.09
10	III	2	0.35
11	III	3	0.27
12	III	4	0.46
13	IV	1	0.08
14	IV	2	0.16
15	IV	3	0.12
16	IV	4	0.34

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.11395000	0.01899167	1.86	0.1930
Error	9	0.09182500	0.01020278		
Corrected Total	15	0.20577500			
R-Square					
0.553760	Coeff Var	Root MSE	vr Mean		
	47.81482	0.101009	0.211250		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.04482500	0.01494167	1.46	0.2884
trat	3	0.06912500	0.02304167	2.26	0.1507
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.04482500	0.01494167	1.46	0.2884
trat	3	0.06912500	0.02304167	2.26	0.1507

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.010203

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.1616	.1686	.1727

sig	Mean	N	trat
A	0.30000	4	4
B A	0.22250	4	3
B A	0.20750	4	2
B	0.11500	4	1

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.010203

sig	Mean	N	bloq
A	0.29250	4	III
A	0.22250	4	II
A	0.17500	4	IV
A	0.15500	4	I

Cuadro 5A. DESCOMPOSICIÓN EN VOLUMEN A 60 DDI

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.11
2	I	2	0.09
3	I	3	0.06
4	I	4	0.07
5	II	1	0.06
6	II	2	0.07
7	II	3	0.31
8	II	4	0.28
9	III	1	0.02
10	III	2	0.31
11	III	3	0.22
12	III	4	0.44
13	IV	1	0.03
14	IV	2	0.10
15	IV	3	0.06
16	IV	4	0.32

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.16103750	0.02683958	2.42	0.1123
Error	9	0.09965625	0.01107292		
Corrected Total	15	0.26069375			
R-Square					
0.617727	Coeff Var	Root MSE	vr Mean		
	66.02537	0.105228	0.159375		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.06046875	0.02015625	1.82	0.2136
trat	3	0.10056875	0.03352292	3.03	0.0861
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.06046875	0.02015625	1.82	0.2136
trat	3	0.10056875	0.03352292	3.03	0.0861

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.011073

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.1683	.1757	.1799

sig	Mean	N	trat
	A	0.27750	4 4
B	A	0.16250	4 3
B	A	0.14250	4 2
B		0.05500	4 1

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.011073

sig	Mean	N	bloq
A	0.24750	4	III
A	0.18000	4	II
A	0.12750	4	IV
A	0.08250	4	I

Cuadro 6A. DESCOMP EN VOLUMEN TOTAL

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.28
2	I	2	0.29
3	I	3	0.21
4	I	4	0.17
5	II	1	0.18
6	II	2	0.19
7	II	3	0.66
8	II	4	0.58
9	III	1	0.11
10	III	2	0.66
11	III	3	0.49
12	III	4	0.90
13	IV	1	0.11
14	IV	2	0.26
15	IV	3	0.18
16	IV	4	0.66

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.54298750	0.09049792	2.14	0.1468
Error	9	0.38070625	0.04230069		
Corrected Total	15	0.92369375			
R-Square					
0.587844	Coeff Var	Root MSE	vr Mean		
	55.49311	0.205671	0.370625		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.20826875	0.06942292	1.64	0.2480
trat	3	0.33471875	0.11157292	2.64	0.1134
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.20826875	0.06942292	1.64	0.2480
trat	3	0.33471875	0.11157292	2.64	0.1134

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.042301

Number of Means	2	3	4
Critical Range	.3290	.3434	.3517

sig	Mean	N	trat
A	0.5775	4	4
B	0.3850	4	3
B	0.3500	4	2
B	0.1700	4	1

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.042301

sig	Mean	N	bloq
A	0.5400	4	III
A	0.4025	4	II
A	0.3025	4	IV
A	0.2375	4	I

Cuadro 7A. SAS CALCIO

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	4.09
2	I	2	6.64
3	I	3	7.65
4	I	4	7.03
5	II	1	5.80
6	II	2	7.65
7	II	3	5.27
8	II	4	6.22
9	III	1	5.51
10	III	2	5.77
11	III	3	5.53
12	III	4	5.30
13	IV	1	6.96
14	IV	2	6.43
15	IV	3	7.57
16	IV	4	5.72

