

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y**  
**AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE**  
**RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES,**  
**APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN**

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

**Autores** : Bach. Julisa Yenifer Farseque Fernández

: Bach. Elvis Uziel Núñez Samamé

**Asesor** : Ing. Mg. Sonia Medina Díaz

Línea de investigación: Innovación tecnológica para el desempeño y competitividad  
para la calidad ambiental

**JAÉN – PERÚ**

**2024**

NOMBRE DEL TRABAJO

1. Informe\_tesis\_Julissa\_Farceque\_22\_Feb\_2024.pdf

AUTOR

Julisa Farceque Fernández

RECUENTO DE PALABRAS

11188 Words

RECUENTO DE CARACTERES

50347 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

71 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.8MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 22, 2024 11:36 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 22, 2024 11:46 AM GMT-5

### ● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN  
INSTITUTO ZONA APLO Panca  
RESPONSABLE UNIDAD DE INVESTIGACION  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Resumen

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 26 de Abril del año 2024, siendo las 16:0 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Cirilo Mario Caira Mamani

Secretario : Dr. James Tirado Lara

Vocal : Dr. Segundo Sánchez Tello

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación

( X ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales, aplicando activadores biológicos, Jaén**, presentado por el estudiante/egresado o Bachiller (es) Julisa Yenifer Farseque Fernández y Elvis Uziel Núñez Samamé, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

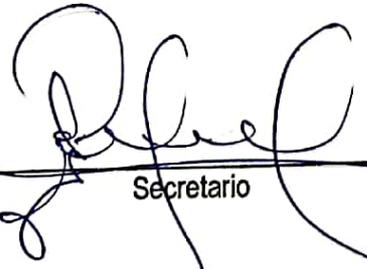
( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

## ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. MATERIALES Y METODOS	13
2.1. Ubicación del área de estudio	13
Características de la zona de estudio	13
2.2. Materiales, equipos e insumos	15
2.3. Tratamientos ensayados	16
2.4. Variables en estudio	16
2.5. Métodos	17
2.6. Técnicas	17
2.7. Procedimientos	17
2.7.1. Construcción de un módulo para la elaboración del compost	17
2.7.2. Recolección, selección y preparación de residuos sólidos orgánicos	17
2.7.3. Elaboración de pilas de residuos sólidos orgánicos	18
2.7.4. Preparación e inoculación de los activadores biológicos	18
2.7.5. Volteo y riego de las pilas	18
2.7.6. Lectura de la temperatura y pH	19
2.7.7. Análisis de los resultados	19
III. RESULTADOS	20
3.1. Parámetros evaluados durante el proceso de compostaje	20
3.1.1. Registros de la temperatura y pH en el proceso de compostaje	20
3.2. Descomposición de la materia prima en compost	26
3.3. Análisis de macro y micronutrientes del compost como producto final	27
3.4. Análisis de microelementos presentes en el compost como producto final	30
3.5. Relación C/N del compost	34
3.6. Conductividad eléctrica del compost	35

3.7. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) del compost	36
3.8. Granulometría del compost	37
3.9. Densidad aparente del compost	38
3.10. Parámetros del compost obtenido	39
3.11. Coliformes totales y fecales	40
IV. DISCUSIÓN	41
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. Conclusiones	43
5.2. Recomendaciones	44
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
AGRADECIMIENTO	49
DEDICATORIA	50
ANEXOS	51
Anexo 1. Contenido de humedad de los residuos sólidos a compostar	51
Anexo 2. Contenido de humedad del compost	52
Anexo 3. Análisis de macro y micronutrientes del compost	53
Anexo 4. Análisis de densidad del compost	56
Anexo 5. Análisis de granulometría del compost	61
Anexo 6. Análisis de coliformes fecales y totales presentes en el compost	64
Anexo 7. Documento de solicitud del recojo de residuos sólidos a la MPJ	65
Anexo 8. Registro fotográfico	66

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de tratamientos	16
Tabla 2. Temperatura (°C) y Ph en la fase mesófila	20
Tabla 3. Temperatura (°C) y pH en la fase termófila o de higienización	21
Tabla 4. Temperatura (°C) y pH en la fase de enfriamiento	23
Tabla 5. Temperatura (°C) y pH en la fase de maduración	24
Tabla 6. Descomposición de la materia prima	26
Tabla 7. Macronutrientes Obtenidos en el compost	27
Tabla 8. Micronutrientes Obtenidos en el compost	30
Tabla 9. Relación Carbono/Nitrógeno obtenido en el compost	34
Tabla 10. Conductividad eléctrica obtenido en el compost	35
Tabla 11. Capacidad del Intercambio Catiónico del compost	36
Tabla 12. Granulometría del compost obtenido	37
Tabla 13. Densidad aparente del compost	38
Tabla 14. Parámetros del compost en comparación con la NTCH2880 y FAO	39
Tabla 15. Presencia de coliformes totales y fecales	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la investigación	14
Figura 2. Temperatura (°C) y Ph en la fase mesófila	21
Figura 3. Temperatura (°C) y pH en la fase termófila o de higienización	22
Figura 4. Temperatura (°C) y pH en la fase de enfriamiento	24
Figura 5. Temperatura (°C) y pH en la fase de maduración	25
Figura 6. Porcentaje de descomposición de materia prima en compost	26
Figura 7. Fósforo en el compost	28
Figura 8. Potasio en el compost	28
Figura 9. Carbono en el compost	29
Figura 10. Nitrógeno en el compost	29
Figura 11. Materia orgánica en el compost	30
Figura 12. Hierro en el compost	31
Figura 13. Zinc en el compost	32
Figura 14. Cobre en el compost	32
Figura 15. Manganeso en el compost	33
Figura 16. Molibdeno en el compost	33
Figura 17. Carbono/Nitrógeno en el compost	34
Figura 18. Conductividad eléctrica en el compost	35
Figura 19. Capacidad de Intercambio Catiónico del compost	36
Figura 20. Granulometría del compost	37
Figura 21. Densidad de compost obtenido	38

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales aplicando activadores biológicos. Consistió en el recojo de residuos sólidos orgánicos del mercado 28 de julio, clasificados y transformados en partículas pequeñas, generando condiciones favorables para los microorganismos. Los tratamientos utilizados fueron activadores biológicos, como yogurt natural (T<sub>1</sub>) y chicha de jora (T<sub>2</sub>); estos fueron disueltos con agua cruda en proporciones 1/1. Los parámetros que se evaluaron fueron temperatura, pH y humedad. El tiempo de descomposición de los residuos fue de 15 semanas; el Tratamiento 1 fue el que obtuvo mayor descomposición con 4.04 kg de compost; los nutrientes según los tratamientos fueron los siguientes valores: P, tratamiento 1 igual a 107.04 ppm (0.0107%), tratamiento 2 igual 95.02 ppm (0.01%) y el testigo (agua) 107.24 ppm (0.0107%). K, Tratamiento 1 igual a 24384.12 ppm (2.43%), Tratamiento 2 fue 23251.33 ppm (2.32%), y el testigo 21530.99 ppm (2.15%). N, Tratamiento 1 igual a 2.40 %, Tratamiento 2 igual a 1.97 % y el testigo 1.72 %. C, Tratamiento 1 igual a 31.01 %, Tratamiento 2 fue 25.45 % y el Testigo 22.26 %. M.O, el Tratamiento 1 fue 53.47 %, Tratamiento 2 fue 43.89 % y el Testigo 38.39 %. El Tratamiento 1 tuvo un ligero aumento de descomposición de residuos sólidos. El compost obtenido es de buena calidad, dado que los parámetros nutricionales se encuentran dentro de los estándares establecidos por la NTCH 2880 y FAO 2013.

**Palabras clave:** Residuos sólidos, orgánicos, tratamientos, activadores biológicos  
compost

## ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the composting process of municipal organic solid waste by applying biological activators. It consisted of collecting organic solid waste from the July 28 market, classified and transformed into small particles, generating favorable conditions for microorganisms. The treatments used were biological activators, such as yogurt (T1) and chicha de jora (T2), these were dissolved with raw water in 1/1 proportions; The parameters that were evaluated were temperature, pH and humidity. The decomposition time of the waste was 15 weeks; Treatment 1 was the one that obtained the greatest decomposition with 4.04 kg of compost; The nutrients according to the treatments were the following values: P, treatment 1 equal to 107.04 ppm, treatment 2 equal to 95.02 ppm and the control 107.24 ppm. K, Treatment 1 equal to 24384.12 ppm, Treatment 2 was 23251.33 ppm, and the control 21530.99 ppm. N, Treatment 1 equal to 2.40%, Treatment 2 equal to 1.97% and the control 1.72%. C, Treatment 1 equal to 31.01%, Treatment 2 was 25.45% and Control 22.26%. M.O, Treatment 1 was 53.47%, Treatment 2 was 43.89% and the Control 38.39%. With Treatment 1 there was a slight increase in solid waste decomposition; The compost obtained is of good quality, given that the nutritional parameters are within the standards established by the NTCH 2880 y FAO 2013.

**Keywords:** Solid and organic waste, treatments, compost biological activators

## I. INTRODUCCIÓN

La generación de los residuos sólidos, son producto de las diferentes actividades realizadas por la población y que actualmente viene en aumento, generando tanto residuos sólidos orgánicos como inorgánicos; según MINAM (2019, p. 3) refiere que, la generación de residuos sólidos orgánicos abarca más del 50 % y que, empleado diferentes tecnologías, estos pueden ser incorporados nuevamente en la cadena de valor. Puerta (2004) describe que, la alta producción de residuos sólidos, es producto del incremento de la humanidad, y se ha considerado un problema grave a nivel global, esto debido a los patrones de consumo que actualmente han adoptado los seres humanos, las industrias en su transformación de productos, y la disposición inadecuada, entre otras acciones originan grandes daños al medio ambiente. Asimismo, Rodríguez y Córdoba (2006) señalan que, los residuos sólidos al ser acumulados de forma incorrecta no pueden incorporarse a la naturaleza, y automáticamente se convierten en agentes contaminantes, inicialmente en su entorno afectando los suelos, agua, tanto superficiales como subterráneas, aire, flora, fauna y a la salud de los seres humanos

Actualmente, el Perú viene afrontando un gran desafío con respecto al manejo de los residuos sólidos, dado que existen limitados espacios que reúnen las condiciones y cuentan con autorizaciones correspondientes a nivel nacional, para disponer los residuos sólidos que se generan a diario (MINAM 2014). En varios departamentos peruanos existen áreas que son utilizados como vertederos a cielo abierto, que se han convertido en botaderos de residuos sólidos ilegales, volviéndose los causantes de la generación de innumerables focos infecciosos provocando contaminación, afectado la salud de las personas, dañando el medio ambiente y el paisaje; sumado a ello no se cuenta con una adecuada segregación en el momento de la generación o en la fuente, siendo esto, una causa directa de un mal manejo de los residuos sólidos causando una contaminación de gran magnitud (OEFA 2014, p. 22). Es importante

destacar que la composición de los residuos sólidos orgánicos en el Perú es de 53.16 %, residuos que pueden volver a ser parte de la cadena productiva y valorizarlos mediante el compostaje, sin embargo, a pesar que se ha dado un avance sobre el manejo integral de los residuos sólidos, los problemas de contaminación aún siguen presentes en el país. (MINAM, 2015). Por otro lado, Puerta (2004) señala que, se ha tratado de dar solución a este problema mediante la implementación del manejo integrado de residuos sólidos a través de etapas como segregación en la fuente, buscando alternativas beneficiosas y compatibles con la naturaleza como el reciclaje y el compostaje de residuos sólidos orgánicos que permitiría el mejoramiento de los suelos con la materia orgánica. Rengifo (2021) refiere que, el manejo integral o la gestión de los residuos sólidos tiene por finalidad alcanzar un correcto manejo de los mismos, desde la generación hasta su disposición final, este manejo pasa por diferentes etapas que son la generación, segregación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento de los mismos, promoviendo su valoración mediante la implementación de técnicas adecuadas para minimizar los impactos negativos a la naturaleza

MINAM (2019, p. 6) describe que el compostaje es un proceso biológico aeróbico, que, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia orgánica degradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), que alteran su estructura molecular permitiendo obtener compost, abono que es de utilidad para la agricultura. Asimismo, Otterpohl et al. (2016); Pinzón (2017) mencionan que el compostaje es una tecnología que tiene un costo bajo y que mediante este proceso garantizamos que los residuos sólidos orgánicos transformados en material estable se integren nuevamente en el ciclo de la cadena de producción primaria, cuya utilidad es el mejoramiento de las propiedades físico y químicas de los suelos aumentando la producción de los cultivos. Asimismo, partiendo de la perspectiva económica, mediante el proceso de compostaje se reducen los costos en la disposición final de los residuos sólidos y el compost proporciona ingresos, dado que es utilizado o reemplaza a

otros materiales que son costosos y este abono es compatible con el ambiente (Reyes, 2022).

La actividad de los microorganismos que intervienen en el proceso de compostaje es compleja, debido a los cambios continuos de la temperatura del compostaje y las poblaciones de los microorganismos evoluciona de acuerdo a ello, además el pH está en constantes cambios conforme avanza el proceso de compostaje. Los microorganismos que mayormente tienen mayor actividad dentro del proceso de compostaje son los hongos y actinomicetos, debido a que tienen capacidad de biodegradar residuos como la celulosa y algunos de ellos por tolerar las temperaturas altas (Farrel & Jones, 2009). Otros autores refieren que los actinomicetos participan enzimáticamente hidrolizando sustancias complejas como la celulosa, pectina entre otras (Tiquia, 2002). Los actinomicetos como *Streptomyces albogriseolus* y *S. thermovulgaris*, considerados como termófilos que toleran temperaturas elevadas, son los más frecuentes en una composta (Chen et al., 2013).

MINAM (2017, p. 2) en el artículo 2 del Decreto Legislativo N° 1278, señala que, los residuos sólidos producidos en el país, en su gestión establece la minimización y prevención de los mismos, además su tratamiento para su recuperación y valorización, mediante la composta, reutilización y reciclaje etc., garantizando la protección del medio ambiente y la salud de las poblaciones

Apaza et al (2015), en su investigación evaluaron tratamientos biológicos como: T1 (Hoja de coca + Yogurt); T2 (Hoja de coca + suero de leche); T3 (Hoja de coca + levadura) y T4 (Testigo), concluyendo que los tratamientos presentan un pH básico, con un rango que oscila entre los 7.9-7.7, conductividad eléctrica para el T1 fue 12950  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , T2 fue 12023  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , T3 fue 11487  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y T4 fue 11020  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en cuanto al contenido de materia orgánica(MO) y Nitrógeno (N) el mejor tratamiento fue el T1 con 61 % de MO y 3.1 % de N, así mismo para fósforo con 7886 mg/kg, potasio 19217 mg/kg, calcio 20017 mg/kg, magnesio 5190 mg/kg, sodio 9715 mg/kg y Hierro 9715 mg/kg, concluyendo así que el mejor tratamiento fue el T1.

Guerrero (2018), en su investigación, elaboró un abono orgánico a partir de los residuos de frutas y verduras en la planta de compostaje de la Municipalidad de Comas, empleando una proporción de un quintal de residuos orgánicos, un quintal de estiércol y un quintal de poda seca, además emplearon otros insumos como chancaca (5 kg), levadura (100 g) y Cal (2 kg), diluidas en 50 L de agua para el mejoramiento de la degradación de la materia orgánica; concluyendo que con el sistema planteado mejoraron la calidad del abono producido, que con respecto a la calidad de abono que producen en la planta de compostaje de Comas. Los resultados obtenidos mejoraron con el sistema planteado, el pH obtuvo un valor 7.04; Materia Orgánica (MO.) 32.32% mejorando 1% más respecto a los otros resultados; El Nitrógeno (N) llegó a 1.92% también con una diferencia de 1% más respecto a los demás en este tratamiento; el Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 1.92% siendo mejor que los otros dos resultados y finalmente el Potasio (K<sub>2</sub>O) con 3.19% incrementando 2% respecto a los otros dos resultados de los tratamientos que se realizan en la planta de compostaje de Comas. El cual obtuvo un abono de mejor calidad ya que se consiguió mejorar cada uno de los parámetros que son esenciales para la asimilación de los cultivos.

