

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE BIODEGRADACIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS ORGÁNICOS CON MICROORGANISMOS EFICACES EN LA
CIUDAD DE JAÉN**

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

Autora : Bach. Johana Cynthia Saavedra Lopez

Asesora : Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo

JAÉN-PERÚ, MAYO 2022

NOMBRE DEL TRABAJO

INFORME FINAL DE TESIS - JCSL.pdf

RECUENTO DE PALABRAS

11778 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

73 Pages

FECHA DE ENTREGA

May 30, 2023 3:02 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

59097 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.2MB

FECHA DEL INFORME

May 30, 2023 3:03 PM GMT-5**● 19% de similitud general**

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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

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



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 31 de mayo del 2022; siendo las 09:00 horas, se reunieron mediante el aplicativo de videoconferencias Google Meet (enlace: meet.google.com/ahd-gwcp-znd), establecido según RESOLUCIÓN DE VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN N° 252-2022-UNJ, los **miembros del Jurado Evaluador:**

Presidente Dr. Alexander Huamán Mera
Secretario M.Sc. Handry Martín Rodas Purizaga
Vocal Mg. Polito Michael Huayama Soplá

Para evaluar la **Sustentación del Informe Final de:**

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: “Evaluación del proceso de biodegradación de residuos sólidos orgánicos con microorganismos eficaces en la ciudad de Jaén”; **presentado por** la Bachiller Johana Cynthia Saavedra López de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, **el Jurado Evaluador acuerda:**

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	()
Muy bueno	16, 17	()
Bueno	14, 15	()
Regular	13	(13)
Desaprobado	12 ó menos	()

Siendo las 10:30 horas del mismo día, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

M.Sc. Handry Martín Rodas Purizaga
Secretario

Dr. Alexander Huamán Mera
Presidente

Mg. Polito Michael Huayama Soplá.
Vocal

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo general.....	9
2.2. Objetivos específicos	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Ubicación del área de estudio	10
3.2. Materiales y equipos.....	10
3.3. Métodos, técnicas y procedimientos.....	11
3.4. Georreferenciación del área de estudio mediante la elaboración de mapas.....	13
3.5. Caracterización de los residuos sólidos del mercado Roberto Segura	13
3.6. Evaluación de las propiedades físicas-químicas del compost como producto final a nivel de laboratorio.....	20
IV. RESULTADOS	25
4.1. Georreferenciación el área de estudio mediante la elaboración de mapas.....	25
4.2. Caracterización de los residuos sólidos del mercado Roberto Segura	30
4.3. Evaluación de las propiedades físicas-químicas del compost como producto final a nivel de laboratorio.....	33
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
AGRADECIMIENTO.....	50
DEDICATORIA.....	50
ANEXOS	51



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Materiales y equipos empleados en la investigación</i>	10
Tabla 2. <i>Tratamientos, dosis y unidades experimentales de la investigación</i>	12
Tabla 3. <i>Generación de residuos sólidos</i>	30
Tabla 4. <i>Resumen de la composición física porcentual de los residuos sólidos</i>	31
Tabla 5. <i>Volumen de residuos sólidos del día 1 al día 7</i>	32
Tabla 6. <i>Densidad de residuos sólidos del día 1 al día 7</i>	33
Tabla 7. <i>Tiempo de descomposición de la muestra de RSO por tratamientos</i>	33
Tabla 8. <i>Propiedades químicas de las muestras de compost.</i>	34
Tabla 9. <i>Comparación de la norma chilena</i>	37
Tabla 10. <i>Análisis ANOVA del contenido de nutrientes</i>	38
Tabla 11. <i>Prueba de significancia Tukey</i>	38



ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Sensibilización y empadronamiento a propietarios de puestos del mercado Roberto Segura.....	14
Figura 2. Codificación de puestos del mercado Roberto Segura	15
Figura 3. Recolección de muestra de residuos sólidos	15
Figura 4. Traslado de muestra de residuos sólidos.....	16
Figura 5. Descarga de la muestra de residuos sólidos	16
Figura 6. Pesado de bolsas recolectadas de cada generador	17
Figura 7. Homogenización de la muestra.....	18
Figura 8. Residuos caracterizados	18
Figura 9. Medición del cilindro	19
Figura 10. Pesado de residuos sólidos orgánicos	21
Figura 11. Picado de residuos sólidos orgánicos	21
Figura 12. Formación de pilas	21
Figura 13. Medida y mezcla de EM	22
Figura 14. Aplicación de EM, rotulación y volteo de pilas.....	23
Figura 15. Cernido del compost.....	23
Figura 16. Pesado de la muestra de compost	24
Figura 17. Composición física de los residuos sólidos	32
Figura 18. Tiempo de descomposición de residuos sólidos orgánicos	34
Figura 19. Análisis de pH del compost.....	35
Figura 20. Contenido de fósforo (P) y potasio (K).....	36
Figura 21. Contenido de carbono (C), nitrógeno (N) y materia orgánica.....	37

RESUMEN

La investigación evaluó el proceso de biodegradación de residuos sólidos orgánicos (RSO), aplicando diferentes dosis de microorganismos eficaces (EM), el trabajo de campo se realizó en el mercado Roberto Segura, recolectando los residuos sólidos durante 8 días consecutivos, esta actividad se hizo de 59 puestos de venta, el estudio de caracterización se trabajó con la metodología de la guía de MINAM 2018. Para la elaboración del compostaje, se aplicó tres dosis de EM, trabajando con tres tratamientos y tres repeticiones más un testigo, las cuales fueron T1: 200 ml, T2: 500 ml y T3: 800 ml de EM. Se establecieron 10 pilas con 50 kg de RSO, haciendo un total de 500 kg, siendo inoculadas con EM. Los resultados de la generación per-cápita fue 2.28 kg/puesto/día, con un total de 0.69 ton/día, donde 57.78 % son RSO, 28.84 % residuos inorgánicos aprovechables y 13.39 % residuos no aprovechables. El proceso de compostaje, para T2, tuvo el menor tiempo de descomposición con 39 días. Los resultados de laboratorio, la materia orgánica promedio del compost fue: para T1:12.44 %, T2:12.15 %, T3:11.63 %, para el testigo: 12.1 %, obteniendo valores bajos en Comparación a la Norma Chilena Nch 2880.

Palabras clave: *compostaje, mercado, tratamiento, compost, orgánica, mapas, población, muestras.*



5



ABSTRACT

The research evaluated the biodegradation process of organic solid waste (RSO), applying different doses of effective microorganisms (EM), the field work was carried out in the Roberto Segura market, collecting solid waste for 8 consecutive days, this activity was made of 59 stalls, the characterization study was worked with the methodology of the MINAM 2018 guide. For the elaboration of the composting, three doses of EM were applied, working with three treatments and three repetitions plus a control, which were T1: 200 ml, T2: 500 ml and T3: 800 ml of EM. 10 piles were established with 50 kg of RSO, making a total of 500 kg, being inoculated with EM. The results of the per-capita generation was 2.28 kg/post/day, with a total of 0.69 ton/day, where 57.78% are RSO, 28.84% usable inorganic waste and 13.39% non-usable waste. The composting process, for T2, had the shortest decomposition time with 39 days. The laboratory results, the average organic matter of the compost was: for T1: 12.44%, T2: 12.15%, T3: 11.63%, for the control: 12.1%, obtaining low values in comparison to the Chilean Standard Nch 2880.

Key words: *composting, market, treatment, compost, organic, maps, population, samples.*



Mg. Ing. Annick Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

I. INTRODUCCIÓN

La generación de los residuos sólidos municipales (RSM) en Perú ha experimentado en los últimos años un incremento significativo, asociado al crecimiento económico, sin embargo, la cobertura de disposición final de (RSM) en rellenos sanitarios autorizados, en Lima alcanzó una cobertura de 88%, llegando a disponer 2 476 570.57 toneladas de residuos dispuestos en el año 2012, (MINAM 2012). Según cifras, el año 2019, a nivel nacional, se generaron 7 781 904,29 de toneladas de RSM; de ese total, 1 750 458,41 fueron inorgánicos (22.49 %) y 4 252 200,47 fueron de tipo orgánico (54.64 %) y el 77.13 % de lo generado puede ser valorizable (MINAM, 2021). Los RSO no se pueden considerar como desechos si no un recurso valioso para continuar garantizando la fertilidad de la tierra (Valarezo 2001). Los residuos de animales y vegetales, son fertilizantes potenciales que aumentan el contenido orgánico de los suelos; estos materiales pueden ser mejorados mediante compostación que es el producto de la descomposición biológica de residuos o desperdicios orgánicos en condiciones controladas que podría abastecer importantes cantidades de materia orgánica a bajo costo, para mejorar los suelos (Vademécum, 2008).