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	5.43485000	0.90580833	0.83	0.5734
Error	9	9.78752500	1.08750278		
Corrected Total	15	15.22237500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.357030	16.83008	1.042834	6.196250

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	2.79032500	0.93010833	0.86	0.4983
trat	3	2.64452500	0.88150833	0.81	0.5194
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	2.79032500	0.93010833	0.86	0.4983
trat	3	2.64452500	0.88150833	0.81	0.5194

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	1.087503

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.668	1.741	1.783

sig	Mean	N	trat
A	6.6225	4	2
A	6.5050	4	3
A	6.0675	4	4
A	5.5900	4	1

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	1.087503

sig	Mean	N	bloq
A	6.6700	4	IV
A	6.3525	4	I
A	6.2350	4	II
A	5.5275	4	III

Cuadro 8A. SAS MAGNESIO

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	1.60
2	I	2	2.45
3	I	3	3.33
4	I	4	1.80
5	II	1	1.98
6	II	2	2.85
7	II	3	1.98
8	II	4	2.63
9	III	1	1.82
10	III	2	2.02
11	III	3	1.02
12	III	4	2.28
13	IV	1	3.35
14	IV	2	2.00
15	IV	3	3.32
16	IV	4	2.02

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1.77518750	0.29586458	0.54	0.7654
Error	9	4.91565625	0.54618403		
Corrected Total	15	6.69084375			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.265316	32.44083	0.739043	2.278125

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	1.62276875	0.54092292	0.99	0.4401
trat	3	0.15241875	0.05080625	0.09	0.9620
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	1.62276875	0.54092292	0.99	0.4401
trat	3	0.15241875	0.05080625	0.09	0.9620

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.546184

Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.182	1.234	1.264

sig	Mean	N	trat
A	2.4125	4	3
A	2.3300	4	2
A	2.1875	4	1
A	2.1825	4	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	9		
Error Mean Square	0.546184		
sig	Mean	N	bloq

A	2.6725	4	IV
A	2.3600	4	II
A	2.2950	4	I
A	1.7850	4	III

Cuadro 9A. SAS FÓSFORO

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.72
2	I	2	0.51
3	I	3	0.72
4	I	4	0.35
5	II	1	0.54
6	II	2	0.48
7	II	3	0.43
8	II	4	0.47
9	III	1	0.62
10	III	2	0.43
11	III	3	0.55
12	III	4	0.63
13	IV	1	0.45
14	IV	2	0.65
15	IV	3	0.71
16	IV	4	0.59

Class Level Information			
Class	Levels	Values	
bloq	4	I	II III IV
trat	4	1	2 3 4
Number of observations		16	

Dependent Variable: vr

		Sum of			
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.05788750	0.00964792	0.62	0.7114
Error	9	0.14005625	0.01556181		
Corrected Total	15	0.19794375			
R-Square					
Coeff Var					
Root MSE					
vr Mean					
0.292444	22.55312	0.124747	0.553125		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.03216875	0.01072292	0.69	0.5812
trat	3	0.02571875	0.00857292	0.55	0.6601
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.03216875	0.01072292	0.69	0.5812
trat	3	0.02571875	0.00857292	0.55	0.6601

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	9		
Error Mean Square	0.015562		
sig	Mean	N	trat

A	0.60250	4	3
A	0.58250	4	1
A	0.51750	4	2
A	0.51000	4	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.015562