Frente a la realidad sobre la generación y manejo de los residuos sólidos, la provincia de Jaén no es ajena ante esta situación, la generación de los residuos sólidos es alta, y la presencia de los mismos se visualizan en calles y avenidas de la ciudad, este problema principalmente se debe a la falta de conciencia ambiental por parte de la población y a la falta de interés por parte de las autoridades locales, quienes son los responsables del manejo de los residuos sólidos generados en su jurisdicción. Según el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales elaborado por la gerencia de desarrollo ambiental de la Municipalidad Provincial de Jaén; registra que, la ciudad de Jaén producen un total de 66 % de residuos sólidos orgánicos, esta materia prima puede ser transformada mediante diferentes metodologías para ser reincorporada a la cadena de valor, mediante un proceso de compostaje,

obteniendo como producto final el compost, que es un abono orgánico, siendo una alternativa de solución y sobre todo sostenible y amigable con el medio ambiente; de esta forma se estaría recuperando más de la mitad de la generación de los residuos sólidos que se generan en la ciudad de Jaén. Es por ello que se optó por desarrollar la presente investigación sobre evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales aplicando activadores biológicos, con el propósito de contar con otros métodos, empleando productos de bajo costo como son los activadores biológicos para el tratamiento y recuperación de los residuos sólidos orgánicos generados en la ciudad de Jaén; teniendo como objetivo general lo siguiente: Evaluar el proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales aplicando activadores biológicos, cuyos objetivos específicos fueron: Generar las condiciones adecuadas para el crecimiento de los microorganismos, determinar el tiempo de descomposición de los residuos sólidos orgánicos aplicando los tratamientos de yogurt y chicha de jora y determinar la calidad del compost obtenido a partir de residuos sólidos municipales, mediante el análisis de macronutrientes, micronutrientes.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación del área de estudio

El presente estudio se desarrolló en el sector habitación urbana Las Viñas de Jaén, Lote 13, Manzana C; salida al puente la Corona, ubicado en la parte alta de la ciudad de Jaén, a una altitud de 877 m s. n. m. cuyas coordenadas fueron las siguientes: 740738 E y 9368483 N (Figura 1)

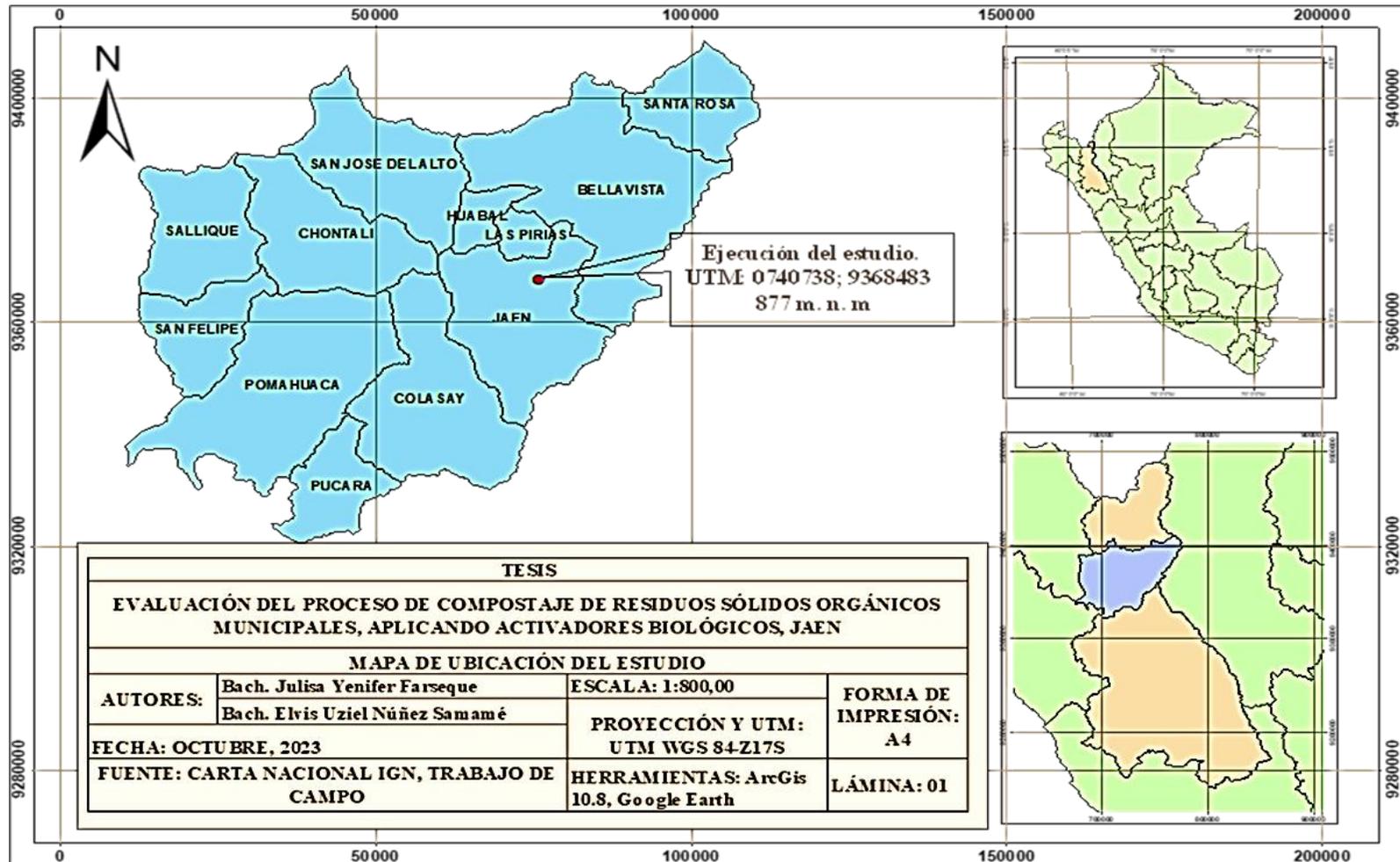
#### Características de la zona de estudio

**Clima.** La Provincia de Jaén, presenta una gran variedad de microclimas con abundantes precipitaciones fluviales; con climas semihúmedos a macrotermal, con temperaturas que van desde 17.2 °C a 34.2 °C, con un promedio anual de 25.9 °C (INDECI, 2005, p. 76)

**Relieve.** Jaén se caracteriza por tener un relieve accidentado con presencia de pendientes muy pronunciadas, con áreas marcadas por la cadena andina del norte, además se caracteriza por sus valles que son aptos para la agricultura. Sus suelos son diversificados, adecuados para cultivos permanentes, intensivos y para pastoreos, estas son tierras muy buenas con abundantes nutrientes y tierras moderadamente buenas (INDECI, 2005, p. 72)

**Figura 1**

*Ubicación de la investigación*



Elaboración propia

## **2.2. Materiales, equipo e insumos**

### **2.2.1. *Materiales***

- Residuos sólidos orgánicos
- Libreta de notas
- Lapiceros
- Papel bond
- Folder manila
- Cinta maskintape
- Micas
- Mascarillas
- Guantes
- Bolsas plásticas negras
- Plástico grueso
- Palanas
- Machetes
- Zaranda

### **2.2.2. *Equipos***

- Computadora
- Impresora
- GPS
- Cámara fotográfica
- Memoria USB
- Balanza electrónica
- Termómetro digital
- Peachimetro digital

### **2.2.3. *Insumos***

- Yogurt natural
- Chicha de jora

### 2.3. Tratamientos ensayados

La presente investigación se desarrolló aplicando los siguientes tratamientos:

**Tabla 1**

*Tipo de tratamientos*

Tratamientos	Materia prima	Activador biológico
Tratamiento 1 (T <sub>1</sub> )	RSOM	Yogurt natural
Tratamiento 2 (T <sub>2</sub> )	RSOM	Chicha de jora
Tratamiento (T <sub>0</sub> )	RSOM	Testigo

RSOM = Residuos sólidos orgánicos municipales

### 2.4. Variables en estudio

- Aplicación de tratamientos. Los tratamientos ensayados fueron Yogurt (T<sub>1</sub>), Chicha de jora (T<sub>2</sub>) y testigo (T<sub>0</sub>)
- Descomposición de residuos sólidos. Dentro del proceso de descomposición de residuos sólidos se evaluaron los parámetros de temperatura y pH, y del compost obtenido como producto final se determinó los macronutrientes como: Fosforo (P), Potasio (K), Nitrógeno (N), Carbono (C) y Materia Orgánica (M.O) y micronutrientes como: Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) y Molibdeno (Mo).

## **2.5. Métodos**

El método de la presente investigación fue cuantitativo utilizando los datos recolectados, utilizando la estadística para el análisis y presentación de resultados, mediante el análisis de las características del proceso, en este caso del compostaje de residuos sólidos y posteriormente se realizaron las comparaciones

## **2.6. Técnicas**

Las técnicas utilizadas durante el desarrollo de la investigación fueron: La observación directa con la finalidad de determinar el comportamiento de la materia a compostar; monitoreos para conocer el estado del proceso del compostaje; formatos para registrar información, y la medición de parámetros mediante el termómetro y peachimetro las cuales permitieron organizar las diversas etapas de la investigación

## **2.7. Procedimientos**

### ***2.7.1. Construcción de un módulo para la elaboración del compost***

La construcción del módulo estuvo a base de listones de madera y guayaquiles con techo de calamina, el perímetro circulado con maya raschel; las celdas se construyeron de ladrillo y una plataforma de cemento.

### ***2.7.2. Recolección, selección y preparación de residuos sólidos orgánicos***

La recolección de los residuos sólidos orgánicos se realizó en el mercado 28 de julio, en coordinación con el personal del programa de segregación de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Jaén; los residuos sólidos orgánicos fueron pesados y embolsados en bolsas plásticas y sacos de polietileno, luego fueron trasladados al lugar de acopio ubicado en el sector habitación urbana Las Viñas de Jaén, Lote 13,

Manzana C; salida al puente la Corona, ubicado en la parte alta de la ciudad de Jaén, a una altitud de 877 m s. n. m. inmediatamente se realizó la segregación de los residuos sólidos orgánicos, posterior a ello, utilizando un machete se procedió a picar los residuos seleccionados obteniendo partículas de hasta 5 cm de longitud.

### ***2.7.3. Elaboración de pilas de residuos sólidos orgánicos***

Una vez obtenido la cantidad de residuos sólidos orgánicos para el compostaje se procedió a la elaboración de las pilas, cada pila se formó con 62 kg de residuos sólidos orgánicos procedentes del mercado 28 de julio, generando un total de 558 kg de residuos sólidos orgánicos en las nueve celdas.

### ***2.7.4. Preparación e inoculación de los activadores biológicos***

Para la preparación de los activadores biológicos, consistió en una relación 1:1, para iniciar se preparó 1 litro de yogurt natural con un 1 litro de agua cruda, así mismo 1 litro de chicha de jora con 1 litro de agua cruda, con la finalidad de no dañar los microorganismos presentes en los activadores biológicos, generando una mezcla homogénea, posteriormente se dosificó la mezcla preparada en las pilas de residuos sólidos orgánicos a compostar. Este procedimiento se realizó cada vez que las pilas requerían de humedad

### ***2.7.5. Volteo y riego de las pilas***

Los volteos de los residuos sólidos orgánicos se realizaron con la ayuda de una palana, al inicio del proceso se realizó dos veces a la semana y posteriormente una vez a la semana. Asimismo, se realizaron los riegos considerando la humedad cada pila.

#### ***2.7.6. Lectura de la temperatura y pH***

Para la medición de la temperatura se colocó un termómetro análogo en el centro de la pila, la medida del pH se realizó utilizando un peachimetro digital de la misma manera en el centro de la pila. Registrándose los datos obtenidos

#### ***2.7.7. Análisis de los resultados***

Los datos recolectados en campo se ordenaron en una hoja de cálculo elaborando una base de datos del cual se partido para crear tablas y figuras, además se calculó las medidas de tendencia central.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Parámetros evaluados durante el proceso de compostaje

Los parámetros evaluados durante el proceso de compostaje fueron temperatura, pH y humedad, datos de los cuales se registraron durante 15 semanas consecutivas, y se detallan a continuación:

##### 3.1.1. Registros de la temperatura y pH en el proceso de compostaje

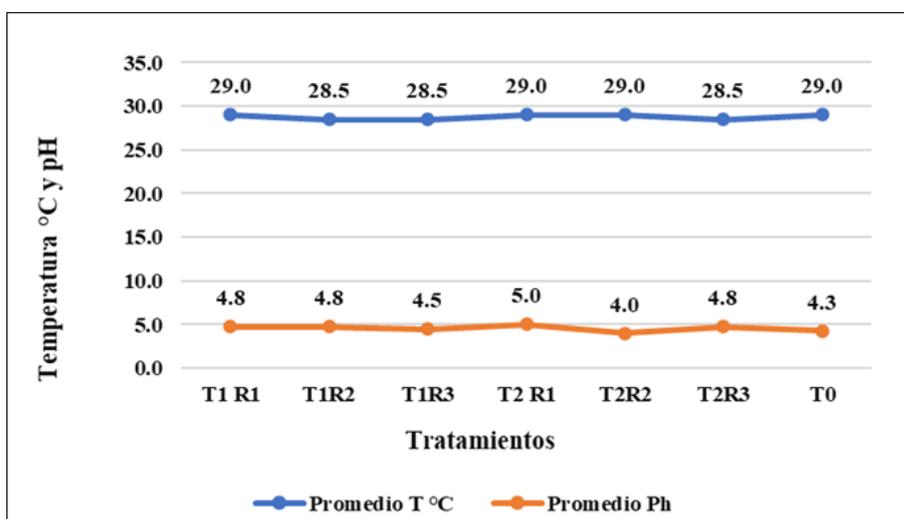
**Tabla 2**

*Temperatura (°C) y Ph en la fase mesófila*

Fase mesófila								
Fecha	Parámetros	Tratamientos						
		Yogurt natural (t <sub>1</sub> )			Chicha de jora (t <sub>2</sub> )			Testigo (t <sub>0</sub> )
		T1R1	T1R2	T1R3	T2 R1	T2R2	T2R3	T0
06/03/2023	T °C	29	29	28	29	29	29	29
	pH	4.5	5	4	5	4	5	4
07/03/2023	T °C	29	28	29	29	29	28	29
	pH	5	4.5	5	5	4	4.5	4.5
Promedio Temperatura		29.0	28.5	28.5	29.0	29.0	28.5	29.0
Promedio pH		4.8	4.8	4.5	5.0	4.0	4.8	4.3

**Figura 2**

*Temperatura (°C) y Ph en la fase mesófila*



La tabla 2 y la figura 2 nos muestra el registro de temperatura, donde los dos primeros días se registraron temperaturas de 28.5 °C a 29 °C para los tres tratamientos y un pH ácido que oscila de 4.0 a 5.0. Esta fase es conocida como la fase mesófila

**Tabla 3**

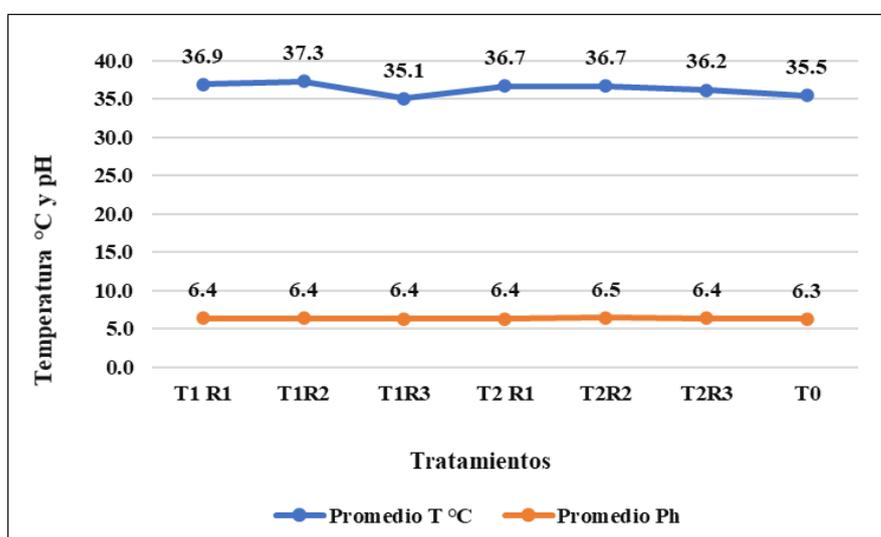
*Temperatura (°C) y pH en la fase termófila o de higienización*

Fase termófila o de higienización								
Fecha	Parámetros	Tratamientos						
		Yogurt natural (t <sub>1</sub> )			Chicha de jora (t <sub>2</sub> )			Testigo (t <sub>0</sub> )
		T1 R1	T1 R2	T1 R3	T2 R1	T2 R2	T2 R3	T0
08/03/2023	T °C	38	41	37	38	43	38	39
	pH	6	6.5	6.5	5.5	6.5	6	6
09/03/2023	T °C	40	38	38	40	40	39	38
	pH	6.5	6.5	6.5	6.3	6.3	6.5	6
10/03/2023	T °C	38	40	37	39	38	37	35
	pH	6.2	6.5	6	6.4	6.5	6.5	6.5
11/03/2023	T °C	38	41	35	38	35	41	34
	pH	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6	6