FAO (2013), señala que el compostaje es la suma de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost; Soriano (2016) menciona que los microorganismos eficientes están conformados por varios microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaeróbicos, estos desempeñan diferentes funciones. Asimismo, los microorganismos eficaces (EM) al ponerse en contacto con la materia orgánica segregan sustancias útiles, las que contribuyen con la descomposición de los componentes orgánicos. La efectividad en el uso de microorganismos se logra cuando se dan las condiciones óptimas para metabolizar los sustratos, como disponibilidad de agua, oxígeno (dependiendo de si son aerobios obligados o anaerobios facultativos), pH y temperatura, así como la disponibilidad de fuentes energéticas.

El estudio de caracterización de RSM de Jaén (2019) indica que, del total de residuos, el 70% está conformado por residuos orgánicos que puede ser valorados como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos mediante el compostaje siendo esta una alternativa de solución sostenible para la valorización técnica ambiental de la fracción orgánica.

Bajo este contexto, la investigación emplea RSO como materia prima para la obtención del abono orgánico con la aplicación de EM para acelerar el proceso de descomposición y de esta manera podría contribuir a mejorar la calidad de los suelos agrícolas, generando un valor agregado a los RSO, que en la actualidad no son manejados adecuadamente; estableciendo como objetivos específicos: Georreferenciar del área de estudio mediante la elaboración de mapas; Caracterizar de los residuos sólidos del mercado Roberto Segura de la ciudad de Jaén; Evaluar las propiedades físicas-químicas del compost como producto final a nivel de laboratorio.

8

Mg. Ing. Anick Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el proceso de biodegradación de residuos sólidos orgánicos aplicando diferentes dosis de microorganismos eficientes (EM).

2.2. Objetivos específicos

- Georreferenciar el área de estudio mediante la elaboración de mapas.
- Caracterizar los residuos sólidos del mercado Roberto Segura de la ciudad de Jaén.
- Evaluar las propiedades físicas-químicas del compost como producto final a nivel de laboratorio.

9

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

La caracterización de los RSM y la biodegradación de los RSO se ejecutó en el sector La Primavera, ubicada en la parte alta de la ciudad de Jaén con coordenadas UTM 17 M 741476 E 9368515 S a una altitud de 802 m s. n. m. Los residuos fueron recolectados del mercado Roberto segura y fueron trasladados al lugar de ejecución de la investigación.

3.2. Materiales y equipos

En la Tabla 1, se presenta los materiales y equipos empleados en el desarrollo de la investigación.

Tabla 1.
Materiales y equipos empleados en la investigación

Materia prima	Materiales de campo	Equipos
<ul style="list-style-type: none">Se empleó muestras de RSO procedentes del mercado Roberto Segura y un producto comercial de EM compost - Microorganismos eficaces, es una combinación de microorganismos naturales benéficos compuesto por bacterias ácido lácticas, bacterias	<ul style="list-style-type: none">Zaranda de metalPalaMachetesCilindroBolsas plásticas de ziploc con cierre herméticoWinchaBolsas plásticas codificadasPlástico gruesoTablerosCámara fotográficaStickers de identificaciónBalanza electrónicaGPS	<ul style="list-style-type: none">Tamiz de 2000 micrasEstufaBalanza analíticaRefrigerador

3.3. Métodos, técnicas y procedimientos

El método de la investigación detalla los procedimientos utilizados para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos del mercado Roberto Segura, siguiendo la guía para la caracterización de RSM, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 457 – 2018 – MINAM, aprobado el 31 de diciembre del 2018, asimismo se muestra el método para la elaboración de compost a partir de RSO definiendo las técnicas usadas para el seguimiento y evaluación de los parámetros del control del proceso de compostaje, el cual consistió en la formación de pilas con RSO, trabajando con tres tratamientos más un testigo y tres repeticiones por tratamiento, donde se aplicó tres dosis de EM.

- Población. La población estuvo conformada por los RSO (restos de frutas y verduras, desperdicios de comida) generados en el mercado Roberto Segura de la ciudad de Jaén.
- Muestra. La muestra estuvo conformada por 50 kg RSO recolectados del mercado Roberto Segura de la ciudad de Jaén, con tres (3) repeticiones y tres (3) tratamientos para cada uno, más un (1) testigo, obteniendo 10 unidades experimentales llamadas pilas o camas de compostaje, cada pila estuvo conformada por 50 kg de RSO, acopiando en total 500 kg de RSO.
- Determinación del número de la muestra de residuos sólidos. Se determinó de acuerdo con la ecuación (1) de obtención de muestra de residuos sólidos establecida en la Guía de Caracterización de RSM, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 457 – 2018- MINAM.

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2} \quad \dots \quad (\text{Ec. 1})$$

Fuente: MINAM 2018

Donde:

n=Muestras de puestos de mercado

N= Total de puestos

Z= Nivel de confianza 95%

11




σ = Desviación estándar

E= Error permisible

- Reemplazando datos:

$$n = \frac{(1.96)^2 (304)(0.25)^2}{(304 - 1)(0.061)^2(1.96)^2(0.25)^2}$$

$$n = \frac{3.84 * 304.00 * 0.063}{303 * 0.003721 + 3.8416 * 0.063}$$

$$n = \frac{72.99}{1.367563}$$

$$n = 53$$

10 % de contingencia = 59

- Muestreo. En la Tabla 2 se presentan los tratamientos, dosis y unidades experimentales de la investigación con la finalidad de obtener resultados precisos, dado que, a mayor número de repeticiones, existe un mayor punto de comparación para encontrar la relación entre las variables, además disminuye los errores de medición e influencias no controladas de variables extrañas que pudieran estar presentes. La muestra tomada y las dosis de EM empleadas fueron de tipo intencional o de conveniencia.

Tabla 2.

Tratamientos, dosis y unidades experimentales de la investigación

Tratamiento	Dosis de EM	Unidades experimentales		
T1	200 ml EM/10L agua	t ₁ C ₁ r ₁	t ₁ C ₁ r ₂	t ₁ C ₁ r ₃
T2	500 ml EM/10L agua	t ₂ C ₂ r ₁	t ₂ C ₂ r ₂	t ₂ C ₂ r ₃
T3	800 ml EM/10L agua	t ₃ C ₃ r ₁	t ₃ C ₃ r ₂	t ₃ C ₃ r ₃
T0	Testigo sin dosis	T ₀ r ₁		

3.4. Georreferenciación del área de estudio mediante la elaboración de mapas.

Se realizó utilizando un GPS, trasladándose al lugar de ejecución y obteniendo las coordenadas UTM 17 M 741476 E 9368515 S a una altitud de 802 m s. n. m. (ver Anexo 1).

Para el mapa de elevación se descargó el archivo de la carta nacional en escala 1/100 000 en el que se ubicó el área de estudio, posteriormente se empezó a cargar todas las capas a utilizar en formato SHP en el mapa de elevación, generando un mapa de elevación coloreado en función, normalmente, de las curvas del terreno.


Para el mapa topográfico se descargó el archivo de la carta nacional en escala 1/100 000 en el que se ubicó el área de estudio, posteriormente se cargaron todas las capas en formato SHP a utilizar en el mapa topográfico, generando el mapa topográfico coloreado en función, normalmente, de las curvas del terreno.

Para el mapa de precipitación se descargó el archivo de la carta nacional en escala 1/100 000 en el que se ubicó el área de estudio, posteriormente se cargaron todas las capas en formato SHP a utilizar en el mapa precipitación, generando el mapa precipitación coloreado en función, normalmente, de las curvas del terreno.