A	0.60000	4	IV
A	0.57500	4	I
A	0.55750	4	III
A	0.48000	4	II

Cuadro 10A. SAS POTASIO

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.33
2	I	2	0.32
3	I	3	0.23
4	I	4	0.34
5	I	1	0.28
6	II	2	0.31
7	II	3	0.32
8	II	4	0.31
9	III	1	0.29
10	III	2	0.29
11	III	3	0.30
12	III	4	0.35
13	IV	1	0.21
14	IV	2	0.28
15	IV	3	0.37
16	IV	4	0.31

Class Level Information			
Class	Levels	Values	
bloq	4	I II III IV	
trat	4	1 2 3 4	
Number of observations	16		

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.00560000	0.00093333	0.44	0.8383
Error	9	0.01930000	0.00214444		
Corrected Total	15	0.02490000			
R-Square					
Coeff Var					
Root MSE					
vr Mean					
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.00088333	0.00029444	0.14	0.9352
trat	3	0.00471667	0.00157222	0.73	0.5579
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.00055000	0.00018333	0.09	0.9662
trat	3	0.00471667	0.00157222	0.73	0.5579

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	9		
Error Mean Square	0.002144		
sig	Mean	N	trat
A	0.32750	4	4
A	0.30500	4	3
A	0.30000	4	2
A	0.27750	4	1

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	9		
Error Mean Square	0.002144		
Harmonic Mean of Cell Sizes	3.870968		

sig	Mean	N	bloq
A	0.31333	3	II
A	0.30750	4	III
A	0.30000	5	I
A	0.29250	4	IV

Cuadro 11A. SAS SODIO

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.30
2	I	2	0.51
3	I	3	0.74
4	I	4	0.12
5	II	1	0.27
6	II	2	0.33
7	II	3	0.23
8	II	4	0.23
9	III	1	0.30
10	III	2	0.25
11	III	3	0.23
12	III	4	0.36
13	IV	1	0.40
14	IV	2	0.27
15	IV	3	0.77
16	IV	4	0.29

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.21710000	0.03618333	1.22	0.3794
Error	9	0.26750000	0.02972222		
Corrected Total	15	0.48460000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.447998	49.25753	0.172401	0.350000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.09125000	0.03041667	1.02	0.4271
trat	3	0.12585000	0.04195000	1.41	0.3020
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.09125000	0.03041667	1.02	0.4271
trat	3	0.12585000	0.04195000	1.41	0.3020

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.029722

g	Mean	N	trat
A	0.4925	4	3
A	0.3400	4	2
A	0.3175	4	1
A	0.2500	4	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	9		
Error Mean Square	0.029722		
Number of Means	2	3	4
Critical Range	.2758	.2878	.2948

g	Mean	N	bloq
A	0.4325	4	IV
A	0.4175	4	I
A	0.2850	4	III
A	0.2650	4	II

Cuadro 12A. SAS M0

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	65.91
2	I	2	60.54
3	I	3	46.82
4	I	4	61.65
5	II	1	60.94
6	II	2	38.67
7	II	3	27.84
8	II	4	48.68
9	III	1	70.56
10	III	2	39.05
11	III	3	49.80
12	III	4	23.30
13	IV	1	19.61
14	IV	2	70.24
15	IV	3	38.95
16	IV	4	69.59

Class Level Information			
Class	Levels	Values	
bloq	4	I II III IV	
trat	4	1 2 3 4	
Number of observations		16	

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	942.758787	157.126465	0.42	0.8510
Error	9	3398.931306	377.659034		
Corrected Total	15	4341.690094			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.217141	39.25206	19.43345	49.50938

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	518.8284688	172.9428229	0.46	0.7183
trat	3	423.9303187	141.3101062	0.37	0.7738
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	518.8284688	172.9428229	0.46	0.7183
trat	3	423.9303187	141.3101062	0.37	0.7738