12/03/2023	T °C	35	40	37	38	36	38	38
	pH	6.5	6.5	6	6.5	6.5	6.5	6.5
13/03/2023	T °C	38	36	35	38	39	36	36
	pH	6.5	6.5	6	6.5	6.5	6.5	6.5
14/03/2023	T °C	40	36	34	36	37	34	35
	pH	6.5	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
16/03/2023	T °C	36	35	34	35	34	34	34
	pH	6.5	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
18/03/2023	T °C	34	34	33	34	33	34	34
	pH	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
20/03/2023	T °C	32	32	31	31	32	31	32
	pH	6.4	6.2	6.5	6.5	6.2	6.5	6.2
Promedio Temperatura		36.9	37.3	35.1	36.7	36.7	36.2	35.5
Promedio pH		6.4	6.4	6.4	6.4	6.5	6.4	6.3

**Figura 3**

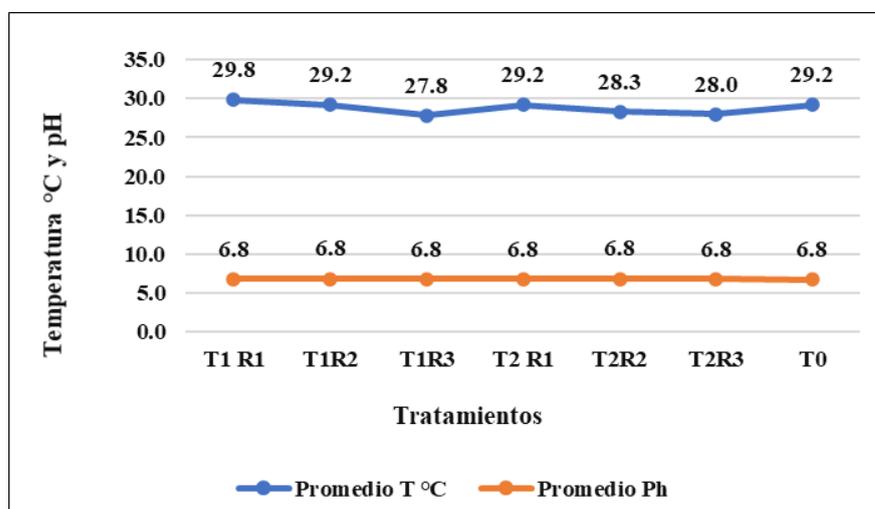
*Temperatura (°C) y pH en la fase termófila o de higienización*



En la tabla 3 y la figura 3, se muestra el incremento de temperatura a partir del tercer día, en las cuales se observa temperaturas de hasta 43 °C, y el pH comienza a elevarse con promedios de hasta 6.5, en esta fase se presentó la mayor temperatura del proceso de compostaje, denominándose fase termófila o de higienización

**Tabla 4***Temperatura (°C) y pH en la fase de enfriamiento*

Fase de enfriamiento								
Fecha	Parámetros	Tratamientos						
		Yogurt natural (t <sub>1</sub> )			Chicha de jora (t <sub>2</sub> )			Testigo (t <sub>0</sub> )
		T1 R1	T1R2	T1R3	T2 R1	T2R2	T2R3	T0
22/03/2023	T °C	31	30	29	30	29	30	30
	pH	6.7	6.5	6.7	6.5	6.7	6.7	6.5
26/03/2023	T °C	29	29	27	29	27	27	29
	pH	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.5
28/03/2023	T °C	31	30	29	30	29	30	30
	pH	6.7	6.8	6.7	6.8	6.7	6.7	6.7
1/04/2023	T °C	29	29	27	29	27	27	29
	pH	6.8	6.8	6.7	6.7	6.8	6.8	6.7
6/05/2023	T °C	30	29	28	29	29	28	29
	pH	6.8	6.9	6.8	6.8	6.9	6.8	6.8
14/04/2023	T °C	30	29	28	29	29	28	29
	pH	7	6.8	6.9	6.8	7	6.8	6.9
21/04/2023	T °C	30	29	28	29	29	28	29
	pH	6.9	7	6.9	7	6.9	6.9	6.9
Promedio Temperatura		29.8	29.2	27.8	29.2	28.3	28.0	29.2
Promedio pH		6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8

**Figura 4***Temperatura (°C) y pH en la fase de enfriamiento*

La tabla 4 y la Figura 4 se muestra que la temperatura y el pH durante el proceso del compostaje, en esta etapa la temperatura empieza a descender alcanzando nuevamente a una temperatura ambiente y el pH sigue subiendo con un promedio de 6.8, esta fase es denominada fase de enfriamiento

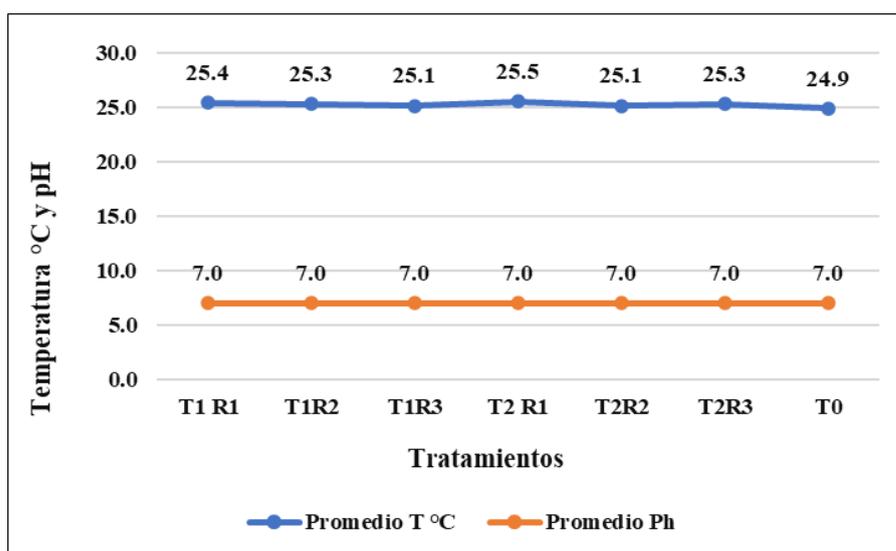
**Tabla 5***Temperatura (°C) y pH en la fase de maduración*

Fase de maduración								
Fecha	Parámetros	Tratamientos						
		Yogurt natural (t <sub>1</sub> )			Chicha de jora (t <sub>2</sub> )			Testigo (t <sub>0</sub> )
		T1 R1	T1 R2	T1 R3	T2 R1	T2 R2	T2 R3	T0
25/04/2023	T °C	27	27	26	27	26	27	26
	pH	7	7	7	7	7	7	7
5/05/2023	T °C	26	26	26	26	26	26	26
	pH	7	7	7	7	7	7	7
9/05/2023	T °C	26	25	25	25	26	26	25
	pH	7	7	7	7	7	7	7
19/05/2023	T °C	26	25	25	26	25	25	25

	pH	7	7	7	7	7	7	7
23/05/2023	T °C	25	25	25	25	25	25	25
	pH	7	7	7	7	7	7	7
2/06/2023	T °C	25	24	24	25	25	24	24
	pH	7	7	7	7	7	7	7
6/06/2023	T °C	24	25	25	25	24	25	24
	pH	7	7	7	7	7	7	7
16/06/2023	T °C	24	25	25	25	24	24	24
	pH	7	7	7	7	7	7	7
Promedio Temperatura		25.4	25.3	25.1	25.5	25.1	25.3	24.9
Promedio pH		7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0

**Figura 5**

*Temperatura (°C) y pH en la fase de maduración*



En la tabla 5 y en la figura 5 se muestra la temperatura y el pH en el proceso final de compostaje, la temperatura se mantuvo a una temperatura ambiente y el pH se estabilizó a neutro con valores de 7 hasta el final del proceso, dando lugar a la fase de maduración

### 3.2. Descomposición de la materia prima en compost

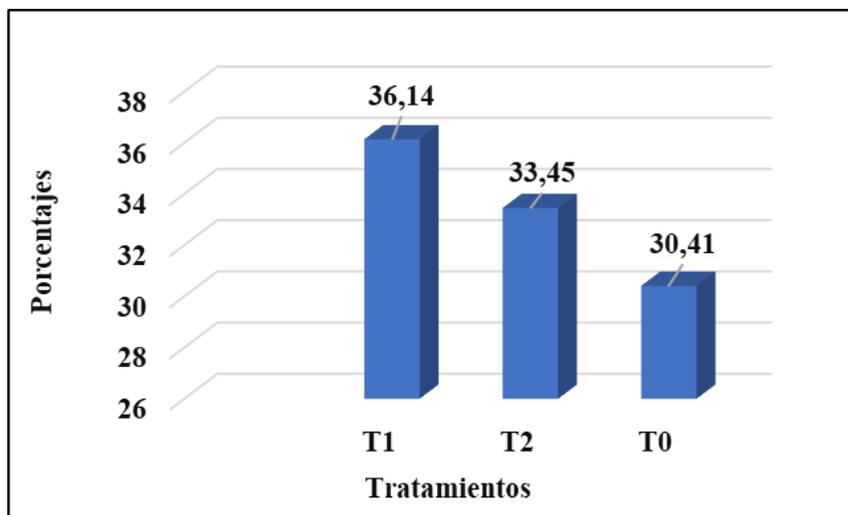
**Tabla 6**

*Descomposición de la materia prima*

Tratamientos	Repeticiones	Peso inicial (kg)	Descomposición (semanas)	Compost cribado (k)	Promedio	%
T1	R1	62	15	4,19	4,04	36,14
	R2	62	15	4,17		
	R3	62	15	3,75		
T2	R1	62	15	3,67	3,74	33,45
	R2	62	15	3,68		
	R3	62	15	3,86		
T0	R1	62	15	3,40	3,40	30,41
	R2	62	15	3,56		
	R3	62	15	3,24		
Total					11.18	

**Figura 6**

*Porcentaje de descomposición de materia prima en compost*



La tabla 6 y la figura 6 muestran la descomposición de los residuos sólidos mediante el compostaje en un tiempo de 15 semanas (103 días) del proceso de descomposición, donde se evidencia que el T<sub>1</sub> presenta una mayor cantidad de compost obtenido con 4.04 kg (36.14 %) en comparación de los demás tratamientos ensayados que se obtuvo 3.74 kg (33.45 %) para el

T<sub>2</sub> y 3.40 kg (30.41 %) para el T<sub>0</sub>; por lo que se evidencia que aplicando yogurt natural se tiene un relativo aumento de descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

### 3.3. Análisis de macronutrientes presentes en el compost como producto final

**Tabla 7**

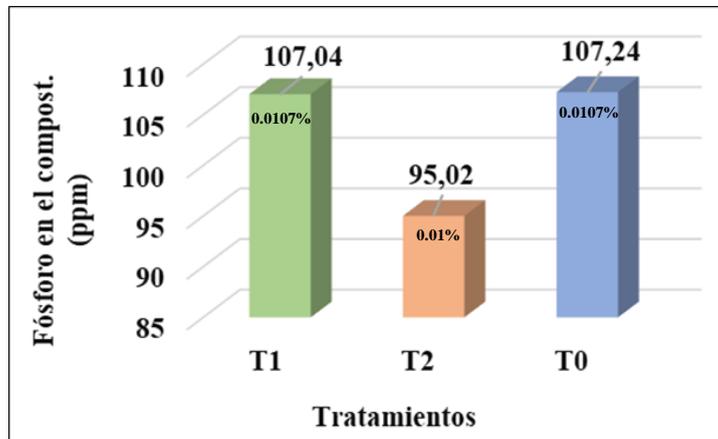
*Macronutrientes Obtenidos en el compost*

Tratamientos	Macronutrientes presentes en el compost				
	P (ppm)	K (ppm)	N (%)	C (%)	M.O (%)
Yogurt (T <sub>1</sub> )	107.04	24384.12	2.40	31.01	53.47
Chicha de jora (T <sub>2</sub> )	95.02	23251.33	1.97	25.45	43.89
Testigo (T <sub>0</sub> )	107.24	21530.99	1.72	22.26	38.39
Varianza	48.97	2063855.62	0.12	19.61	58.24
DS	7.00	1436.61	0.34	4.43	7.63

La tabla 7 muestra los macronutrientes presentes en el compost producto de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos procedentes del mercado 28 de Julio, asimismo la varianza y la desviación estándar de dichos elementos. Para el fósforo (P) se obtiene una varianza de 48.97 con una desviación estándar de 7, el potasio (K) se obtuvo una varianza de 2063855.62 y un DS de 1436.61, para nitrógeno (N) se obtuvo una varianza de 0.12 y una DS de 0.34, el Carbono (C) presentan 19.61 de varianza y su DS fue de 4.43 y finalmente para materia orgánica (MO) se obtuvo una varianza de 58.24 con una desviación estándar de 7.63. La desviación estándar nos muestra la dispersión de los datos obtenidos alrededor de la media, donde se evidencia que el nitrógeno presenta la menor dispersión con 0.34 % aplicando los tratamientos ensayados.

**Figura 7**

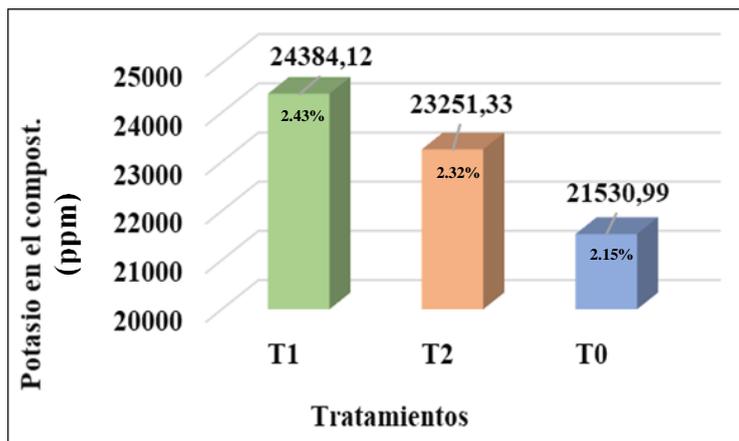
*Fósforo (P) presente en el compost*



La figura 7 se observa el análisis del Fósforo obtenido en el compost como producto final, donde se muestran las concentraciones de este elemento con 107.04 ppm (0.0107%) para el T<sub>1</sub>, 107.24 ppm (0.0107%) para el T<sub>0</sub> respectivamente y para el T<sub>2</sub> se observa la concentración más baja con el 95. 02 ppm (0.01%).

**Figura 8**

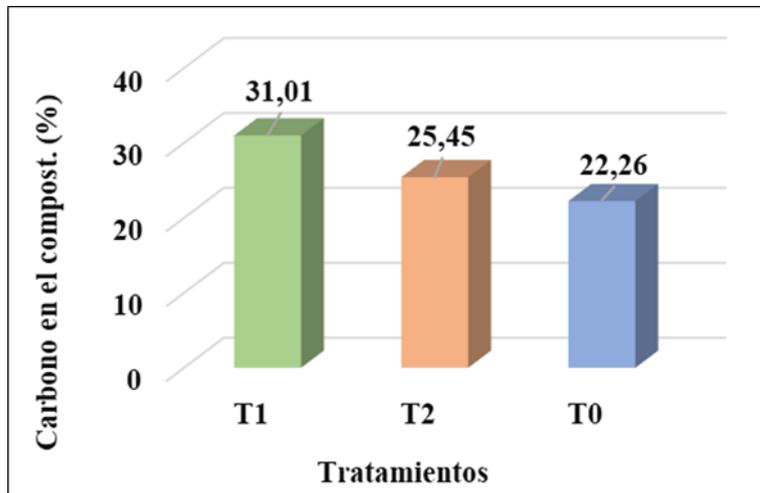
*Potasio (K) presente en el compost*



La figura 8 muestra el contenido de Potasio obtenido en el compost, donde T<sub>1</sub> obtuvo 24384.12 ppm (2.43 %), el T<sub>2</sub> 23251.33 ppm (2.32 %) y finalmente el T<sub>0</sub> fue igual a 21530.99 ppm (2.15 %), valores que reflejan la acumulación de Potasio.