Para el mapa de clima se descargó el archivo de la carta nacional en escala 1/100 000 en el que se ubicó el área de estudio, posteriormente se cargaron todas las capas en formato SHP a utilizar en el mapa de clima, generando el mapa clima coloreado en función, normalmente, de las curvas del terreno.

3.5. Caracterización de los residuos sólidos del mercado Roberto Segura

De acuerdo al cálculo de la fórmula, el tamaño de la muestra para el estudio de caracterización de residuos sólidos del mercado Roberto Segura fue de 53 puestos de venta, sin embargo, aplicando el 10% de contingencia, el tamaño de la muestra es de 59 puestos de venta, que participarán en el estudio de caracterización de residuos sólidos.

13


Mg. Ing. Anniel Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

Para hacer la recopilación de información se coordinó con la administración del mercado Roberto Segura con la finalidad de obtener información sobre la cantidad los puestos que existen en el mercado, contando con 304 puestos de diferentes rubros.

A continuación, se describen las actividades desarrolladas para la caracterización de los residuos sólidos

1. Sensibilización y empadronamiento a propietarios de puestos de venta del mercado Roberto Segura. Se realizó la visita a cada uno de los puestos del mercado entrevistándose con el propietario del negocio (Figura 1 y Anexo 2) con la finalidad de obtener información precisa sobre la ejecución del estudio de caracterización así mismo se realizó el empadronamiento a cada uno de los propietarios de los puestos, registrando su nombre y apellidos, DNI, tipo de comercio.



Figura 1.
Sensibilización y empadronamiento a propietarios de puestos del mercado Roberto Segura

2. Codificación de puestos a participar. Una vez que se realizó todo el registro de los participantes en el estudio se pasó a codificar a cada participante, colocando un sticker de identificación a cada uno de los puestos que participaron (Figura 2 y Anexo 3).



Figura 2.
Codificación de puestos del mercado Roberto Segura

3. Recolección de la muestra de residuos sólidos del mercado Roberto Segura. Se realizó a partir de la 1:00 pm, de cada puesto que participo, asimismo se hizo la entrega de otra bolsa codificada durante ocho días consecutivos (Figura 3).



Figura 3.
Recolección de muestra de residuos sólidos

4. Traslado y descarga de la muestra de residuos sólidos. El traslado se realizó en mototaxi, acondicionando las bolsas y resguardando el contenido, hasta llegar al lugar de la investigación. La descarga se realizó en el sector la primavera localizada

en la misma ciudad de Jaén para su posterior pesaje, segregación y caracterización de residuos sólidos (Figura 4 y Figura 5).



Figura 4.
Traslado de muestra de residuos sólidos



Figura 5.
Descarga de la muestra de residuos sólidos

5. Determinación de la generación per-cápita de residuos sólidos. Se inició con el pesado de las bolsas recolectadas de cada generador de residuos sólidos utilizando una balanza electrónica (Figura 6) y calculando los datos con la ecuación (2) de generación per-cápita según la guía del MINAN. Luego se registraron los datos en el formato de generación per-cápita de residuos sólidos (Anexo 4).

$$GPC = \frac{\bar{x} \text{ Pesos de RSO(Kg)}}{(n^\circ \text{ de puestos})(\text{días evaluados})} \quad \dots \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

GPC: Generación per-cápita

\bar{x} : Promedio



Figura 6.

Pesado de bolsas recolectadas de cada generador

6. Determinación de la composición física. Se rompieron las bolsas de las muestras de residuos sólidos y se vertió en el suelo, con la ayuda de una pala se homogenizaron todos los residuos sólidos (Figura 7) formando una sola pila. Se utilizó el método de cuarteo según la guía del MINAM, dividiendo en cuatro partes iguales y se escogió las dos partes opuestas, formando un nuevo montón más pequeño; luego se procedió a segregar los residuos sólidos de acuerdo a la composición de cada tipo de residuo, colocándolos cada tipo de residuos en bolsas plásticas, después se procedió a pesar cada bolsa con residuos segregados, empleado la ecuación (3) para su posterior registro en el formato de composición física de residuos sólidos (Figura 8 y Anexo 5).

$$\% CF = \frac{\Sigma \text{de residuos sólidos(días evaluados)}}{\Sigma \text{Total}} * 100 \quad \dots \text{(Ec. 3)}$$

Donde:

% CF: Porcentaje de composición física

Σ : Sumatoria



Figura 7.
Homogenización de la muestra



Figura 8.
Residuos caracterizados

7. Determinación de la densidad de residuos sólidos. Se aplicó la ecuación (4):

$$\text{Densidad}(\delta) = \frac{W}{V_r} = \frac{W}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2(H_f - H_0)} \quad \dots \text{(Ec. 4)}$$

Dónde:

δ : Densidad de los residuos sólidos (kg/m^3)

W: peso de los residuos sólidos

V_r : Volumen de los residuos sólidos

D: Diámetros del cilindro

H_f : Altura total del cilindro

H_0 : Altura libre del cilindro

Π : Constante (3.1416)

Como primer paso en un cilindro de 200 litros se tomaron las medidas de altura y diámetro (Figura 9), colocando los residuos sólidos de las bolsas en el cilindro dejando 10 centímetros libre para facilitar la manipulación del cilindro. Se levantó el cilindro aproximadamente unos 15 cm de altura y se dejó caer con todo su peso, este procedimiento se repitió por tres veces, luego se procedió a medir la altura libre del cilindro.



Figura 9.
Medición del cilindro

Como segundo paso se calculó el volumen de residuos sólidos recolectados del día 1 al día 7, aplicando la ecuación (5):

$$V_r = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (H_f - H_0) \quad \dots(\text{Ec. 5})$$

Donde:

V_r : Volumen de los residuos sólidos

D : Diámetros del cilindro

H_f : Altura total del cilindro

H_0 : Altura libre del cilindro

- En la Tabla 6 se presenta los resultados de los datos obtenidos al reemplazar la ecuación (5)

$$V_r = 3.1416 \left(\frac{0.59}{2}\right)^2 (0.8 - 0.14)$$

$$V_r = 0.180 \text{ m}^3$$

Como tercer paso se calculó la densidad aplicando la ecuación (6):

$$\text{Densidad } (\delta) = \frac{W}{V_r} \dots(\text{Ec. 6})$$

Donde:

W: Peso (kg)

V_r : Volumen de residuo (m^3)

En la Tabla 7 se presenta los resultados de los datos obtenidos al reemplazar la ecuación (6)

$$\text{Densidad } (\delta) = \frac{39.32}{0.180}$$

$$\text{Densidad } (\delta) = 218.44$$

3.6. Evaluación de las propiedades físicas-químicas del compost como producto final a nivel de laboratorio.

Para la evaluación de las propiedades físicas-químicas del compost como producto final a nivel de laboratorio, se realizaron los siguientes pasos:

1. Biodegradación de los residuos sólidos orgánicos aplicando microorganismos eficaces. En el proceso de biodegradación de los residuos sólidos orgánicos se utilizó las muestras de RSO obtenidos del mercado Roberto Segura; se realizó el pesado de los RSO (Figura 10), luego se procedió a realizar el picado con un machete, hasta obtener partículas aproximadamente de 3 a 6 cm (Figura 11), la cual se realizó una estimación visual de la medida de las partículas, después con la ayuda de una pala se hizo una mezcla homogénea para luego armar 10 pilas (Figura 12), las cuales estuvieron conformadas de 50 kg cada una, haciendo un total de 500 kg.



Figura 10.
Pesado de residuos sólidos orgánicos



Figura 11.
Picado de residuos sólidos orgánicos



Figura 12.
Formación de pilas

21

2. Activación de EM – microorganismos eficaces. Se disolvió 1 litro de melaza de caña en 18 litros de agua sin cloro, agregamos 20 g de sal mineral y un litro de EM, disolviendo homogéneamente (Figura 13), finalmente se envasó en bidones limpios y esterilizados controlando la salida de los gases por siete días.