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	377.659

Number of Means	2	3	4
Critical Range	31.08	32.45	33.23

sig Mean N trat

A	54.26	4	1
A	52.13	4	2
A	50.81	4	4
A	40.85	4	3

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	377.659

sig Mean N bloq

A	58.73	4	I
A	49.60	4	IV
A	45.68	4	III
A	44.03	4	II

Cuadro 13A. SAS N

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	0.15
2	I	2	0.16
3	I	3	0.21
4	I	4	0.16
5	II	1	0.16
6	II	2	0.25
7	II	3	0.35
8	II	4	0.20
9	III	1	0.14
10	III	2	0.25
11	III	3	0.19
12	III	4	0.42
13	IV	1	0.50
14	IV	2	0.14
15	IV	3	0.25
16	IV	4	0.14

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	0.02483750	0.00413958	0.25	0.9464
Error	9	0.14805625	0.01645069		
Corrected Total	15	0.17289375			
R-Square					
Coeff Var					
0.143658	55.91728	0.128260	0.229375		
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.01941875	0.00647292	0.39	0.7608
trat	3	0.00541875	0.00180625	0.11	0.9522
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.01941875	0.00647292	0.39	0.7608
trat	3	0.00541875	0.00180625	0.11	0.9522

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.016451
Number of Means	2 3 4
Critical Range	.2052 .2141 .2193

g	Mean	N	trat
A	0.25000	4	3
A	0.23750	4	1
A	0.23000	4	4
A	0.20000	4	2

Duncan's Multiple Range Test for vr

sig	Mean	N	bloq
A	0.25750	4	IV
A	0.25000	4	III
A	0.24000	4	II
A	0.17000	4	I

Cuadro 14A. SAS pH

Obs	bloq	trat	vr
1	I	1	9.17
2	I	2	9.77
3	I	3	9.57
4	I	4	7.57
5	II	1	9.03
6	II	2	9.38
7	II	3	9.24
8	II	4	8.71
9	III	1	8.97
10	III	2	8.88
11	III	3	9.42
12	III	4	9.55
13	IV	1	9.53
14	IV	2	8.73
15	IV	3	9.72
16	IV	4	9.32

Class Level Information

Class	Levels	Values
bloq	4	I II III IV
trat	4	1 2 3 4
Number of observations		16

Dependent Variable: vr

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	6	1.20355000	0.20059167	0.58	0.7417
Error	9	3.13425000	0.34825000		
Corrected Total	15	4.33780000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	vr Mean
0.277456	6.442436	0.590127	9.160000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.21500000	0.07166667	0.21	0.8898
trat	3	0.98855000	0.32951667	0.95	0.4583
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	3	0.21500000	0.07166667	0.21	0.8898
trat	3	0.98855000	0.32951667	0.95	0.4583

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.34825

sig	Mean	N	trat
A	9.4875	4	3
A	9.1900	4	2
A	9.1750	4	1
A	8.7875	4	4

Duncan's Multiple Range Test for vr

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	9
Error Mean Square	0.34825

sig	Mean	N	bloq
A	9.3250	4	IV
A	9.2050	4	III
A	9.0900	4	II
A	9.0200	4	I

Análisis de los sustratos de cada tratamiento en estudio.



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : COMITÉ CENTRAL CON DESARROLLO AL FUTURO DE CURIMANA
PROCEDENCIA : UCAYALI
MUESTRA DE : SUSTRATO
REFERENCIA : H.R. 62075
FACTURA : 2218
FECHA : 17/01/2018