**Figura 9**

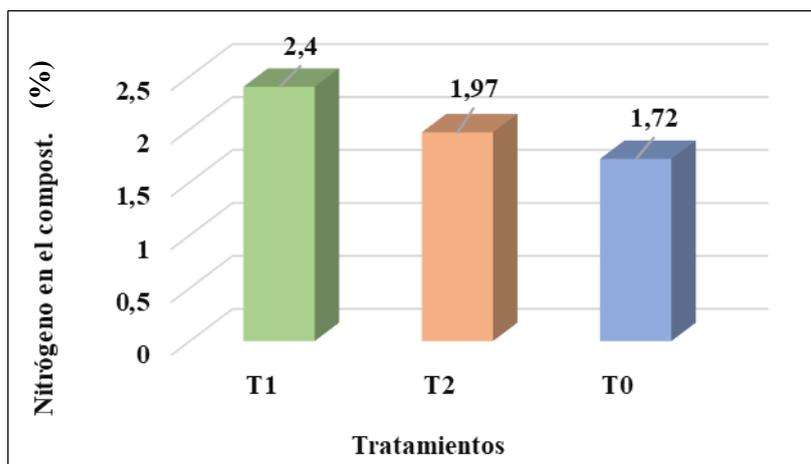
*Carbono (C) presente en el compost*



La figura 9 muestra el Carbono obtenido en el compost para los tres tratamientos, donde el T<sub>1</sub> presenta el 31.01 %, seguido del T<sub>2</sub> con 25.45 % y finalmente el T<sub>0</sub> obtuvo el 22.26 % de carbono, siendo este último el más bajo.

**Figura 10**

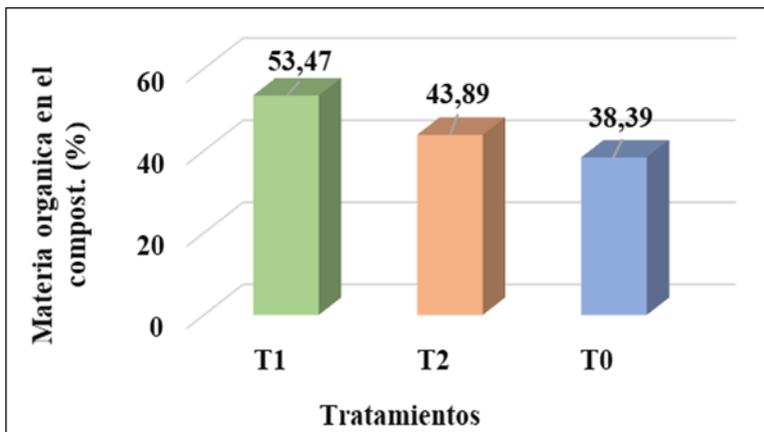
*Nitrógeno (N) presente en el compost*



La figura 10 muestra el contenido de Nitrógeno presente en el compost para los tres tratamientos, donde el T<sub>1</sub> obtuvo la mayor cantidad con 2.4 %, seguido del T<sub>2</sub> con 1.97 % y finalmente el T<sub>0</sub> con 1.72 % de este elemento.

**Figura 11**

*Materia orgánica (M.O) presente en el compost*



En la figura 11 se observa el contenido de Materia orgánica presente en el compost para los tres tratamientos, donde en el T<sub>1</sub> se obtuvo el 53.47 %, seguido del T<sub>2</sub> con 43.89 % y por último en el T<sub>0</sub> se obtuvo el 38.39 % de materia orgánica, porcentajes que reflejan el alto contenido de MO en el compost obtenido.

### 3.4. Análisis de micronutrientes presentes en el compost como producto final

**Tabla 8**

*Micronutrientes obtenidos en el compost*

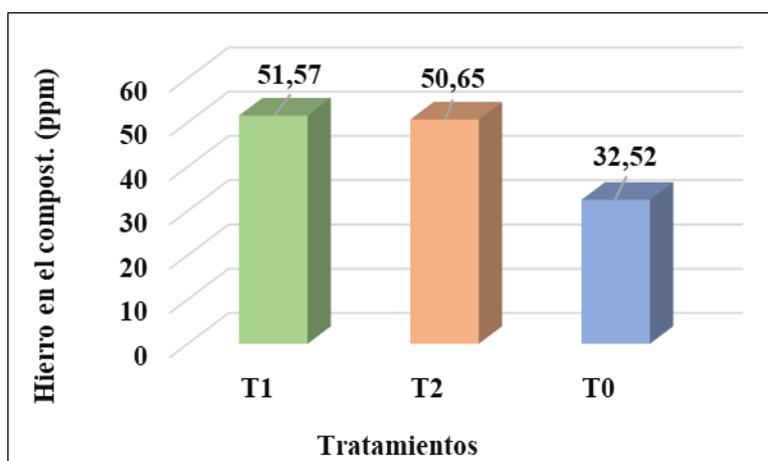
Tratamientos	Micronutrientes presentes en el compost				
	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Mo (ppm)
Yogurt (T <sub>1</sub> )	51.57	1.32	0.56	3.09	0.30

Chicha de jora (T <sub>2</sub> )	50.65	0.82	0.54	2.78	0.52
Testigo (T <sub>0</sub> )	32.52	0.6	0.57	1.87	0.55
Varianza	115.41	0.14	0.0002	0.40	0.02
DS	10.74	0.37	0.02	0.63	0.14

La tabla 8 muestra los micronutrientes presentes en el compost producto de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos procedentes del mercado 28 de Julio, asimismo la varianza y la desviación estándar de dichos elementos. Para el hierro (Fe) se obtiene una varianza de 115.41 con una desviación estándar de 10.74, el Zinc (Zn) obtuvo una varianza de 0.14 y una DS de 0.37, para cobre (Cu) se obtuvo una varianza de 0.0002 y una DS de 0.02, el Manganeseo (Mn) presenta 0.40 de varianza y su DS fue de 0.63 y finalmente para Molibdeno (Mo) se obtuvo una varianza de 0.02 con una desviación estándar de 0.14. para los micronutrientes se obtuvo que el cobre presenta la menor dispersión de datos con respecto a su media, aplicando los tres tratamientos ensayados con 0.02 ppm.

**Figura 12**

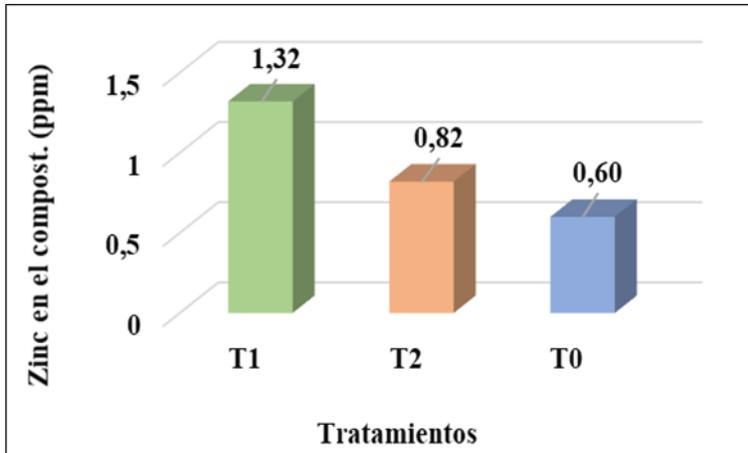
*Hierro (Fe) presente en el compost*



La figura 12 muestra el contenido de Hierro, donde el T<sub>1</sub> obtuvo 51.57 ppm, el T<sub>2</sub> 50.65 ppm y finalmente el T<sub>0</sub> con 32.52 ppm, siendo este último el más bajo.

**Figura 13**

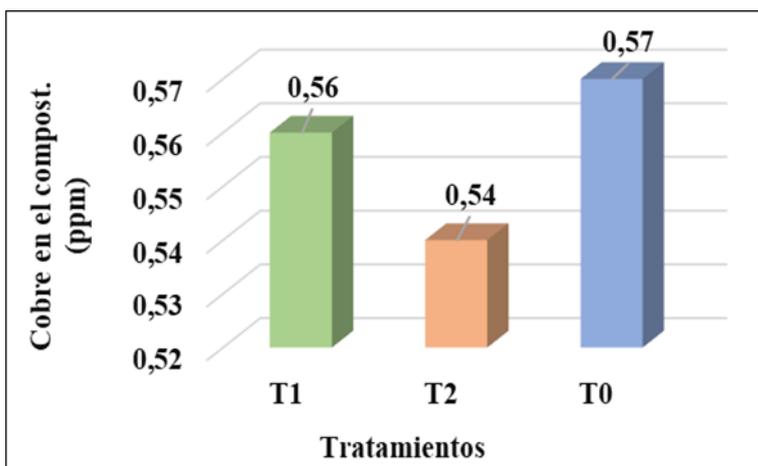
*Zinc (Zn) presente en el compost*



En la figura 13 se observa el contenido de Zinc en el compost de todos los tratamientos ensayados, donde con el T<sub>1</sub> se obtuvo 1.32 ppm, en el T<sub>2</sub> 0.82 ppm y finalmente en el T<sub>0</sub> se obtuvo 0.60 ppm.

**Figura 14**

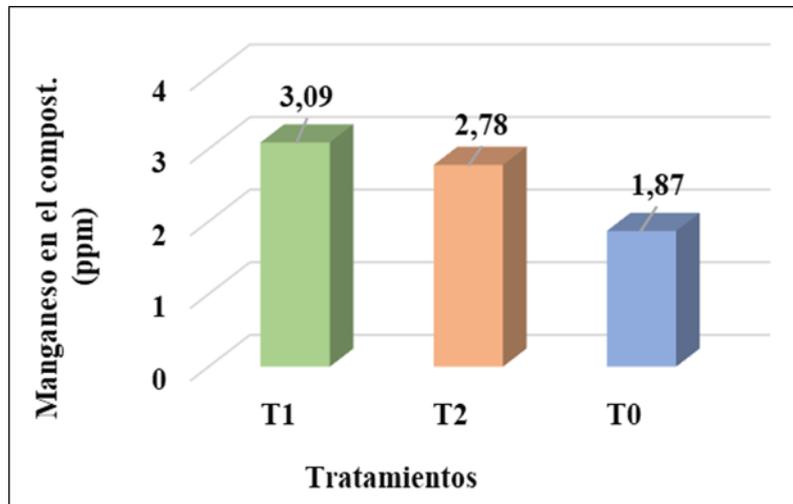
*Cobre (Cu) presente en el compost*



La figura 14 muestran el contenido de Cobre, para todos los tratamientos ensayados, donde el T<sub>1</sub> presenta 0.56 ppm, el T<sub>2</sub> 0.54 ppm y el T<sub>0</sub> obtuvo 0.57 ppm de este elemento

**Figura 15**

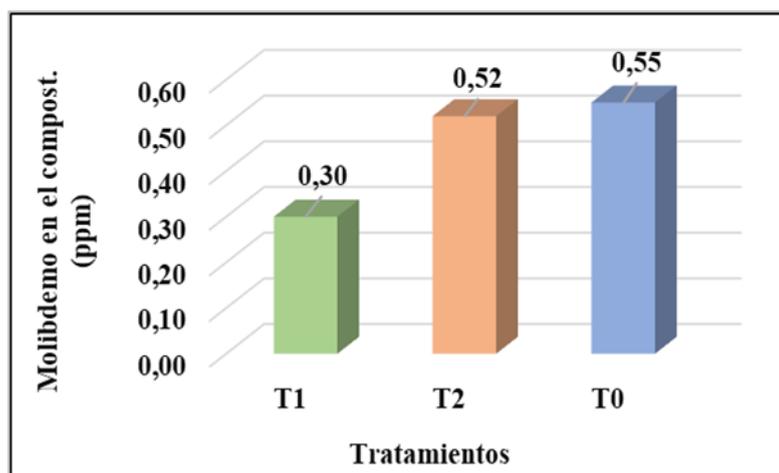
*Manganeso (Mn) presente en el compost*



En la figura 15 se muestra el contenido de Manganeso obtenido en el compost para los tres tratamientos ensayados, donde el T<sub>1</sub> obtuvo 3.09 ppm, seguido del T<sub>2</sub> con 2. 78 ppm y finalmente el T<sub>0</sub> obtuvo 1.87 ppm.

**Figura 16**

*Molibdeno (Mo) presente en el compost*



La figura 16 muestra el contenido de Molibdeno, donde le T<sub>1</sub> obtuvo el valor más bajo con 0.30 ppm, el T<sub>2</sub> obtuvo 0.52 ppm y el T<sub>0</sub> con 0.55 siendo el más elevado.

### 3.5. Relación Carbono/Nitrógeno (C/N) del compost

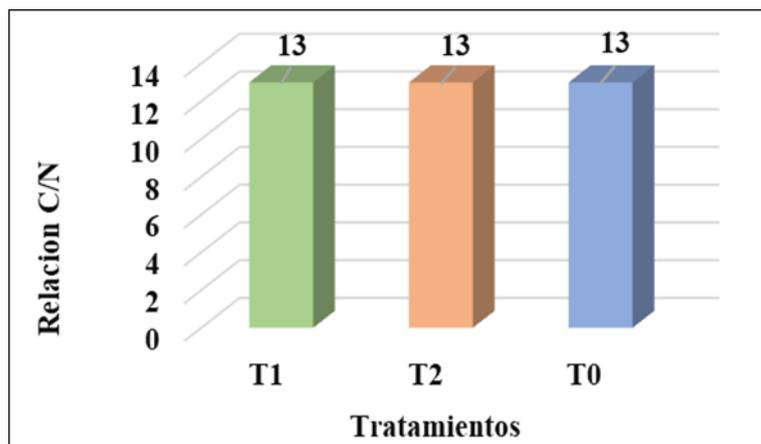
**Tabla 9**

*Relación Carbono/Nitrógeno obtenido en el compost*

Tratamientos	Relación C/N
T <sub>1</sub>	13/1
T <sub>2</sub>	13/1
T <sub>0</sub>	13/1

**Figura 17**

*Carbono/Nitrógeno en el compost*



La tabla 9 y la figura 17 muestran la relación Carbono/Nitrógeno del compost obtenido como producto final para los tres tratamientos ensayados, siendo iguales para todos los tratamientos con un valor de 13/1

### 3.6. Conductividad eléctrica (C.E) del compost

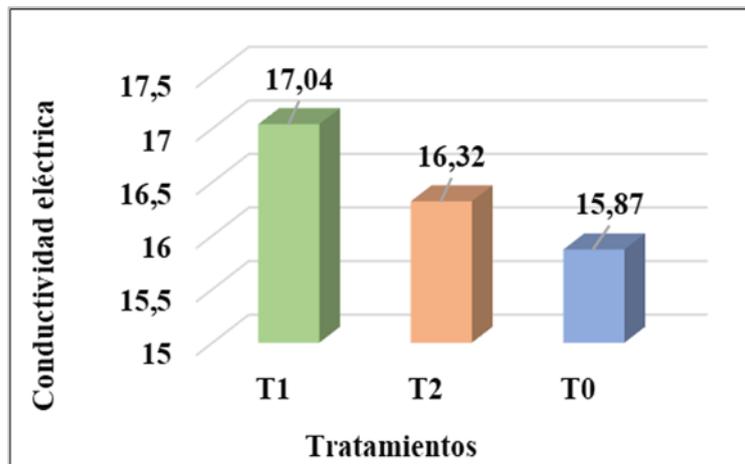
**Tabla 10**

*Conductividad eléctrica obtenido en el compost*

Tratamientos	Conductividad Eléctrica (C.E)
T <sub>1</sub>	17.04
T <sub>2</sub>	16.32
T <sub>0</sub>	15.87

**Figura 18**

*Conductividad eléctrica en el compost*



La tabla 10 y la figura 18 muestran la conductividad eléctrica del compost para todos los tratamientos ensayados, donde el T<sub>1</sub> obtuvo 17.04, seguido del T<sub>2</sub> con 16.32 y finalmente el T<sub>0</sub> obtuvo 15.87 % .  $\mu\text{s}/\text{m}$

### 3.7. Capacidad del Intercambio Catiónico (CIC) del compost

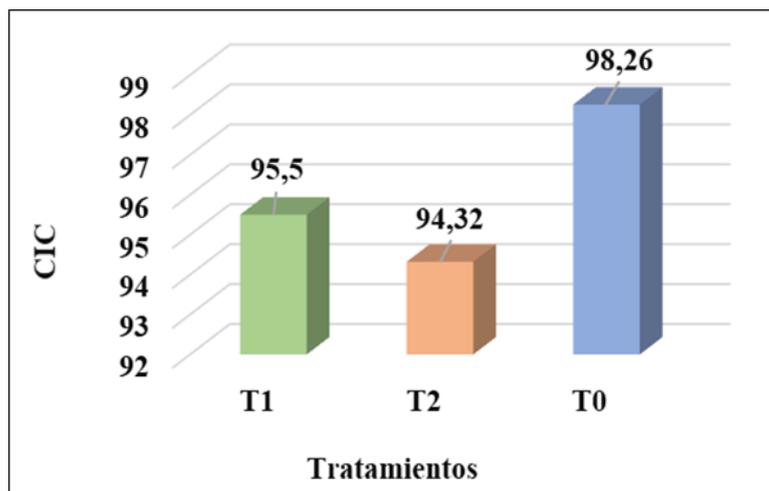
**Tabla 11**

*Capacidad del Intercambio Catiónico del compost*

Tratamientos	CIC
T <sub>1</sub>	95.5
T <sub>2</sub>	94.32
T <sub>0</sub>	98.26

**Figura 19**

*Capacidad del Intercambio Catiónico del compost*



La tabla 11 y la figura 19 muestra la capacidad de intercambio catiónico del compost obtenido para todos los tres tratamientos ensayados, donde la mayor capacidad de intercambio catiónico presenta el T<sub>0</sub> con 98.26, seguido del T<sub>1</sub> con 95.3 y finalmente el T<sub>2</sub> con 94.32.