Figura 13.
Medida y mezcla de EM

3. Aplicación de EM, rotulación y volteo de pilas. Una vez armadas las 10 pilas con 50 kg de muestra de RSO se aplicó los EM previamente activados, esta actividad se realizó cada 10 días. Además, se elaboró 10 rótulos de madera una para tratamiento y repetición con la finalidad de identificar a cada pila en el proceso de descomposición. Luego se realizó el volteo de la materia orgánica de forma manual con la ayuda de una pala con la finalidad de permitir la aireación, homogenizando la temperatura y la humedad, asimismo para la eliminación de patógenos (Figura 14).



Figura 14.

Aplicación de EM, rotulación y volteo de pilas

- Control de humedad. Para controlar la humedad de la materia orgánica de las pilas se empleó la técnica del puño cerrado, que consistió en introducir la mano en la pila sacando un puñado de material y luego abrir la mano, el material debe quedar apelmazado, pero sin escurrir agua. Considerando que la humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70 % debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros, que permita la circulación tanto del oxígeno como la de otros gases producidos en la reacción.
- Obtención del compost como producto final. Terminado el proceso de compostaje con la ayuda de una zaranda se realizó el cernido del compost como producto final (Figura 15), para luego pesarlo (Figura 16) y llevar una muestra al laboratorio.



Figura 15.

Cernido del compost

23



Figura 16.

Pesado de la muestra de compost

6. Análisis físico-químico de los RSO del mercado Roberto Segura. El análisis de compost obtenido se realizó en el laboratorio “Labisag” de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, se analizó la materia orgánica, fósforo, potasio, nitrógeno, magnesio, carbono y pH (Anexo 6) cuyos resultados se compararon con la norma técnica chilena (Nch 2880).

24

Mg. Ing. Anick Estefany Huaccha Castillo

Johana Cynthia Saavedra Lopez

IV. RESULTADOS

4.1. Georreferenciación el área de estudio mediante la elaboración de mapas

En el mapa 1 se presenta de color rosado la elevación del área de estudio de investigación a una altura de 784 a 820 m s. n. m.

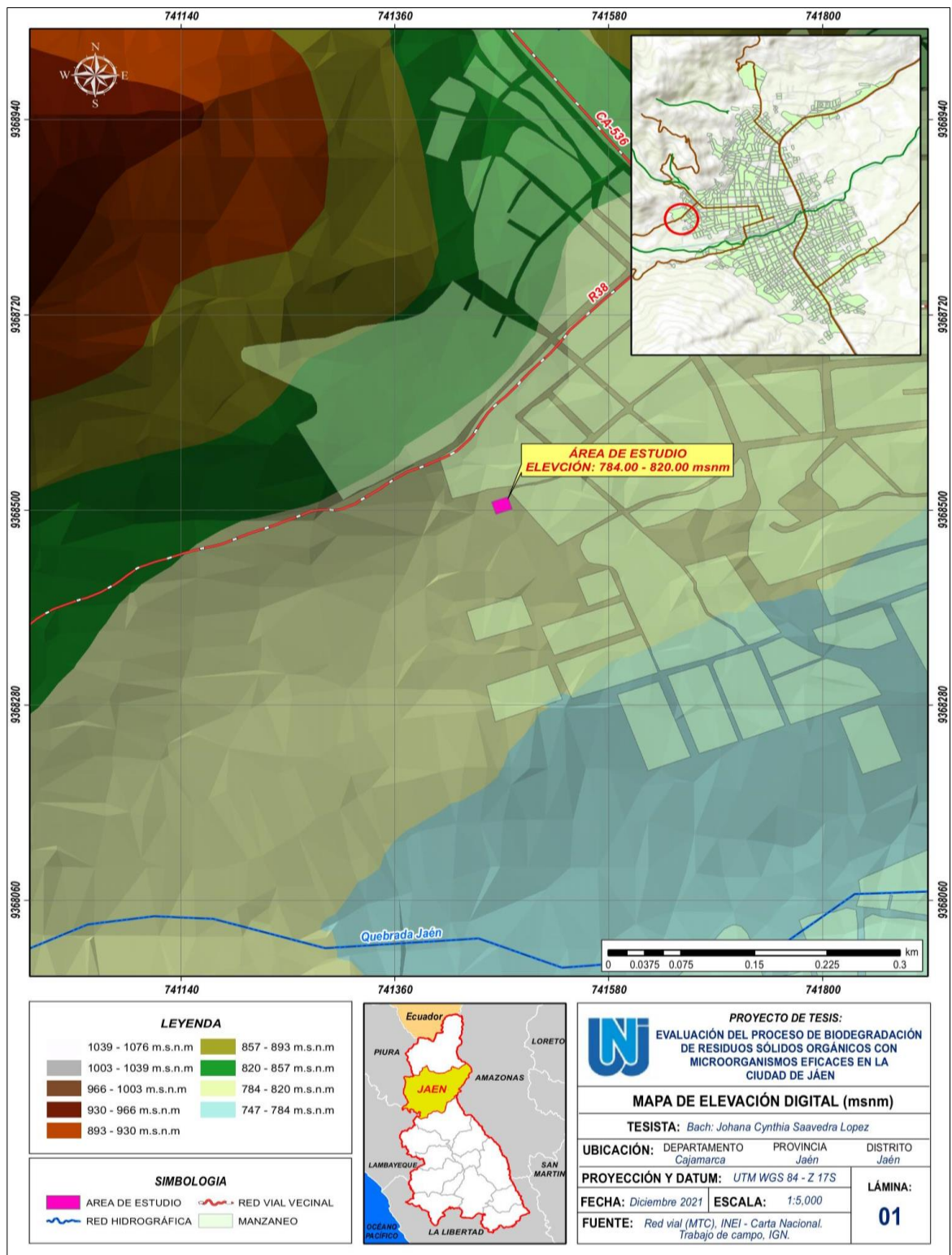
En el mapa 2 se representa con curvas de nivel topográfico que pasan por la mitad del área de estudio de investigación a una altitud de 802 m s. n. m.

En el mapa 3 se presenta el mapa de precipitación con los registros más críticos al año que equivale a 41,5 mm es decir 41.5 L de agua que cae en un metro cuadrado.