Lab	CLAVES	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
			meq/100g							
037	T1R1	14.40	4.09	1.60	8.41	0.30	0.00	14.40	14.40	100
038	T1R2	15.20	5.80	1.98	7.15	0.27	0.00	15.20	15.20	100
039	T1R3	15.04	5.51	1.82	7.42	0.30	0.00	15.04	15.04	100
040	T1R4	16.00	6.96	3.35	5.29	0.40	0.00	16.00	16.00	100
041	T2R1	17.92	6.64	2.45	8.32	0.51	0.00	17.92	17.92	100
042	T2R2	18.88	7.65	2.85	8.05	0.33	0.00	18.88	18.88	100
043	T2R3	15.52	5.77	2.02	7.48	0.25	0.00	15.52	15.52	100
044	T2R4	16.00	6.43	2.00	7.30	0.27	0.00	16.00	16.00	100
045	T3R1	17.60	7.65	3.33	5.88	0.74	0.00	17.60	17.60	100
046	T3R2	15.68	5.27	1.98	8.19	0.23	0.00	15.68	15.68	100
047	T3R3	14.40	5.53	1.02	7.63	0.23	0.00	14.40	14.40	100
048	T3R4	21.12	7.57	3.32	9.46	0.77	0.00	21.12	21.12	100
049	T4R1	17.60	7.03	1.80	8.65	0.12	0.00	17.60	17.60	100
050	T4R2	17.12	6.22	2.63	8.03	0.23	0.00	17.12	17.12	100
051	T4R3	16.96	5.30	2.28	9.02	0.36	0.00	16.96	16.96	100
052	T4R4	16.00	5.72	2.02	7.98	0.29	0.00	16.00	16.00	100

Sady García Bendezu
 Jefe del Laboratorio

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



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : COMITÉ CENTRAL CON DESARROLLO AL FUTURO DE CURIMANA
PROCEDENCIA : UCAYALI
MUESTRA DE : SUSTRATO
REFERENCIA : H.R. 62075
FACTURA : 2218
FECHA : 17/01/2018

Lab	Número Muestra	pH (1:10)	M.O. %
	Claves		
037	T1R1	9.17	65.91
038	T1R2	9.03	60.94
039	T1R3	8.97	70.56
040	T1R4	9.53	19.61
041	T2R1	9.77	60.54
042	T2R2	9.38	38.67
043	T2R3	8.88	39.05
044	T2R4	8.73	70.24
045	T3R1	9.57	46.82
046	T3R2	9.24	27.84
047	T3R3	9.42	49.80
048	T3R4	9.72	38.95
049	T4R1	7.57	61.65
050	T4R2	8.71	48.68
051	T4R3	9.55	23.30
052	T4R4	9.32	69.59


Dr. Sady García Bendezi
Jefe del Laboratorio



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : COMITÉ CENTRAL CON DESARROLLO AL FUTURO DE CURIMANÁ
PROCEDENCIA : UCAYALI
MUESTRA DE : BIOL
REFERENCIA : H.R. 62027
FECHA : 10/01/18

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	Sólidos Totales g/L	M.O. en Solución g/L	N Total mg/L	P Total mg/L	K Total mg/L
999	H1	6.56	14.30	24.51	10.26	761.60	54.43	2868.00
1000	K1	3.89	20.20	57.10	45.93	2304.96	208.76	2645.00

Nº LAB	CLAVES	Ca Total mg/L	Mg Total mg/L	Na Total mg/L
999	H1	1297.00	352.70	149.00
1000	K1	1157.00	439.60	287.00


Dr. Sady García Bendejé, L
Jefe de Laboratorio

IX. ICONOGRAFIA.



Figura 19. Sensibilizando a la población del distrito de Curimaná.



Figura 20. Recojo y acopio de los residuos sólidos orgánicos.



Figura 21. Selección de los RR.SS orgánicos.



Figura 22. Trituración de los RR.SS orgánicos.



Figura 23. Pesando los RR.SS para colocar en cada unidad experimental.



Figura 24. Recolectando el aserrín de bolaina para cada tratamiento.



Figura 25. Fabricación de los cajones de bolaina.



Figura 26. Fabricación de los cajones de bolaina.



Figura 27. Traslado de los cajones de bolaina.



Figura 28. Llenado de los vasos con arroz para las trampas.



Figura 29. Asegurando con ligas y malla plástica a los vasos con arroz.



Figura 30. Instalando las trampas para la captura de los microorganismos.



Figura 31. Instalando las trampas para la captura de los microorganismos.