### 3.8. Granulometría del compost

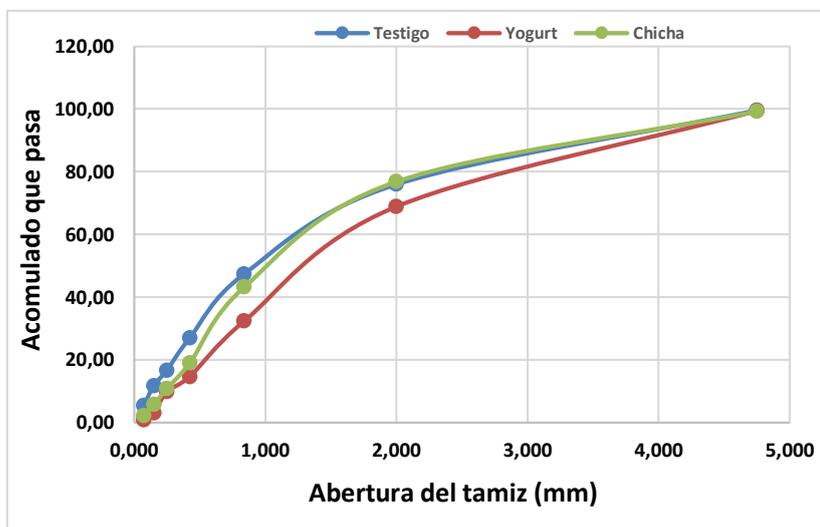
**Tabla 12**

*Granulometría del compost obtenido*

N°	Abertura del tamiz (mm)	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
4	4.750	99.62	99.37	99.30
10	2.000	75.96	68.83	76.84
20	0.840	47.42	32.35	43.19
40	0.425	27.04	14.66	19.03
60	0.250	16.71	9.85	10.81
100	0.150	11.74	3.00	5.81
200	0.075	5.41	0.84	2.20

**Figura 20**

*Granulometría del compost*



En la tabla 12 y la figura 20 muestra la granulometría del compost obtenido para los tres tratamientos ensayados, donde se utilizó 7 números de tamices con una abertura de 4.750 mm hasta 0.075 mm, siendo el T<sub>0</sub> el que obtuvo la mayor cantidad con la abertura más pequeña con 5.41 g, seguido del T<sub>2</sub> con 2.20 g y finalmente el T<sub>1</sub> con 0.84 g.

### 3.9. Densidad aparente del compost

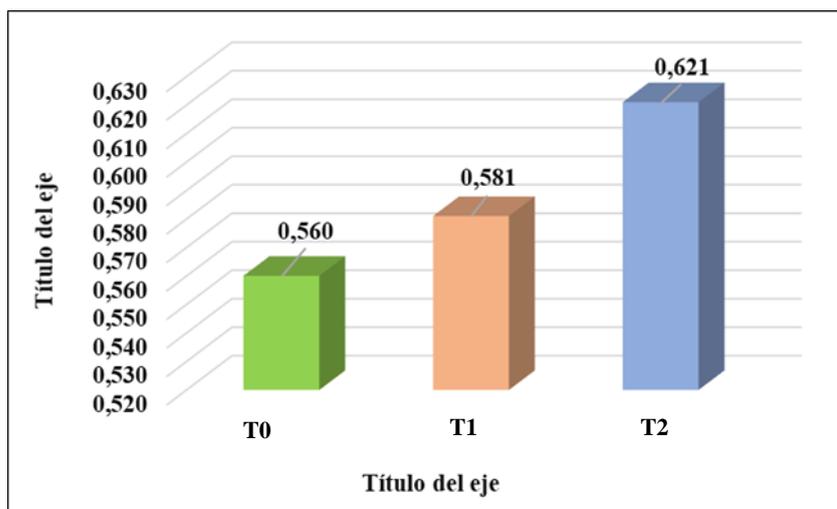
**Tabla 13**

*Densidad aparente del compost*

Tratamientos	Densidad aparente gr/cm <sup>3</sup>
T <sub>0</sub>	0.560
T <sub>1</sub>	0.581
T <sub>2</sub>	0.621

**Figura 21**

*Densidad de compost obtenido*



En la tabla 13 y la figura 21 muestran la densidad aparente del compost como producto final para los tres tratamientos en estudio, la mayor cantidad se obtuvo en el T2 con 0.621 gr/cm<sup>3</sup>, seguido del T1 con 0.581 gr/cm<sup>3</sup> y finalmente el T0 obtuvo la menor densidad con 0.560 gr/cm<sup>3</sup>

### 3.10. Parámetros del compost obtenido

**Tabla 14**

*Parámetros del compost en comparación con la NTCH2880 y FAO 2013*

Parámetros del compost	Unidad de medida	Resultados de la investigación			NTCH 2880		FAO 2013
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	Calidad A	Calidad B	
PH		9.6	9.96	10.18	5.0 – 8.5	5.0 – 8.5	6.5 – 8.5
CE	dS/m	17.04	16.32	15.87	< a 3 dS/m	≤ a 8 dS/m	
C/N		13:01	13:01	13:01	10 ≤ a 25	10 ≤ a 25	10:1 – 15:1
M.O	%	53.47	43.89	38.39	≥ a 20 %	≥ a 20 %	> 20%
N	%	2.40	1.97	1,72	≥ a 0.5 %	≥ a 0.5%	0.3 % – 1.5 %
C	%	31.01	25.45	22.26			
P	ppm	107.04	95.02	107.24			0.1 % – 1.0 %
K	ppm	24384.12	23251.33	21530.99			0.3 % – 1.0 %

La tabla 14 muestra los parámetros del compost obtenido, donde se obtuvo un buen porcentaje de contenido de materia orgánica, logrando la mayor concentración con la aplicación del tratamiento 1 (yogurt) con 53.47 %, seguido del tratamiento 2 (chicha de jora) con 43.89 % y finalmente con el tratamiento 0 (testigo) se obtuvo 38.39 %; Nitrógeno = 1.72 – 2.40 %, Carbono = 22.26 – 31.06 % y C/N dando como resultado para los tres tratamientos 13/1. Estos valores están dentro de los rangos establecidos tanto de la NCH2880 como la FAO 2013. Sin embargo, los demás parámetros como pH, C.E, Fósforo y Potasio no se encuentran dentro de los rangos establecidos con la NTCH 2880y la FAO 2013; esto es debido a que la materia prima que se ha utilizado fue solo restos de verduras, fruta generalmente cítricos y no fue un material diversificado.

### 3.11. Coliformes totales y fecales

**Tabla 15**

*Presencia de coliformes totales y fecales*

Tratamientos	Coliformes totales	Coliformes fecales
T0	3 x 10 UFC/g	Negativo
T1	8 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	Negativo
T2	9 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	Negativo

La tabla 15 presenta la cantidad de coliformes totales y fecales presentes en el compost, donde se puede evidenciar que, si existe presencia de coliformes totales en el compost obtenido, sin embargo, los valores están dentro de los parámetros establecidos los cuales deben estar por debajo de las 1100 colonias/100g, y para los coliformes fecales son negativos para los tres tratamientos

#### IV. DISCUSIÓN

Entre los tratamientos ensayados, se evidencio una ligera diferencia con respecto a la descomposición de los residuos sólidos orgánicos, el tratamiento a base de yogurt natural (T1) fue el que obtuvo mayor descomposición de los residuos sólidos en relación a los demás tratamientos, obteniendo 4.04 kg de compost, este ligero aumento se puede atribuir a la acción de las bacterias presentes en el yogur como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, estas bacterias ácido lácticas son utilizadas como componentes para la elaboración de productos que son aplicados para la descomposición de materia orgánica para transformarlos en compost como EM-Compost, microorganismos eficaces (BOEM, 2014), también este producto se le atribuye que produce un compost con un mayor contenido de la materia orgánica, es por ello que en el presente estudio, el tratamiento con yogurt presentó mayor porcentaje de contenido de materia orgánica con 53.47 % respecto a los demás tratamientos ensayados; estos resultados presentan similitud con el estudio desarrollado por Apaza et al., (2015), donde logró obtener un porcentaje de contenido de materia orgánica de 61 % aplicando yogurt en el proceso de compostaje de residuos de hoja de coca aplicando tres activadores biológicos, consiguiendo el valor más alto con respecto a los demás tratamientos evaluados

El compost presentó un pH alcalino con valores de 9.6 para el T<sub>1</sub>, 9.96 para el T<sub>2</sub> y 10.18 para el T<sub>0</sub>, valores que se debieron al tipo de materia prima que se ha utilizado para el compostaje, que fueron residuos orgánicos como restos de verdura, cascara de frutas como cítricos, siendo este tipo de materiales ricos en nitrógeno, para lograr un pH adecuado en el compost se debe utilizar materia prima diversificada esta debe contener materiales que contengan tanto carbono como: como restos de poda, hojas secas, aserrín y materiales que contengan nitrógeno FAO (2013). Estos resultados tienen concordancia con los de la

investigación de Rodríguez (2021), donde obtuvo un pH que osciló entre 9.85 y 9.70. otros autores también obtuvieron resultados similares, relacionado al pH al utilizar residuos procedentes de mercados que están compuestos de materiales que son ricos en nitrógeno, obteniendo un pH alcalino (Brito et al. 2016, Zavaleta 2022)

En el contenido de nutrientes en el compost como producto final en cuanto C/N se obtuvo como resultado 13/1 para los tres tratamientos ensayados, valores que están dentro de lo establecido tanto por la NTCH 2880 y FAO 2013, además los porcentajes de Carbono (C) fueron: 31.01% para el T1, 25.45 % para el T2 y 22.26 para el T3, Nitrógeno (N) con 2.40 % para el T1, 1.97 para el T2 y 1.72 para el T3, Valores que están dentro de los rangos establecidos por la NTCH 2880 y FAO 2013. Esto indica que se trata de un producto cuyos parámetros cumplen con los requisitos para considerarse un compost de calidad.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Las condiciones generadas para obtener un buen proceso de compostaje de los residuos sólidos fue el tamaño de las partículas de los residuos (5 cm) facilitando el acceso de la materia a compostar a los microorganismos, además permite una aireación adecuada en la pila de compostaje ocasionando una temperatura adecuada en el medio, favoreciendo su descomposición.

El tratamiento con el que se obtuvo mayor descomposición fue el tratamiento 1 a base de yogurt, obteniendo 4.04 kg de compost, siendo mayor cantidad que los demás tratamientos ensayados, seguido del Tratamiento 2 a base de chicha de jora que se logró compostar 3.74 kg de compost, como producto final el testigo, que obtuvo 3.40 kg de compost, con un tiempo de descomposición de 103 días

El compost obtenido presentó las siguientes características fisicoquímicas las cuales se encuentran dentro de los rangos ideales según la NTCH 2880 Y FAO 2013, Materia Orgánica = 38.39 – 53.47 %; Nitrógeno = 1.72 – 2.40 % y Carbono = 22.26 – 31.06 %. En la caracterización biológica la muestra de compost dio como resultado en coliformes totales, para el T1 =  $3 \times 10^1$  UFC/g, T2 =  $8 \times 10^1$  UFC/g y T0 =  $9 \times 10^1$  UFC/g, los que indica que existe presencia de coliformes totales en el compost obtenido, sin embargo, los valores están dentro de los parámetros establecidos, también para coliformes fecales = NEGATIVO, lo cual evidencia que no existe presencia de coliformes fecales en ninguno de los tratamientos. Concluyendo que entre los tratamientos utilizados el tratamiento a base de yogurt fue el que mejor resultados se obtuvo.

## **5.2. Recomendaciones**

Se sugiere fomentar este tipo de trabajos de investigación, ya que los parámetros estudiados pueden variar con el tipo de residuos orgánicos, activadores biológicos, proporciones empleadas y tamaño de partículas.

Investigar la descomposición de residuos sólidos orgánicos incluyendo residuos como restos de jardín, hojas secas, aserrín, estiércol de cuy entre, restos de frutas y verduras, aplicando activadores biológicos y lograr un producto de mayor calidad que este dentro de los estándares establecidos de un compost de buena calidad.

Se recomienda desarrollar compostaje de residuos sólidos aplicando otros activadores biológicos y comprobar su efectividad, con la finalidad de dar tratamiento a los residuos generados con productos económicos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altamirano M., Cabrera C. (2006). *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual*. Rev. del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 9, N° 17, p 75-84. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9\\_n17/a10.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a10.pdf).
- Apaza, E. E., Mamani, P. F., Mendoza, H. (2015). *Sistema de compostaje para el tratamiento de residuos de hoja de coca con la incorporación de tres activadores biológicos, en el centro experimental de Kallutaca*. Artículo de investigación. Universidad Pública de El Alto-UPEA, Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales, Ingeniería Agronómica. Laja–Los Andes – La Paz, Bolivia. JOURNAL. Selva Andina. Biosphere.
- Bárbaro, L. A. (2022). Compostaje de residuos orgánicos. INTA – Estación experimental agropecuaria cerro azul. Colección, III edición. Investigación, Desarrollo e Innovación cartilla N° 34. 17 p. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12524/INTA\\_CRMisiones\\_EEACerroAzul\\_Barbaro\\_L\\_Compostaje\\_residuos\\_organicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12524/INTA_CRMisiones_EEACerroAzul_Barbaro_L_Compostaje_residuos_organicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- BIOEM PERÚ. (2014). EM•COMPOST®. *Cultivo mixto de microorganismos benéficos de origen natural*. Pp (1 y 2). <http://www.bioem.com.pe/productos/>
- Bórquez, W. (2019). *El proceso de compostaje*. Universidad de la Salle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/72?utm\\_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Flibros%2F72&utm\\_medium=PDF&utm\\_campaign=PDFCoverPages](https://ciencia.lasalle.edu.co/libros/72?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Flibros%2F72&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages)
- Brito, H., Viteri, R., Moya, P. (2016). *Obtención de Compost a Partir de Residuos Sólidos Orgánicos Generados en el Mercado Mayorista del Cantón Riobamba*. European Journal of Scientific Research 12(29). [DOI:10.19044/esj.2016.v12n29p76](https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n29p76)
- Buenrostro, O., Bernache, G., Cram, S. y Bocco, G. (1999). *Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia, México*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 15(1), 27-32
- Chen, T., L. Wang, O. Wang, and J. Han. (2013). *Isolation and identification of thermophilic actinomycetes in asparagus old stem compost*. J. Shanxi Agr. Sci. 1: 40-45.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y las Agricultura). (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina.*
- Farrel, M. and D. L. Jones. (2009). *Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets.* Bioresource Technology. Volume 100, Issue 19. Bioresour. Technol. 100: 4301-4310. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.04.029>
- García, R., Ramón, J. y Hugo, V. (2016). *Análisis del manejo de los residuos sólidos en el mercado central de Pueblo Nuevo, Santiago de los Caballeros, República Dominicana.* Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, 25(9).
- Guerrero, O. A. (2018). *Sistematización en la producción de abono orgánico a partir de los residuos de frutas y verduras en la planta de compostaje de la Municipalidad de Comas.* Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Lima – Perú. 117 p.
- INDECI (Instituto Nacional de defensa civil). (2005). Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Jaén. Proyecto INDECI-PNUD PER/02/51. Ciudades Sostenibles. 259 p. [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_cajamarca/jaen/jaen.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/jaen/jaen.pdf)
- MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú), (2014). *VI Informe Nacional de Residuos Sólidos de la Gestión del Ámbito Municipal y No Municipal 2013*
- MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú), (2018). *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.* Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM. 1 – 76. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/266691/457-2018-rm.pdf>
- MINAM (Ministerio del Ambiente), (2016). *Plan Nacional de gestión nacional de residuos sólidos. 2016 – 2024.* 80 p
- MINAM. (Ministerio del Ambiente del Perú). (2015). *Información provista por los gobiernos locales mediante la plataforma SIGERSOL y Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos.*
- MINAM. (Ministerio del Ambiente del Perú). (2019). *Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales.* Actividad 2. [chrome-](#)

[extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2019/03/Actividad-2\\_Valorizacion-Organicos.pdf](https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2019/03/Actividad-2_Valorizacion-Organicos.pdf)

MINAM. (Ministerio del Ambiente del Perú). (2020). *Manual del compostaje*

MINAN. (Ministerio del Ambiente del Perú). (2017). *Decreto Legislativo N° 1278, aprueba la ley de Gestión Integral de Residuos*. LIMA: Diario El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/06/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>

MPJ. (Municipalidad Provincial de Jaén). (2019). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en la ciudad de Jaén y anexos*. Según Resolución Ministerial N° 457-2018. Gerencia de desarrollo ambiental.