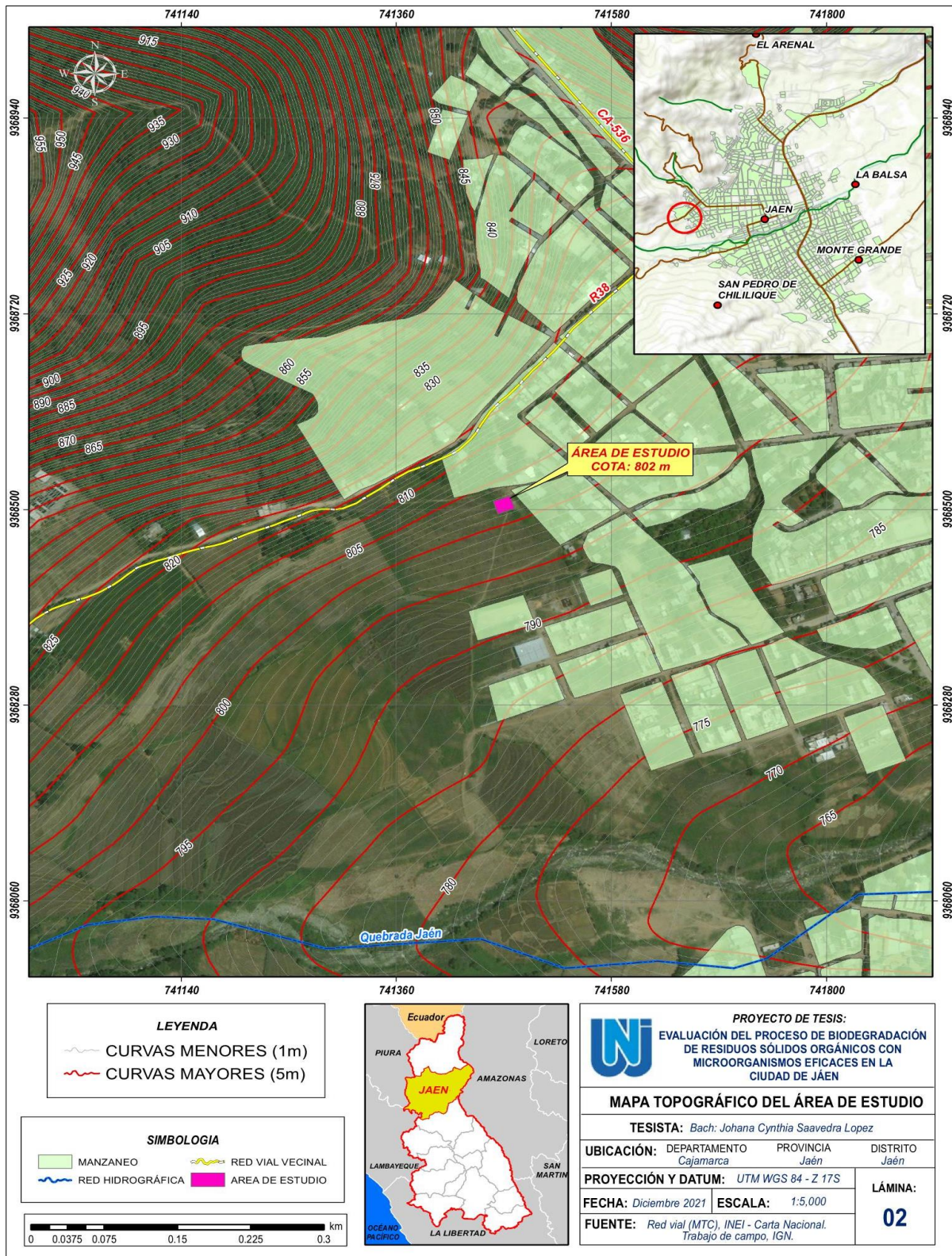
En el mapa 4 se presenta el clima del área de estudio (ciudad de Jaén), siendo un clima templado apto para el proceso de biodegradación de residuos sólidos orgánicos.

 25

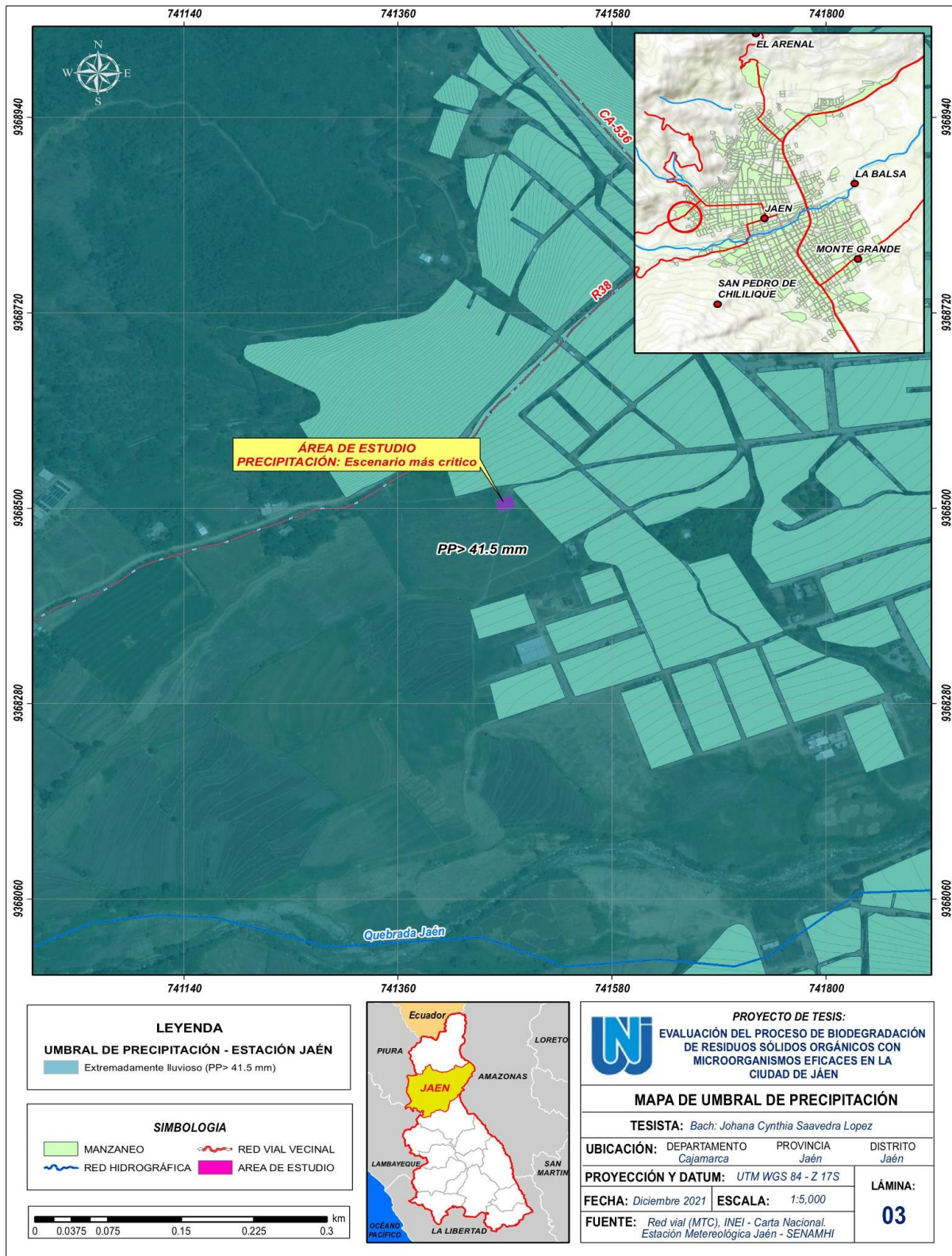




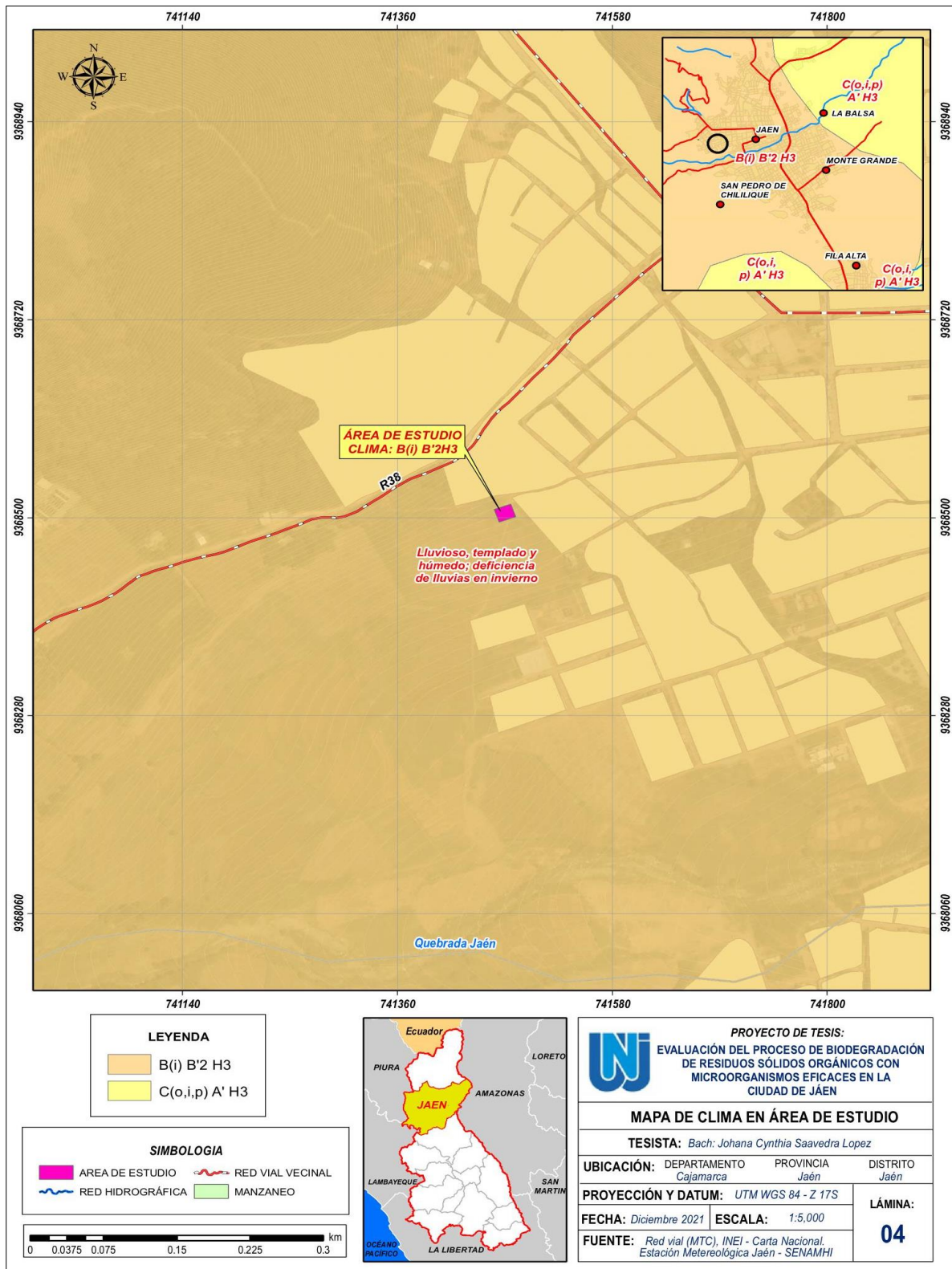
Mapa 1.
Elevación digital del área de estudio de investigación