Figura 32. Recolección de las trampas para la preparación de EM en gabinete.



Figura 33. Recolección de las trampas para la preparación de EM en gabinete.



Figura 34. Recolección de las trampas para la preparación de EM en gabinete.



Figura 35. Pigmentación de las trampas de arroz.

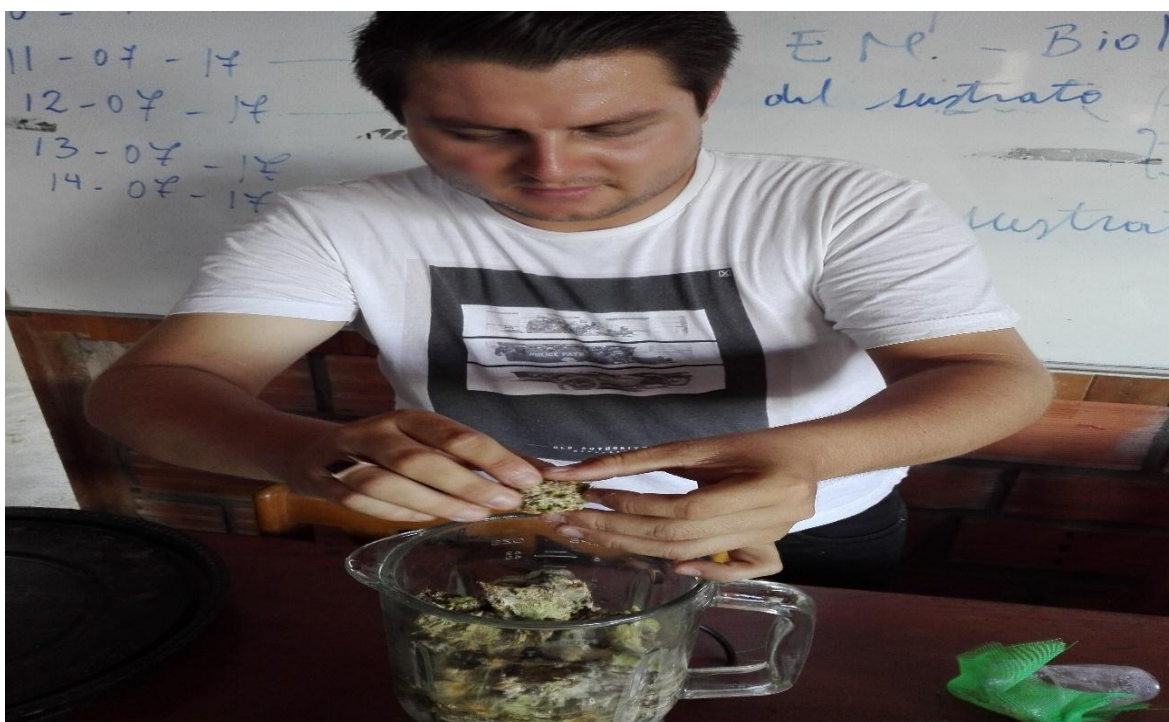


Figura 36. Licuado de las trampas de arroz.



Figura 37. Licuado del queso para la preparación de los EM.



Figura 38. Añadiendo la levadura a la preparación.



Figura 39. Activación de la levadura para la fermentación.



Figura 40. Mezclando todos los insumos para iniciar la fermentación.



Figura 41. Agregamos agua sin cloro para completar la galonera de 50 litros.



Figura 42. Tapamos con una tela y aseguramos.



Figura 43. Aplicación de los EM en las unidades experimentales.



Figura 44. Añadiendo agua sin cloro a las unidades experimentales.



Figura 45. Removiendo a las unidades experimentales.



Figura 46. Alistando las muestras de sustratos para realizar los análisis.



Figura 47. Alistando las muestras de sustratos para enviar a analizar.



Figura 48. Puesta del letrero del proyecto de tesis.