NCH2880. (2003). *División de Normas Nacional de Normalización*. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile.

OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental), (2014). *Fiscalización Ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. Informe 2013 – 2014*. Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13926](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926)

Otterpohl, R., Grottker, M., Lange, J. (2016). *Gestión sostenible del agua y de los residuos en zonas urbanas*. Boletín CF+ S. (2).

Pinzón-Casas R. D. (2017). *Producción, recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, análisis del sistema de gestión en el municipio de Puerto Asís, Putumayo*.

Puerta, S. M. (2004). *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos*. Revista Lasallista de investigación, vol.1(1), 56-65. Antioquia. Colombia. <https://docplayer.es/17060120-Los-residuos-solidos-municipales-como-acondicionadores-de-suelos.html>

Rengifo, I. M. (2021). *optimización del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos, en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, departamento Loreto*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Ucayali. 97 p.

Reyes, K. C. (2022). *Potencial de generación de compost a partir de residuos sólidos -*

*provincia de Chupaca 2021*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Continental. Facultad Ingeniería. 151 p. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12140/2/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Reyes\\_Moya\\_2022.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12140/2/IV_FIN_107_TE_Reyes_Moya_2022.pdf)

Rodríguez, F. N. (2007). *Generalidades acerca de las técnicas de investigación cuantitativa. Sistema Institucional de Investigación de Unitec (SIIU)*. Paradigmas, Vol 2, No. 1 Bogotá, D. C. Enero-junio de 2007, pp. 9-39. ISSN 1909-4302 © Corporación Universitaria Unitec, 2007

Rodríguez, M. A., Córdova, A. (2006). *Manual de compostaje municipal Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Programa Gestión Ambiental y Manejo Sustentable de Recursos Naturales*. Componente Gestión de Residuos Sólidos y Sitios Contaminados. México. 106 p. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2021/07/Compostaje\\_RSU-2006.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2021/07/Compostaje_RSU-2006.pdf)

Rodriguez, P. L. (2021). *Efecto de la granulometría del compost a base de estiércol de cuy en la producción de plantones de laurel*. Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental. Universidad Nacional de Jaén. Facultad de Ingeniería.

San Clemente, R., Arat, M., Balante, E. (2018). *Evaluación preliminar de residuos sólidos en la Plaza de Mercado del municipio de Puerto Tejada (Cauca)*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 9(2). DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.2369>

Soto, C. P., Huamán, R. E. (2022). *Propuesta de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos en el mercado 13 de enero del distrito José Luis Bustamante y Rivero en la provincia de Arequipa, 2021*. Trabajo para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Continental. Arequipa. 137 p.

Tiquia, S. M. (2002). *Evolution of extracellular enzyme activities during manure composting*. J. Appl Microbiol. 2002;92(4):764-75. doi: [10.1046/j.1365-2672.2002.01582.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01582.x)

Zavaleta, P. (2022). *Evaluación de tres aceleradores para optimizar el compostaje de residuos orgánicos de un mercado urbano*. Universidad Científica del Sur. <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/74b52126b774b9c6.pdf>

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a Dios y mi familia  
ya que son soporte vital en mi vida

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por que he visto su infinito amor en cada momento de mi vida, y, por jamás haberme dejado sola. A mi madre porqué gracias a Ella soy lo que soy, para mí representa la verdadera fortaleza y es lo más hermoso que Dios me ha dado, la amo con toda mi alma. A mi padre Juan porqué siempre tuvo las palabras precisas y llenas de amor para seguir adelante y jamás rendirme, Él es el significado de esfuerzo y perseverancia, soy muy afortunada de que seas mi padre. A mis hermanas que siempre estuvieron presentes para mí de una u otra manera. A mi tía Ysabel que me enseñó lo que es el cariño, humildad y apoyo incondicional sin esperar nada a cambio, siempre está presente en mi vida y en mi corazón. Por último y no menos importante a Elvis, gracias por ser el soporte aun cuando yo misma dudaba. ¡Muchas gracias a cada uno de ustedes por ser parte de este gran logro!

Julisa Yenifer

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por guiarme en este camino.

A mi madre, por ser mi apoyo incondicional.

A mi padre, por su constante aliento.

A mis hermanos, por estar siempre presentes.

Este logro es gracias a ustedes

## **AGRADECIMIENTO**

"A mi amado Dios, cuya luz ha iluminado cada paso de mi camino, le agradezco por ser mi guía y mi fortaleza en la realización de este proyecto. A mi querida madre, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable han sido el pilar fundamental que ha sostenido cada sueño y cada esfuerzo en esta travesía. A mi valiente padre, cuya sabiduría y constante ánimo han sido el viento bajo mis alas, impulsándome a alcanzar alturas que nunca creí posibles. A la señorita Yenifer, cuya presencia en mi vida ha sido la pieza del rompecabezas que ha encajado perfectamente, brindándome orientación, sabiduría y apoyo en cada etapa de este camino académico. A todos ustedes, les expreso mi más sincero y profundo agradecimiento. Este logro no solo es mío, sino de cada uno de ustedes que ha dejado una huella imborrable en mi corazón y en mi vida. ¡Gracias por ser mi inspiración, mi motivación y mi razón de ser en este hermoso viaje llamado vida!"

Elvis Uziel

## ANEXOS

### Anexo 1. Contenido de humedad de los residuos sólidos a compostar



ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO  
DE SUELOS Y AGUAS



### INFORME DE ENSAYO HUMEDAD OIKOSLAB N°2046-2023

09 de marzo del 2023

Señores Bachilleres:

El presente informe, describe la metodología que se empleó, para la determinación de la humedad de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios.

**Metodología empleada: Gravimetría**

Tipo de muestra	24 horas			
	Wmh	Wms	WH <sub>2</sub> O evap.	%Humedad
M1-RRSS	0.500	0.085	0.415	83.00
M2-RRSS	0.465	0.080	0.385	82.80

Tipo de muestra	48 horas			
	Wmh	Wms	WH <sub>2</sub> O evap.	%Humedad
M1-RRSS	0.500	0.080	0.420	84.00
M2-RRSS	0.465	0.075	0.390	83.87

Tipo de muestra	72 horas			
	Wmh	Wms	WH <sub>2</sub> O evap.	%Humedad
M1-RRSS	0.500	0.080	0.420	84.00
M2-RRSS	0.465	0.075	0.390	83.87

Leyenda:

Wmh : Peso de muestra húmeda  
Wms : Peso de muestra seca  
WH<sub>2</sub>O : Peso de agua evaporada  
%Humedad : Porcentaje de humedad

Sin otro en particular nos despedimos de Usted.

Atentamente


**Jorge A. Delgado Soto**  
ING. RESPONSABLE  
CIP. 56757



## Anexo 2. Contenido de humedad del compost



**ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO  
DE SUELOS Y AGUAS**

**OIKOSLAB  
SAC**

### ENSAYO DE HUMEDAD EN COMPOST-OIKOSLAB N°2086-2023

Solicitantes : Julisa Yenifer Farseque Fernández  
Elvis Uziel Núñez Samame

Tesis : "EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES, APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN"

Fecha de recepción : 07-08-2023 Hora: 15:00 pm

Ensayo requerido : Determinación de humedad en compost

Muestra alcanzada por los solicitantes

**I.- Datos de la muestra**

Condiciones de empaque : Bolsa plásticas sin cierre hermético

Fecha de muestreo : 07-08-2023 Hora: 13:00 pm

Tipo de muestra : Compost

**II.- Ubicación**

Distrito : Jaén

Provincia : Jaén

Región : Cajamarca

**III.- Resultados**

Denominación	Origen de la muestra	%Humedad
Testigo	Compost	4.67
Yogurt	Compost	9.00
Chicha de Jora	Compost	7.00

  
  
**Jorge A. Delgado Soto**  
ING. RESPONSABLE  
CIP. 66757  

Psje. San Pedro N°113 - Morro Solar Alto - Jaén  
Cel. 970 911 920  
✉ jads14@hotmail.com

Anexo 3. Análisis de macro y micronutrientes del compost



**LABISAG**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS

Código:  
CCFG - 036

Versión: 01

INFORME DE ENSAYO N° 496

Página .../...

**1. DATOS :**

**Solicitante :** Bach. JHULISA YENIFER FARSEQUE FERNANDEZ- Bach. NUÑEZ SAMAME ELVIS UZIEL (TESIS: "EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES, APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAEN")

**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** JAEN  
**Distrito :** JAEN

**Localidad :** SN  
**Sector :** T1-YOGURT  
**Cod. Muestra :** 496  
**Fecha :** 23/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN Y MICRONUTRIENTES**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) ms/m	Análisis Mecánico						Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
				P	K	C	M.O	N	Arena			Limo	Arcilla	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>				Na <sup>+</sup>
496	T1-YOGURT	9,80	17,04	107,04	24384,12	31,01	53,47	2,40	-	-	-	95,50	19,20	10,11	53,13	13,00	0,00	95,50	95,50	100

Lab	Número de Muestra	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Mo ppm
496	T1-YOGURT	51,57	1,32	0,58	3,09	0,30

*Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.  
 Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.  
 Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de productos según certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG

*M. Sc. JEBUS RASCON BARRIOS*  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS

*Tec. Elder Chichipe Vela*  
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

**Recibi Conforme:**

Nombre: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_

Fecha y Hora: \_\_\_\_\_

Firma de Conformidad

Calle Higos Uro N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú  
 labisag@untrm.edu.pe / labisag@indes-ces.edu.pe



**1. DATOS :**

**Solicitante :** Bach. JHULISA YENIFER FARSEQUE FERNANDEZ- Bach. NUÑEZ SAMAME ELVIS UZIEL (TESIS: "EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES, APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAEN")

**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** JAEN  
**Distrito :** JAEN

**Localidad :** SN  
**Sector :** T2- CHICHA DE JORA  
**Cod. Muestra :** 497  
**Fecha :** 23/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN Y MICRONUTRIENTES**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) ms/m	P ppm	K ppm	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arana %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
497	T2- CHICHA DE JORA	9,96	16,32	95,02	23251,33	25,45	43,89	1,97	-	-	-	-	94,32	24,33	14,29	46,95	8,75	0,00	94,32	94,32	100

Lab	Número de Muestra	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Mo ppm
497	T2- CHICHA DE JORA	50,65	0,82	0,54	2,78	0,52

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABISAG

M. Sc. JESÚS RASCON BARRIOS  
RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS - LABISAG

Ter. Elder Carribe Vela  
RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibí Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 498	

**1. DATOS :**

**Solicitante :** Bach. JHULISA YENIFER FARSEQUE FERNANDEZ- Bach. NUÑEZ SAMAME ELVIS UZIEL (TESIS: "EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES, APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAEN")

**Departamento :** CAJAMARCA  
**Provincia :** JAEN  
**Distrito :** JAEN

**Localidad :** SN  
**Sector :** T0  
**Cod. Muestra :** 498  
**Fecha :** 23/08/23

**2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN Y MICRONUTRIENTES**

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) ms/m	P ppm	K ppm	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>			
498	T0	10,18	15,87	107,24	21530,99	22,26	38,39	1,72	-	-	-	-	98,26	24,06	19,09	47,93	7,17	0,00	98,26	98,26	100

Lab	Número de Muestra	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Mo ppm
498	T0	32,52	0,60	0,57	1,87	0,55

*Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.*

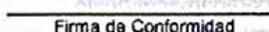
*Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL  
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS

  
 M. Sc. JESÚS BRASCON BARRIOS  
 RESPONSABLE  
 RESPONSABLE DE LABISAG

  
 Ted Eider Pachita Vela  
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

<b>Recibí Conforme:</b>	
Nombre:	
DNI:	
Fecha y Hora:	
 Firma de Conformidad	

## Anexo 4. Análisis de densidad del compost

	ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS, CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ESTUDIOS DE CANTERAS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS Y ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO	<b>PORTADA N°027</b>	Doc.: Z-ITMS-027 Fecha: 30/08/2023
---	---	--------------------------	---------------------------------------

### ENSAYOS DE LABORATORIO PARA COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS



### TESIS: “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES, APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN”

REGIÓN : CAJAMARCA  
PROVINCIA : JAÉN  
DISTRITO : JAÉN

TESISTAS : BACH. FARSEQUE FERNÁNDEZ JULISA YENIFER  
BACH. NÚÑEZ SAMAMÉ ELVIS UZIEL.

JAÉN - CAJAMARCA, AGOSTO 2023.

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados ZURSAN INGENIEROS Y CONSULTORES E.I.R.L.

	<b>ZURSAN INGENIERIA Y CONSTRUCCION.</b>				<b>OFICINA DE ANALISIS DE RESULTADOS</b>		
	<b>FORMATO DE ENSAYO ESTANDAR</b>				<b>ZONA DE LAB:</b>	CONCRETO	
QCF-CA-001				<b>CÓDIGO:</b>	TC-OF-027		
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>				<b>FECHA:</b>	30/08/2023		
<b>TESIS:</b>	EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN				<b>DATOS DEL PERSONAL DE LAB</b>		
<b>AUTORES:</b>	BACH. FARSEQUE FERNÁNDEZ JULISA YENIFER BACH. NUÑEZ SAMAMÉ ELVIS UZIEL				<b>SUPERVISOR:</b>	ING. MENANDRO NUÑEZ ALBERCA	
<b>UBICACIÓN:</b>	CIUDAD JAÉN, DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA				<b>ASISTENTE:</b>	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA	
<b>DATOS DE MUESTREO</b>				<b>OTROS DATOS</b>			
<b>MATERIAL:</b>	Compus	<b>COD. MUESTRA:</b>	...	<b>ALTITUD:</b>	... m.s.n.m	<b>DATUM Y ZONA:</b>	WGS84 - 178
<b>CONDICIÓN:</b>	Seca	<b>Nº MUESTRAS:</b>	...	<b>NORTE:</b>	...	<b>T.M.:</b>	3/8"
		<b>FECHA:</b>	...	<b>ESTE:</b>	...	<b>MASA TOTAL:</b>	10 kg
						<b>SUCS:</b>	Pt
						<b>AASHTO:</b>	-
						<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Suelos Altamente Orgánicos
<b>NORMATIVIDAD</b>							
<b>ASTM C29/C29M - 17a</b>	Bulk Density (Unit Weight) and Voids						
	Determinación del Peso Unitario Aparente						
<b>NTC E2003</b>	Peso Unitario y Vacíos						

DENSIDAD APARENTE_COMPUS (ADICIÓN: NINGUNA)				
IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.636	2.636	2.636	
Volumen de molde (m3)	0.00280	0.002796	0.002796	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	4.203	4.201	4.202	
Peso de muestra suelta (kg)	1.567	1.565	1.566	
PESO UNITARIO SUELTO (g/cm3)	0.560	0.560	0.560	<b>0.560</b>

DENSIDAD APARENTE_COMPUS (ADICIÓN: YOGURT)				
IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.636	2.636	2.636	
Volumen de molde (m3)	0.00280	0.002796	0.002796	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	4.262	4.260	4.260	
Peso de muestra suelta (kg)	1.626	1.624	1.624	
PESO UNITARIO SUELTO (g/cm3)	0.582	0.581	0.581	<b>0.581</b>

DENSIDAD APARENTE_COMPUS (ADICIÓN: CHICHA DE JORA)				
IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	2.636	2.636	2.636	
Volumen de molde (m3)	0.00280	0.002796	0.002796	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	4.375	4.372	4.370	
Peso de muestra suelta (kg)	1.739	1.736	1.734	
PESO UNITARIO SUELTO (g/cm3)	0.622	0.621	0.620	<b>0.621</b>

OBSERVACIONES: La Capacidad de la cubeta de medida esta acorde con el Tamaño Máximo Nominal del material

PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL (INDECOPI) DERECHOS RESERVADOS M.Z. ZURSAN INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Menandro Nuñez Alberca  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 243354



ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.				OFICINA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	
FORMATO DE ENSAYO ESTÁNDAR				ZONA DE LAB:	SUELOS
QCF-CA-003				CÓDIGO:	AE-FO-027
DATOS DEL PROYECTO				FECHA:	30/08/2024
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN"				DATOS DEL PERSONAL DE LAB	
AUTORES: BACH. FARSEQUE FERNÁNDEZ JULISA YENIFER				SUPERVISOR:	ING. MENANDRO NUÑEZ ALBERCA
BACH. NUÑEZ SAMAMÉ ELVIS UZIEL				ASISTENTE:	BACH. MARCO A. CHUQUHUANGA PERALTA
UBICACIÓN: CIUDAD JAÉN, DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA				TÉCNICO DE LAB:	BACH. MARCO A. CHUQUHUANGA PERALTA
DATOS DE MUESTREO				CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
ACTIVADOR:	Chicha pora	PROFUNDIDAD:	...	ALTITUD:	...
MUESTRA:	Única	ESPESOR:	...	NORTE:	...
MATERIAL:	Ceniza	FECHA:	...	ESTE:	...
				DATUM Y ZONA:	W0584 - 1°S
				T.M.N.:	3/8"
				MASA TOTAL:	10 kg.
				SUCR:	Pt
				AAHITO:	...
				DESCRIPCIÓN:	Suelo Altoamente Orgánico

NORMATIVIDAD	
ASTM D2216-19:	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass Método Estándar para la Determinación en Laboratorio del Contenido de Agua por Masa (Humedad) en Suelos y Rocas
MITC 108:	Determinación del Contenido de Humedad de un suelo.