Mapa 2.
Topografía del área de estudio de investigación



Mapa 3.
 Precipitación del área de estudio de investigación



Mapa 4.
Clima del área de estudio de investigación

4.2 Caracterización de los residuos sólidos del mercado Roberto Segura

- Determinación de la generación de residuos sólidos en el mercado Roberto Segura

La Tabla 3, presenta la generación per-cápita de residuos sólidos del mercado Roberto Segura, siendo de 2.28 kg/puesto/día, con una generación total de 0.69 ton/día

Tabla 3.
Generación de residuos sólidos

Distrito	Nombre de mercado minorista	Nº de puestos	Generación de residuos sólidos kg/puesto/día	Generación total residuos sólidos ton/día
Jaén	Roberto Segura	304	2.28	0.69

- Cálculo de la composición porcentual de residuos sólidos

La Tabla 4 presenta la composición física de los residuos sólidos generados en el mercado Roberto Segura siendo: el 57.78% RSO, el 28.84% residuos inorgánicos aprovechables y el 13.39% residuos sólidos no aprovechables (Figura 17). El 86.62% son residuos sólidos recuperables, que constan de residuos sólidos orgánicos y residuos inorgánicos.

Los residuos sólidos inorgánicos aprovechables, los plásticos (PET, PEAD, PEBD, PP, PS, PVC) son los más abundantes con 9.08%, seguido de los metales con (Latas, hojalata, acero, fierro, aluminio) 5.85%. Los residuos sólidos no aprovechables, la generación de bolsas plásticas de un solo uso, es de 6.44%, siendo el mayor porcentaje de este tipo de residuos, seguido de los residuos inertes (Anexo 5).


30




Tabla 4.*Resumen de la composición física porcentual de los residuos sólidos*

Tipo de residuos	Sub total (%)	Total (%)
A. Residuos aprovechables		86.61
A.1. Residuos orgánicos	57.78	
• Materia Orgánica	57.78	
A.2. Residuos inorgánicos aprovechables	28.84	
• Papel	5.77	
• Cartón	4.98	
• Vidrio	0.79	
• Plástico	9.08	
• Cartón Multilaminado de leche y frugos (Tetra Pak)	0.95	
• Metal	5.85	
• Textiles	0.85	
• Caucho, Cuero, Jebe	0.57	
B. Residuos no aprovechables	13.39	13.39
• Bolsas	6.44	
• Residuos Sanitarios	1.47	
• Tecnopor y similares	1.21	
• Residuos Inertes	4.05	
• Restos de medicina, focos, etc.	0.05	
• Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.17	
Total		100.00

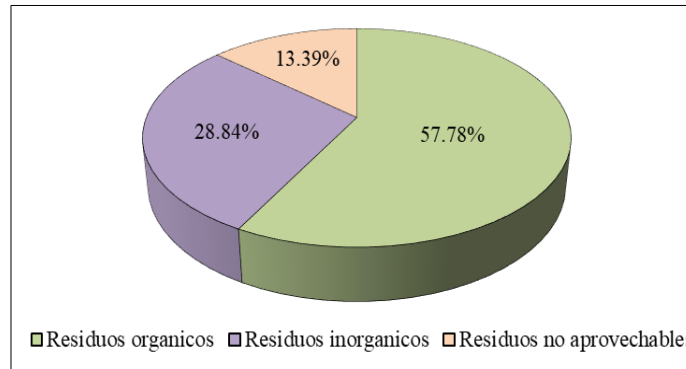


Figura 17.
Composición física de los residuos sólidos

- Cálculo del volumen de residuos sólidos

La Tabla 5 presenta el volumen de residuos sólidos recolectados del día 1 al día 7, para la posterior determinación de la densidad

Tabla 5.
Volumen de residuos sólidos del día 1 al día 7

D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V (m ³)
0.59	0.14	0.8	0.180
0.59	0.13	0.8	0.183
0.59	0.12	0.8	0.186
0.59	0.15	0.8	0.178
0.59	0.11	0.8	0.189
0.59	0.15	0.8	0.178
0.59	0.14	0.8	0.180

- Cálculo de la densidad de la muestra de residuos sólidos

La Tabla 6 presenta la densidad de los residuos sólidos generados en el mercado Roberto Segura de la ciudad de Jaén, siendo 218.91 kg/m³

Tabla 6.

Densidad de residuos sólidos del día 1 al día 7

V Residuos (m ³)	Peso (kg)	Densidad diaria (Kg/m ³)	Densidad promedio (Kg/m ³)
0.180	39.32	218.44	
0.183	41.25	225.40	
0.186	39.25	211.02	
0.178	41.50	233.14	218.91
0.189	38.10	201.58	
0.178	37.69	211.74	
0.180	36.20	201.11	

4.3. Evaluación de las propiedades físicas-químicas del compost como producto final a nivel de laboratorio.

- Biodegradación de los residuos sólidos orgánicos

La Tabla 7 y Figura 18 muestran que el tiempo de descomposición de los RSO provenientes del mercado Roberto Segura son: para el T1 es de 45 días, para el T2 es de 39 días, para el T3 es de 50 días y para el testigo es de 65 días

Tabla 7.

Tiempo de descomposición de la muestra de RSO por tratamientos

Tratamientos	Tiempo de descomposición (días)
T1	45
T2	39
T3	50
Testigo	65

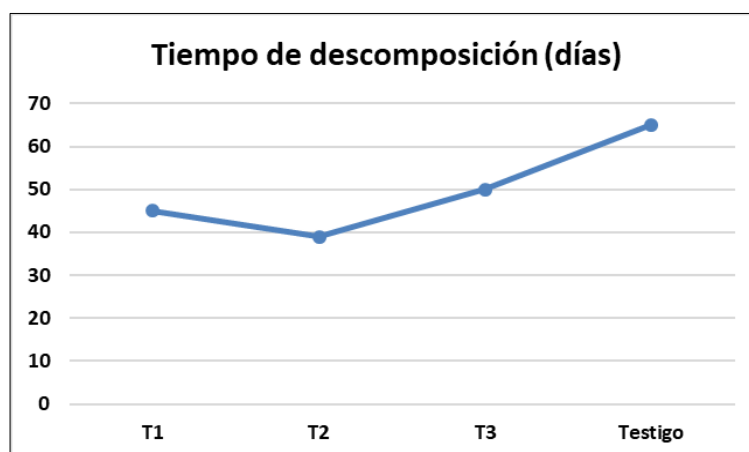


Figura 18.
Tiempo de descomposición de residuos sólidos orgánicos

- Evaluación de las propiedades químicas del compost a nivel de laboratorio (Tabla 8)

Tabla 8.
Propiedades químicas de las muestras de compost.

Muestra	C.E (1:1)		P	K	C	M.O	N
	pH (1:1)	ms/m	%	%	%	%	%
T1C1R1	8,40	12,90	0.017	0.41	7,29	12,58	0,63
T1C1R2	8,16	11,70	0.016	0.31	7,53	12,98	0,65
T1C1R3	8,39	11,80	0.016	0.39	6,82	11,76	0,59
T2C2R1	8,21	11,70	0.016	0.33	6,82	11,76	0,59
T2C2R2	7,89	11,50	0.013	0.33	6,82	11,76	0,59
T2C2R3	8,70	13,80	0.017	0.47	7,51	12,94	0,65
T3C3R1	8,44	12,10	0.017	0.37	6,82	11,76	0,59
T3C3R2	8,55	11,90	0.018	0.38	7,06	12,17	0,61
T3C3R3	8,20	11,0	0.018	0.29	6,35	10,95	0,55
TESTIGO	7,92	10,60	0.019	0.35	7,06	12,17	0,61

- Análisis de los nutrientes del compost

- pH del compost

En la Figura 19, se observa el pH del compost producto de los residuos sólidos, siendo el más alto el (T3) (50 kg de residuos sólidos + 800 ml de EM), con 8.4, seguido del T1 (50 kg de residuos sólidos + 200 ml de EM) con 8.32, el T2 (50 kg de residuos sólidos + 500 ml de EM) contiene un pH de 8.27 y el testigo (50 kg de residuos sólidos) presenta un pH de 7.92.

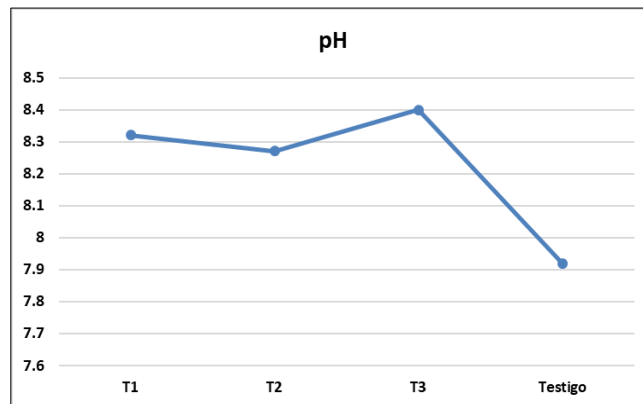


Figura 19.

Análisis de pH del compost

- Contenido de fósforo (P) y potasio (K)

La Figura 20 , muestra el contenido de fósforo en el compost, el Testigo (50 kg de RSO) contiene mayor cantidad con 0.019 %, seguido de T3 (50 kg de RSO + 800 ml de EM) con 0.018 %, el T1 (50 kg de RSO + 200 ml de EM) con 0.016 % y el T2 (50 kg de RSO + 500 ml de EM) contiene 0.015 %. Asimismo, se muestra el contenido de potasio en el compost obtenido, siendo el T2 (50 kg de RSO + 500 ml de EM) con mayor cantidad 0.38 %, seguido del T1 (50 kg de RSO + 200 ml de EM) con 0.37 %, el T3 (50 kg de RSO + 800 ml de EM) y el Testigo (50 kg de RSO) con 35 % cada uno.

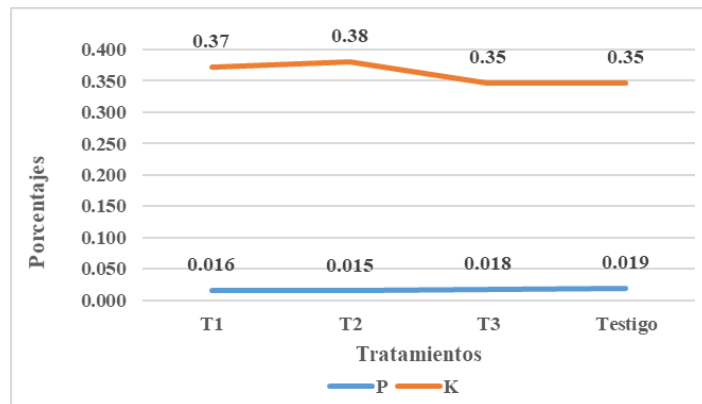


Figura 20.
Contenido de fósforo (P) y potasio (K)

- Contenido de carbono (C), nitrógeno (N) y materia orgánica (MO)

La Figura 21 , muestra el contenido de carbono en el compost obtenido, siendo el T1 (50 kg de RSO + 200 ml de EM) con mayor cantidad 7.21 %, seguido de testigo (50 kg de RSO) con 7.06 %, el T2 (50 kg de RSO + 500 ml de EM) con 7.05 y el T3 (50 kg de RSO + 800 ml de EM) contiene 6.74 %. Asimismo, muestra la cantidad de materia orgánica que contiene, el T1 (50 kg de RSO + 200 ml de EM) con 12.44 %, el T2 (50 kg de RSO + 500 ml de EM) con 12.15, el T3 (50 kg de RSO + 800 ml de EM) presenta 11.63 % y el testigo (50 de RSO) con 12.17 % de materia orgánica. Además, muestra la cantidad de nitrógeno contenido en el compost, el T1 (50 kg de RSO + 200 ml de EM) con 0.62 %, seguidos de los T2 (50 kg de RSO + 500 ml de EM) y el testigo (50 de RSO) con 0.61 % y el T3 (50 kg de RSO + 800 ml de EM) presenta 0.58 % de nitrógeno.

36

Johana Cynthia Saavedra Lopez

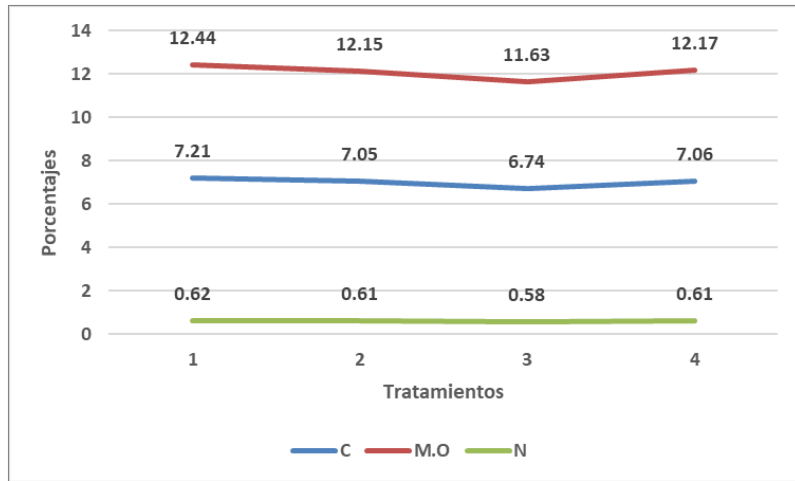


Figura 21.

Contenido de carbono (C), nitrógeno (N) y materia orgánica

- Resultados de los parámetros analizados en laboratorio comparado con la norma chilena (Nch 2880) (Tabla 9).

Tabla 9.

Comparación de la norma chilena

Parámetros	Promedio de resultados del compost	Nch 2880	
		Calidad A	Calidad B
Relación C/N	11.68	$10 \leq a \leq 25$	$10 \leq a \leq 25$
pH	8.2	5.0 – 8.5	5.0 – 8.5
C.E	11.90 dS/m	< a 3 dS/m	$\leq a \leq 8$ dS/m
MO	12.09 %	$\geq a \geq 20$ %	$\geq a \geq 20$ %
N	0.60 %	$\geq a \geq 0.5$ %	$\geq a \geq 0.5$ %
P	0.017 %	-	-
K	0.36 %	-	-
C	7.01 %	-	-

- Análisis e interpretación estadística

La **Tabla 10** Tabla 10, presenta el de análisis de varianza para el contenido de nutrientes del compost evidenciando que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, dado que el valor de probabilidad es de 0.3545 mayor a 0.05 %.