DATOS	
Identificación de Recipiente	B-6
Masa del Recipiente, g	521
Masa del Recipiente con Muestra Húmeda, g	2357
Masa del Recipiente con Muestra Seca 1, g	2271
Masa del Recipiente con Muestra Seca 2, g	2262
Masa del Recipiente con Muestra Seca 3, g	2262
Contenido de Humedad, %	5.5

METODO DE ENSAYO: **B**      **Recomendable**  
 A      Poco Representativo

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimens, and Balance Readability <sup>a</sup>						
Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A		Method B		
Sieve Size	Alternative Sieve Size	Water Content Recorded to ±1 %	Balance Readability (g)	Water Content Recorded to ±0.1 %	Balance Readability (g)	
		Minimum Specimen Mass		Minimum Specimen Mass (g)		
75.0 mm	3 in.	5 kg	10	50 kg	10	
37.5 mm	1.5 in.	1 kg	10	10 kg	10	
19.0 mm	¾ in.	250 g	0.1	2.5 kg	0.1	
9.5 mm	¾ in.	50 g	0.1	500 g	0.1	
4.75 mm	No. 4			100 g	0.01	
2.00 mm	No. 10			20 g	0.01	

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERAN TRANSPORTADAS EN RECIPIENTES HERMETICOS PARA PERDIDAS DE HUMEDAD Y LLEGADAS AL LABORATORIO FUERON INMEDIATAMENTE ENSAYADAS PARA EVITAR PERDIDAS DE HUMEDAD. -EL MUESTREO FUE REALIZADO POR LOS TESISISTAS. -LOS RESULTADOS EMITIDOS CORRESPONDEN UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A ESTA MUESTRA. -EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADO DEL ENSAYO.

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL (EN COPIA). DERECHOS RESERVADOS M.Z - ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

  
  
 Menandro Nuñez Alberca  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 243354



ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.		OFICINA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	
FORMATO DE ENSAYO ESTÁNDAR		ZONA DE LAB:	SUELOS
QCF-CA-003		CÓDIGO:	AE-FO-007
DATOS DEL PROYECTO		FECHA:	20/08/2023
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN"		DATOS DEL PERSONAL DE LAB	
AUTORES: BACH. FARSIQUE FERNÁNDEZ JULISA YENIFER BACH. NUÑEZ SAMAMÉ ELVIS UZZEL		SUPERVISOR:	ING MENANDRO NUÑEZ ALBERCA
UBICACIÓN: CIUDAD: JAÉN, DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, DEPARTAMENTO: CAJAMARCA		ASISTENTE:	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA
		TÉCNICO DE LAB:	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA
DATOS DE MUESTREO		CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
ACTIVADOR:	Yogurt	PROFUNDIDAD:	---
MUESTRA:	Grava	ALITUD:	---
MATERIAL:	Compu	NORTE:	---
		ESTE:	---
		DATUM Y ZONA:	WGS84 - 178
		T.M.N.:	3/8"
		MASA TOTAL:	20 kg
		SCCS:	Pt
		AASHTO:	---
		DESCRIPCIÓN:	Suelos Altamente Orgánicos

NORMATIVIDAD	
ASTM D2216-19i	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
MTCE 108i	Método Estándar para la Determinación en Laboratorio del Contenido de Agua por Masa (Humedad) en Suelos y Rocas
	Determinación del Contenido de Humedad de un suelo.

DATOS	
Identificación de Recipiente	B-5
Masa del Recipiente, g	534
Masa del Recipiente con Muestra Húmeda, g	2319
Masa del Recipiente con Muestra Seca 1, g	2230
Masa del Recipiente con Muestra Seca 2, g	2206
Masa del Recipiente con Muestra Seca 3, g	2206
Contenido de Humedad, %	6.8

METODO DE ENSAYO: B      Recomendable  
A      Poco Representativo

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimens, and Balance Readability <sup>a</sup>					
Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A		Method B	
		Water Content Recorded to ±1 %		Water Content Recorded to ±0.1 %	
Sieve Size	Alternative Sieve Size	Minimum Specimen Mass	Balance Readability (g)	Minimum Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in.	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-1/2 in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	3/4 in.	250 g	0.1	2.5 kg	0.1
9.5 mm	3/8 in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4			100 g	0.01
2.00 mm	No. 10			20 g	0.01

OBSERVACIONES	LAS MUESTRAS FUERAN TRANSPORTADAS EN RECIPIENTES HERMETICOS PARA PERDIDAS DE HUMEDAD Y LLEGADAS AL LABORATORIO FUERON INMEDIATAMENTE ENSAYADAS PARA EVITAR PERDIDAS DE HUMEDAD.
	-EL MUESTREO PUE REALIZADO POR LOS TESISISTAS.
	-LOS RESULTADOS EMITIDOS CORRESPONDEN UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A ESTA MUESTRA.
	-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADO DEL ENSAYO

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL (INDECOPI). DERECHOS RESERVADOS M.Z. ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

  
Menandro Nuñez Alberca  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 243354



ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.				OFICINA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	
FORMATO DE ENSAYO ESTÁNDAR				ZONA DE LAB:	SUELOS
QTE-CA-009				CÓDIGO:	AE-FO-007
DATOS DEL PROYECTO				FECHA:	30/08/2023
TITULO: "EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN"				DATOS DEL PERSONAL DE LAB	
AUTORES: BACH. FARSEQUE FERNÁNDEZ JULISA YENIFER				SUPERVISOR:	ING. MENANDRO NUÑEZ ALBERCA
BACH. NUÑEZ SAMAMÉ ELVIS UZIEL				ASISTENTE:	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA
UBICACIÓN: CIUDAD JAÉN, DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA				TÉCNICO DE LAB:	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA
DATOS DE MUESTREO				CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN	
ACTIVADOR:	Ninguno	PROFUNDIDAD:	---	ALTITUD:	---
MUESTRA:	Patrón	ESFESOR:	---	DATUM Y ZONA:	WGS84 - 175
MATERIAL:	Compost	FECHA:	---	T.M.N:	3/8"
				ESTE:	---
				MASA TOTAL:	10 kg
				SUCS:	U
				AASHITO:	---
				DESCRIPCIÓN:	Suelos Altamente Orgánicos

NORMATIVIDAD	
ASTM D2216-19:	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass Método Estándar para la Determinación en Laboratorio del Contenido de Agua por Masa (Humedad) en Suelos y Rocas
MITC E 108:	Determinación del Contenido de Humedad de un suelo.

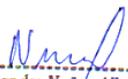
DATOS	
Identificación de Recipiente	B-2
Masa del Recipiente, g	435
Masa del Recipiente con Muestra Húmeda, g	2292
Masa del Recipiente con Muestra Seca 1, g	2203
Masa del Recipiente con Muestra Seca 2, g	2190
Masa del Recipiente con Muestra Seca 3, g	2190
Contenido de Humedad, %	5.8

METODO DE ENSAYO: B Recomendable  
A Poco Representativo

TABLE 1 Minimum Requirements for Mass of Test Specimens, and Balance Readability <sup>a</sup>					
Maximum Particle Size (100 % Passing)		Method A Water Content Recorded to ±1 %		Method B Water Content Recorded to ±0.1 %	
Sieve Size	Alternative Sieve Size	Minimum Specimen Mass	Balance Readability (g)	Minimum Specimen Mass (g)	Balance Readability (g)
75.0 mm	3 in.	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-1/2 in.	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	3/4 in.	250 g	0.1	2.5 kg	0.1
9.5 mm	3/8 in.	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4			100 g	0.01
2.00 mm	No. 10			20 g	0.01

OBSERVACIONES	
	LAS MUESTRAS FUERAN TRANSPORTADAS EN RECIPIENTES HERMETICOS PARA PERDIDAS DE HUMEDAD Y LLEGADAS AL LABORATORIO FUERON INMEDIATAMENTE ENSAYADAS PARA EVITAR PERDIDAS DE HUMEDAD.
	-EL MUESTREO FUE REALIZADO POR LOS TESISISTAS
	-LOS RESULTADOS EMITIDOS CORRESPONDEN UNICA Y EXCLUSIVAMENTE A ESTA MUESTRA.
	-EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADO DEL ENSAYO.

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL (INDICOPIL) DERECHOS RESERVADOS M.Z. ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

  
 Menandro Nuñez Alberca  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 243354

## Anexo 5. Análisis de granulometría del compost

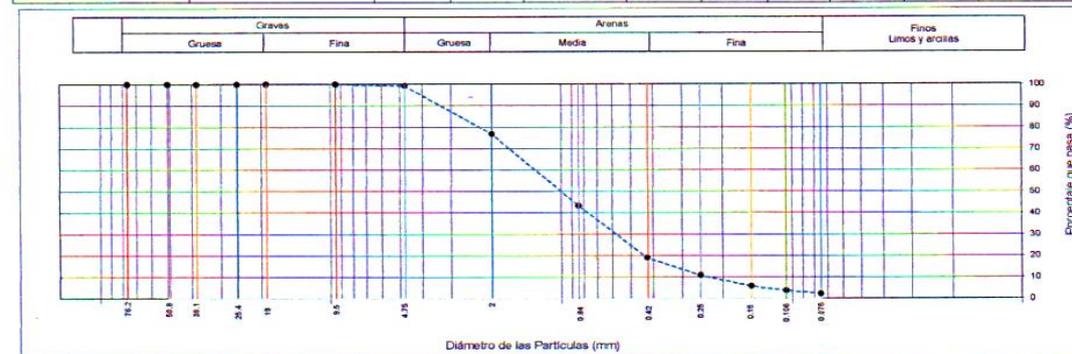
<b>ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.</b>		<b>OFICINA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
<b>FORMATO DE ENSAYO ESTÁNDAR</b>		<b>ZONA DE LAB:</b>	SUELOS
<b>QCF-CA-001</b>		<b>CODIGO:</b>	AE-PO-027
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>		<b>FECHA:</b>	30/08/2023
<b>TESIS:</b> EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN		<b>DATOS DEL PERSONAL DE LAB</b>	
<b>AUTORES:</b> BACH. FARSIQUR FERNÁNDEZ JULISA YENIFER BACH. NUÑEZ SAMAMÉ ELVIS UZIEL		<b>SUPERVISOR:</b>	ING. MENANDRO NUÑEZ ALBERCA
<b>UBICACIÓN:</b> CIUDAD JAÉN, DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		<b>ASISTENTE:</b>	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA
		<b>TÉCNICO DE LAB:</b>	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA
<b>DATOS DE MUESTREO</b>		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN</b>	
<b>ACTIVADOR:</b> Cheba de jora	<b>PROFUNDIDAD:</b> ---	<b>ALTIUDUD:</b> ---	<b>DATUM Y ZONA:</b> WGS84 - 175
<b>MUESTRA:</b> Única	<b>ESPESOR:</b> ---	<b>NORTE:</b> ---	<b>T.M:</b> 3,98'
<b>MATERIAL:</b> Compost	<b>FECHA:</b> ---	<b>ESTE:</b> ---	<b>MAZA TOTAL:</b> 30 kg
		<b>SUCOS:</b>	PT
		<b>ASHTO:</b>	---
		<b>DESCRIPCIÓN:</b>	Suelos Altamente Orgánicos

NORMATIVIDAD	
<b>ASTM D6913/D6913M - 17:</b>	<b>Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis</b>
	<b>Método de Prueba Estándar para la Distribución de Tamaño de Partículas (Gradación) de Suelos mediante Tamizado</b>
<b>MTC E 107:</b>	<b>Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado</b>

<b>Método de ensayo utilizado:</b>	Tamizado simple "B"	<b>Procedimiento de obtención de muestra:</b>	Secado al horno	<b>Grava:</b>	0.7 %
<b>Tamiz de separación E11:</b>	No aplica	<b>Clasificación Visual - manual:</b>	PT	<b>Arena:</b>	97.1 %
	No aplica			<b>Finos:</b>	2.2 %

DATOS DE ENSAYO				PERDIDA POR PROCESAMIENTO	
TAMIZ	ABERTURA (mm)	1RA SEPARACION N	2DA SEPARACION N	TAMIZADO SIMPLE/FRACCION	CRITERIO
Tamiz de separación	E11	> 3/4 in	3/4 in - No. 4	< No. 4	0.5
Pasa el tamiz	E11	---	3/4 in	No. 4	0.5
Masa total húmeda antes de la separación	g	---	---	380.3	Fase de Ensayo
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	---	---	---	Lavado
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	---	---	---	Tamizado
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	---	---	---	1ra Separación
Contenido de humedad de fracción pasante	%	---	---	---	2da Separación
Fracción Fina Pasante Seca	g	---	---	---	Fracción Fina
Masa Total Inicial Seca	g	---	---	300.00	
Masa Lavada seca	g	---	---	300.00	
Sumatoria de masa retenida	g	0.0	0.0	299.71	Contenido de humedad total (%)
					26.8

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0,1 g)	Fracción Gruesa de 1ra Separación	Fracción Fina / Tamizado Simple (0,01 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Gradación (A-1)	
										Mínimo	Máximo
3 in.	76.200	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
2 in.	50.800	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
1-1/2 in.	38.100	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
1 in.	25.400	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
3/4 in.	19.000	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
3/8 in.	9.500	0.0	0.0		0.00	0.3333333	0.0	0.0	100		
No. 4	4.750		0.0	2.09	0.3333333	0.7	0.7	99.3			
No. 10	2.000		0.0	67.38	0.3333333	22.5	23.2	76.8			
No. 20	0.840			100.96	0.3333333	33.7	56.6	43.2			
No. 40	0.425			72.48	0.3333333	24.2	81.0	19.0			
No. 60	0.250			24.66	0.3333333	8.2	89.2	10.8			
No. 100	0.150			14.99	0.3333333	5.0	94.2	5.8			
No. 140	0.106			6.40	0.3333333	2.1	96.3	3.7			
No. 200	0.075			4.44	0.3333333	1.5	97.8	2.2			
Pan	---			6.31	0.3333333	0.0	100.0	0.0			



**OBSERVACIONES:**  
 \* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado  
 \* Muestra provista e identificada por los testistas

PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL (INDECOPI). DERECHOS RESERVADOS M.Z. ZURSAN INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

  
**Menandro Nuñez Alberca**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 243354**

	ZURSAN INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.		OFICINA DE ANALISIS DE RESULTADOS	
	FORMATO DE ENSAYO ESTANDAR		ZONA DE LAB:	SUBIOS
QCF-CA-004		CODIGO:	AE-PO-027	FECHA:
DATOS DEL PROYECTO		FECHA: 30/08/2023		
TESIS: "EVALUACION DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS MUNICIPALES APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS, JAÉN"		DATOS DEL PERSONAL DE LAB		
AUTORES: BACH. FARSEQUE FERNANDEZ JULISA YENIFER BACH. NUÑEZ SAMAMÉ ELVIS UZIEL		SUPERVISOR:	ING. MENANDRO NUÑEZ ALBERCA	
UBICACIÓN: CIUDAD JAÉN, DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA		ASISTENTE:	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA	
		TÉCNICO DE LAB:	BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA	
DATOS DE MUESTREO		CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		
ACTIVADOR: Yogurt	PROFUNDIDAD: --	ALTITUD: --	DATUM Y ZONA: WGS84 - 17S	SUCS: Pt
MUESTRA: Única	ESPESOR: --	NORTE: --	T.M: 3,8"	AASHITO: --
MATERIAL: Compa	FECHA: --	ESTE: --	MASA TOTAL: 10 kg	DESCRIPCIÓN: Suelo Altamente Orgánico

NORMATIVIDAD	
ASTM D6913/D6913M - 17:	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
MTC E 107:	Método de Prueba Estándar para la Distribución de Tamaño de Partículas (Gradación) de Suelos mediante Tamizado
Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado	

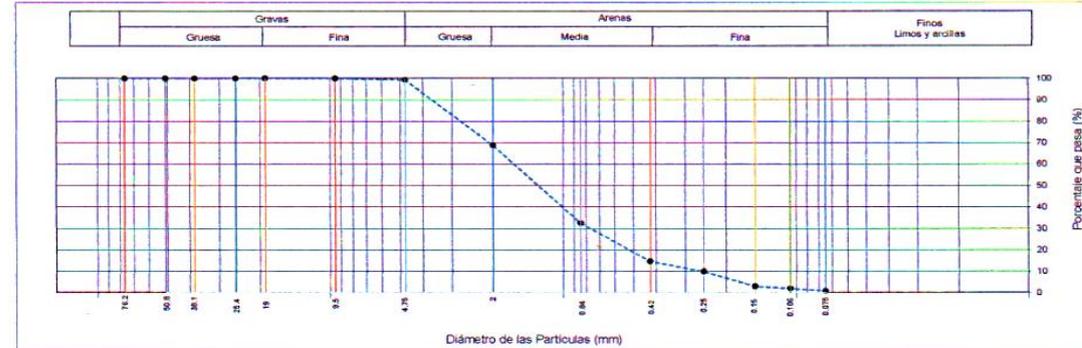
Método de ensayo utilizado	Tamizado simple "B"	Procedimiento de obtención de muestra	Secado al horno	Grava: 0.0 %
Tamiz de separación E11	No aplica	Clasificación Visual - manual	Pt	Arena: 98.5 %
	No aplica			Finos: 0.8 %

DATOS DE ENSAYO		1RA SEPARACION N	2DA SEPARACION N	TAMIZADO SIMPLE/ FRACCION
Tamiz de separación	E11	> 3/4 in	3/4 in - No. 4	< No. 4
Masa total húmeda antes de la separación	g	---	---	380.3
Fracción Gruesa Retenida Seca	g	---	---	---
Fracción Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	---	---	---
Fracción Fina Pasante Húmeda	g	---	---	---
Contenido de humedad de fracción pasante	%	---	---	---
Fracción Fina Pasante Seca	g	---	---	---
Masa Total Inicial Seca	g	---	---	300.00
Masa Lavada seca	g	---	---	300.00
Sumatoria de masa retenida	g	0.0	0.0	299.96

PERDIDA POR PROCESAMIENTO		
CRITERIO	0.5	0.5
Fase de Ensayo	Lavado	Tamizado
1 ra Separación	---	---
2 da Separación	---	---
Fracción Fina	---	0.01
Contenido de humedad total (%)		26.8

Equipos utilizados:  
- Juego de tamices Rumistone  
- Balanzas 0.01 y 1 g

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0.1 g)	Fracción Gruesa de 1ra Separación	Fracción Fina / Tamizado Simple (0.01 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Gradación (A-1)	
										Mínimo	Máximo
3 in.	76.200					0.3333333	0.0	0.0	100		
2 in.	50.800	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
1-1/2 in.	38.100	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
1 in.	25.400	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
3/4 in.	19.000	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
3/8 in.	9.500	0.0	0.0		0.00	0.3333333	0.0	0.0	100		
No. 4	4.750		0.0	1.89		0.3333333	0.6	0.6	99.4		
No. 10	2.000		0.0	91.63	0.00	0.3333333	30.5	31.2	68.8		
No. 20	0.840			109.42		0.3333333	36.5	67.8	32.4		
No. 40	0.425			53.08		0.3333333	17.7	85.3	14.7		
No. 60	0.250			14.42		0.3333333	4.8	90.1	9.9		
No. 100	0.150			20.56		0.3333333	6.9	97.0	3.0		
No. 140	0.106			3.30		0.3333333	1.1	98.1	1.9		
No. 200	0.075			3.18		0.3333333	1.1	99.2	0.8		
Pan	--			2.48		0.3333333	0.0	100.0	0.0		



OBSERVACIONES:  
\* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado  
\* Muestra provista e identificada por los testistas.

PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL (INDECOPI) DERECHOS RESERVADOS M.Z - ZURSAN INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Menandro Nuñez Alberca  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 243354

	<b>ZURSAN INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.</b> <b>FORMATO DE ENSAYO ESTANDAR</b> QCF-CA-001			<b>OFICINA DE ANALISIS DE RESULTADOS</b> ZONA DE LAB: SUELOS CODIGO: AE-PO-007 FECHA: 30/08/2023	
	<b>DATOS DEL PROYECTO</b> TESIS: "EVALUACION DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS MUNICIPALES APLICANDO ACTIVADORES BIOLÓGICOS JAÉN" AUTORES: BACH. FABRIZQUE PERAZANDEZ JULISA YENIFER BACH. NUÑEZ SAMAME ELVIS UZIEL UBICACION: CIUDAD JAÉN, DISTRITO JAÉN, PROVINCIA JAÉN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA			<b>DATOS DEL PERSONAL DE LAB</b> SUPERVISOR: ING. MENANDRO NUÑEZ ALBERCA ASISTENTE: BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA TÉCNICO DE LAB: BACH. MARCO A. CHUQUIHUANGA PERALTA	
<b>DATOS DE MUESTREO</b> ACTIVADOR: Ninguno MUESTRA: Patrón MATERIAL: Compost			<b>CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION</b> PROFUNDIDAD: -- ALTITUD: -- NORTE: -- ESTE: -- DATUM Y ZONA: WGS84 - 17S T.M: 3,8" MASA TOTAL: 10 kg		SUCS: Pt AASHTO: -- DESCRIPCION: Suelo Alimento Orgánico

NORMATIVIDAD	
ASTM D6913/D6913M - 17:	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
MTC E 107:	Método de Prueba Estándar para la Distribución de Tamaño de Partículas (Gradación) de Suelos mediante Tamizado
	Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado

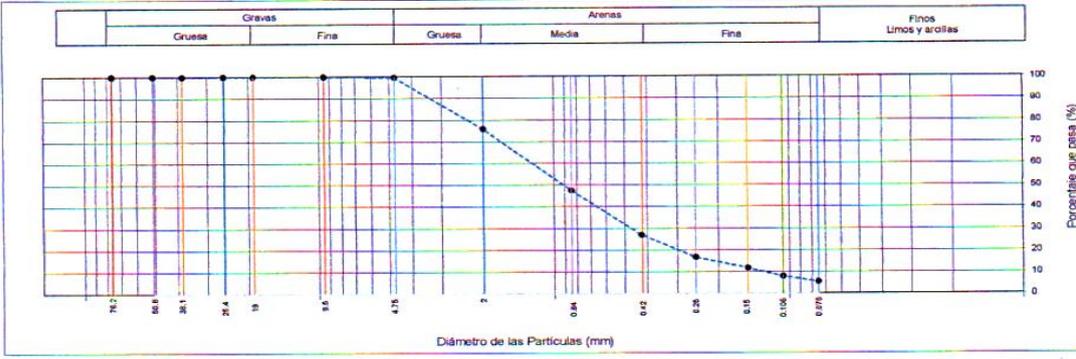
Metodo de ensayo utilizado	: Tamizado simple "B"	Procedimiento de obtencion de muestra	: Secado al horno	Grava:	0.4 %
Tamiz de separación E11	: No aplica	Clasificación Visual - manual	: Pt	Arena:	94.2 %
	: No aplica			Finos:	5.4 %

DATOS DE ENSAYO	1RA SEPARACION N	2DA SEPARACION N	TAMIZADO SIMPLE/ FRACCION
Tamiz de separación	E11	> 3/4 in	3/4 in - No. 4
Pasa el tamiz	E11	---	No. 4
Masa total húmeda antes de la separación	g	---	380.3
Fraccion Gruesa Retenida Seca	g	---	---
Fraccion Gruesa Retenida Limpia y Seca	g	---	---
Fraccion Fina Pasante Húmeda	g	---	---
Contenido de humedad de fracción pasante	%	---	---
Fraccion Fina Pasante Seca	g	---	---
Masa Total Inicial Seca	g	---	300.00
Masa Lavada seca	g	---	300.00
Sumatoria de masa retenida	g	0.0	0.0
			299.15

PERDIDA POR PROCESAMIENTO		
CRITERIO	0.5	0.5
Fase de Ensayo	Lavado	Tamizado
1 ra Separación	---	---
2 da Separación	---	---
Fraccion Fina	---	0.26
Contenido de humedad total (%)		25.8

Equipos utilizados:  
 - Juego de tamices Rumistone  
 - Balanzas 0.01 y 1 g

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Fracción Gruesa de Separación (0,1 g)	Fracción Gruesa de 1ra Separación	Fracción Fina / Tamizado Simple (0,01 g)	Retenido en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Gradación (A-1)	
										Mínimo	Máximo
3 in	76.200					0.3333333	0.0	0.0	100		
2 in	50.800	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
1 -1/2 in	38.100	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
1 in	25.400	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
3/4 in	19.000	0.0				0.3333333	0.0	0.0	100		
3/8 in	9.500	0.0	0.0		0.00	0.3333333	0.0	0.0	100		
No. 4	4.750		0.0	1.15		0.3333333	0.4	0.4	99.6		
No. 10	2.000		0.0	70.96	0.00	0.3333333	23.7	24.0	78.0		
No. 20	0.840			85.64		0.3333333	28.5	52.6	47.4		
No. 40	0.425			61.14		0.3333333	20.4	73.0	27.0		
No. 60	0.250			30.99		0.3333333	10.3	83.3	16.7		
No. 100	0.150			14.89		0.3333333	5.0	88.3	11.7		
No. 140	0.108			11.50		0.3333333	3.8	92.1	7.9		
No. 200	0.075			7.49		0.3333333	2.5	94.6	5.4		
Pan	---			15.39		0.3333333	0.0	100.0	0.0		



OBSERVACIONES:  
 \* No se descartaron o encontraron materiales ajenos al suelo ensayado  
 \* Muestra provista e identificada por los testistas

PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL (UNDECOP). DERECHOS RESERVADOS M.Z. ZURSAN INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

**Menandro Nuñez Alberca**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 243354

Anexo 6. Análisis de coliformes fecales y totales presentes en el compost



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FILIAL- JAEN  
"Norte de la Universidad Peruana"  
Bolivar N° 1342 – Plaza de Armas – Telf. 731907  
JAÉN - PERU  
LABORATORIO DE BIOLOGÍA Y MICROBIOLOGIA  
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Jaén, 22 de octubre 2023

**RESULTADOS DE MUESTRAS**

SOLICITUD: Farseque Fernández Julisa Yenifer y  
Núñez Samamé Elvis Uzlel

CAUSA DE LA SOLICITUD DEL Informe de tesis" evaluación del proceso de compostaje de sólidos  
orgánicos municipales aplicando activadores biológicos Jaén"

ANÁLISIS NOMBRE DEL LAS MUESTRAS Presencia de coliformes fecales  
T0, T1, T2  
Distrito JAEN  
Provincia JAEN  
Departamento CAJAMARCA

**ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO**

**Recuento de coliformes**

- Método : Vertido en placa
- Medio de cultivo: Agar MacConkey

Muestras	Coliformes totales	Coliformes fecales
T0	3 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	negativo
T1	8 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	Negativo
T2	9 x 10 <sup>1</sup> UFC/g	Negativo

:

Coliformes totales deben encontrarse por debajo de las 1100 colonias /100g por lo que las muestras analizadas se encuentran dentro del rango establecido.

  
Marcela N. Arango Cuba  
Bióloga, MSc  
1993  
Responsable

Año de la unidad, la Paz y el Desarrollo

Jaén, 17 de febrero del 2023

Carta N° 01- 2023 - JYFF-EUNS-UNJ

SEÑOR:

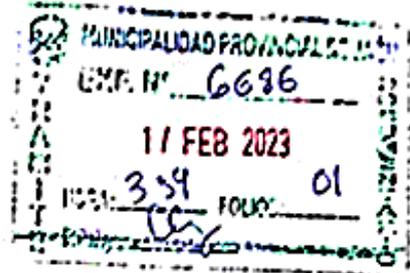
Dr. José Lizardo Tapia Díaz  
Alcalde de la Municipalidad Provincial de Jaén

ATENCIÓN.-

Ing. Elver Joel Bustamante Tarrillo  
Gerencia de Servicios Municipales y Gestión Ambiental  
Sub Gerencia de Gestión Integral de Residuos Sólidos

ASUNTO : Solicito autorización para recojo de residuos sólidos orgánicos para  
realizar compostaje

REF: Resolución de aprobación de proyecto de Tesis N° 855-2022-UNJ



Es grato dirigimos a Usted, para hacerle llegar nuestro cordial saludo y al mismo tiempo manifestarle lo siguiente: En calidad de egresados de La Universidad Nacional de Jaén, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, y teniendo aprobado el proyecto de tesis, Titulado, Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos municipales, aplicando activadores biológicos, Jaén; en el cual se establece el recojo de aproximadamente 500 kilos de residuos sólidos orgánicos de Mercado 28 de Julio-Jaén.

Motivo por el cual solicito a usted, la autorización correspondiente para realizar el recojo de los residuos sólidos orgánicos que se generan en el interior del mercado, con la finalidad de lograr nuestros objetivos en dicho proyecto de Tesis.

Aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
Bach. Julisa Yenifer Farseque Fernández

Tesista 1

  
Egr. Elvis Uziel Núñez Samané

Tesista 2

## Anexo 8. Registro fotográfico



Foto 1. Construcción del módulo



Foto 2. Recojo de residuos sólidos



Foto 3. Picado de residuos sólidos



Foto 4. Mezcla de residuos sólidos



Foto 5. Armado de camas



Foto 6. Preparación de activadores biológicos



Foto 7. Aplicación de tratamientos



Foto 8. Medición de T° y Ph



Foto 9. Volteo de camas



Foto 10. Cernido del compost

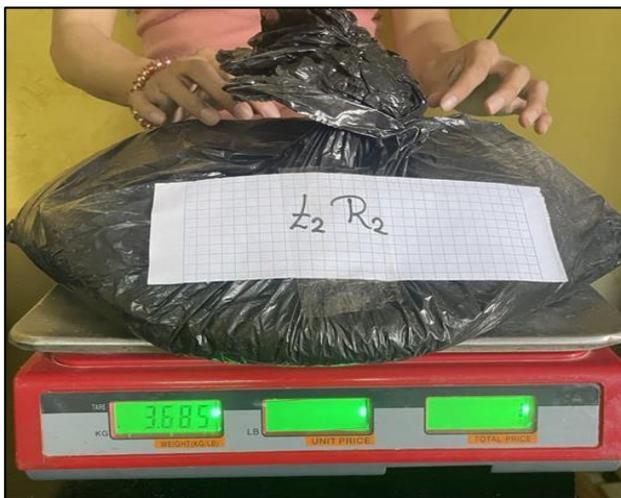


Foto 11: Pesado del compost



Foto 12. Muestras para Humedad



Foto. 13. Peso de muestra-granulometría



Foto 14. Tamizado de muestras

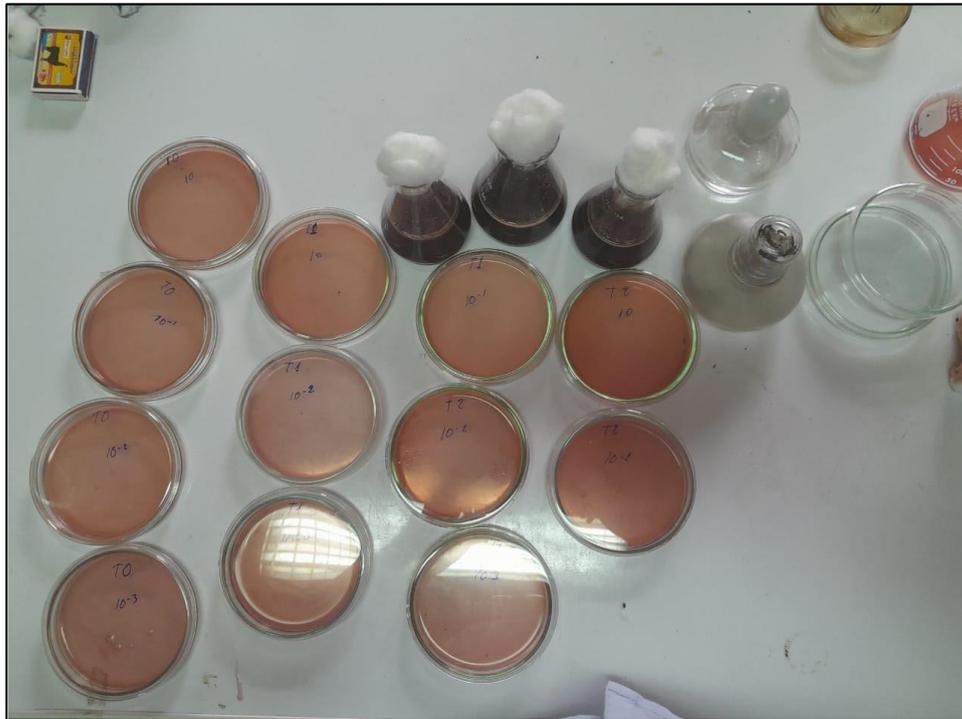


Foto 15. Muestras para análisis de coliformes totales y fecales