Tabla 10.
Análisis ANOVA del contenido de nutrientes

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1.02106667	0.51053333	1.24	0.3545
Error	6	2.47273333	0.41212222		
Total corregido	8	3.4938			

La Tabla 11, presenta la prueba de significancia de Tukey evidenciando que no existe diferencias significativas entre los tratamientos utilizados.

Tabla 11.
Prueba de significancia Tukey

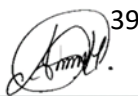
Agrupamiento (*)	Media	N° de repeticiones	Tratamiento	Dosis de EM
A	12.4401	3	T1	200 ml/10 L agua
A	12.1533	3	T2	500 ml/10 L agua
A	11.6267	3	T3	800 ml/10 L agua

(*) Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes


V. DISCUSIÓN

La georreferenciación del espacio de la zona donde se desarrolló el estudio contiene información de la altitud, topografía, precipitación y clima del lugar de investigación, acorde con Baldovino (2016) quien señala que los mapas representan actualmente una herramienta para la ubicación y la elaboración más precisa de proyectos de desarrollo, asimismo MINAM (2021) señala que la provincia de Jaén es frecuente las precipitaciones, con abundante humedad en todas las estaciones del año y templado, B(r)B, es por ello que la ejecución del estudio se desarrolló bajo una infraestructura apropiada con la finalidad de salvaguardar el proceso de ejecución de la investigación y lograr alcanzar resultados adecuados.

La información obtenida mediante la elaboración del mapa de clima del área de estudio, permitió conocer las condiciones ambientales en las que se desarrolló la investigación; coincidiendo con MINAM (2021) que señala la elaboración de mapa de clasificación climática, tiene como finalidad mostrar los principales tipos de clima de una determinada zona; el proceso de compostaje de la presente investigación se llevó a cabo a una temperatura ambiente de la ciudad de Jaén, la cual oscila alrededor de 32 °C (Sánchez & Vásquez 2010); sin embargo a una temperatura de 10 °C la actividad microbiana se dispara hasta llegar entre los 25 – 35 °C, donde se encuentra el óptimo de temperatura para el crecimiento de la mayoría de microorganismos (Paul y Clarck, 1989, citado por Mora 2006), Además Suarez (2013) menciona que la temperatura es uno de los factores ambientales más importantes que afecta la actividad metabólica de los microorganismos y la tasa de biodegradación, generalmente, las especies bacterianas crecen a intervalos de temperatura bastante reducidos, entre 20 y 30 °C; según Fiad (2002) considera que la temperatura influye en el incremento o disminución del proceso de descomposición de la materia orgánica. Siendo muy importante que a mayor temperatura mayor descomposición y mayor mineralización y lo óptimo es 35 a 55°C para eliminar patógenos, parásitos y semillas de mala hierbas.

39


Mg. Ing. Anniel Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

Los residuos sólidos generados en los mercados en la ciudad de Jaén son abundantes, la cual se genera 0.69 ton/día que son manejados y dispuestos inadecuadamente, debido al poco interés de las autoridades locales y la falta de educación ambiental de la población, concordando con Guevara (2021) en su evaluación inicial sobre el manejo de los residuos sólidos, el distrito de Chambará tiene una gestión y un manejo inadecuado de sus residuos sólidos y una mala gestión por parte de las autoridades del distrito y a ello se suma la falta de educación y cultura ambiental, que como consecuencia trae la acumulación de residuos sólidos en espacios públicos y áreas verdes; según Boggiano (2021) en su investigación titulada diagnóstico y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Trujillo demostró la falta de cultura y hábitos ecológicos de la población.

El tiempo de descomposición de los RSO fueron: para el T1 = 45 días, T2 = 39 días, T3 = 50 días y el testigo = 65 día, siendo el T2 al cual se aplicó 500 ml de microorganismos eficientes, se obtuvo menor tiempo de descomposición de los RSO, de acuerdo con el análisis ANOVA no existe diferencia estadística entre tratamiento, resultados similares obtuvo Meza (2019) en su investigación titulada Microorganismos eficientes como biodegradadores de RSO domiciliarios y del estiércol de cerdo para la producción de abono en Carabayllo; donde obtuvo como resultados que la aplicación de microorganismos eficientes logra mejorar el proceso de biodegradación de los RSO con las características de la tercera pila (P-3), el cual estuvo conformada por 12.3 Kg de RSO, 4 litros de EM y 9.7 Kg de estiércol de cerdo; se logró la aceleración de este proceso a 30 días y también en la calidad del mismo. Además Rodríguez (2016) en su tesis titulada Elaboración y evaluación de compost a partir de la inoculación de tres fuentes de EM sobre RSO, los resultados obtenidos del tiempo de descomposición fueron: para el T1 de 40 días, para el T2 de 45 días, para el T3 de 48 días y para el testigo de 50 días; Asimismo Lezcano (2015) evaluó el efecto de tres aceleradores de degradación en el tiempo de compostaje utilizando RSO urbanos en Huanchaco Trujillo; Trabajo con tres tratamientos más un testigo, el T1: Acelerador artesanal (4 kg de urea + 1 kg de levadura + 20 l de agua), T2: Munox (producto natural a base de bacterias benéficas aeróbicas y anaeróbicas en estado de latencia), T3: Aquaclean (producto natural a base de bacterias benéficas y facultativas en estado de latencia), utilizó como materia prima 800 kg de residuos sólidos urbanos + 100 kg de excremento + 100 kg de residuos vegetales; donde obtuvo como resultados que el promedio de días de cosecha del compost fue: para el T1 24 días, para el T2 31 días, para el T3 tuvo un tiempo de 21 días y para el testigo 129 días, los tratamientos inoculados

40


Mg. Ing. Anick Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

con microorganismos tuvieron menor tiempo de descomposición con respecto al testigo; dado que una gran diversidad de microorganismos influyen en el proceso siendo las más importantes las bacterias, Actinomycetes y hongos filamentosos. Las bacterias son las más abundantes, que utilizan un amplio rango de enzimas que degradan químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos; los Actinomycetes son relevante, debido a la capacidad enzimática para degradar compuestos orgánicos complejos como celulosa y lignina; hongos filamentosos, estos pueden estar implicados durante el proceso de compostaje, participando en la degradación aeróbica de la materia orgánica debido a su alta capacidad lignocelulolítica (Laich 2011)

En el estudio se obtuvo como resultados del compost como producto final, promedios de fósforo (P) de 0.017 y potasio (K) 0.36, las cuales, son valores bajos, debido a que las pilas estuvieron conformadas mayormente de restos de frutas y verduras y en menor cantidad restos de cocina, siendo estos ricos en nitrógeno (Córdova 2006), sin embargo, para obtener un buen compost se debe utilizar insumos diversificados, tanto de origen vegetal como de origen animal (Altamirano & Cabrera 2006), como el estiércol es rico en fósforo y potasio (FAO 2013). Estos resultados tienen similitud con Pillco (2020) en su investigación titulada Evaluación del proceso de compostaje de residuos orgánicos, aplicando EM, trabajo con tres tratamientos: Tratamiento 1 (T1) se empleó residuos orgánicos domésticos al 100% y 200 ml de EM; tratamiento (T2) se utilizó residuos orgánicos domésticos al 50%, estiércol de ovino al 50% y 200 ml de EM; y el tratamiento 3 (T3) se combinó residuos orgánicos domésticos al 40%, estiércol de ovino al 30%, tallos de cañihua al 30% y 200 ml de EM, cada uno con tres repeticiones, teniendo como resultados para el contenido promedio de potasio para los tratamientos (1), (2) y (3) presentaron (0.10, 0.43 y 0.59%), siendo el menor contenido de potasio el T1 que utilizó 100% residuos sólidos domésticos, asimismo Ruiz (2002) en su investigación titulada Compostación de los RSO generados en la Universidad de Piura, obtiene resultados del contenido de fósforo en muestras analizadas de comida valores que van de 0.05 – 0.09%.

FAO (2013) señala que los residuos provenientes de animales como estiércol son ricos en materia orgánica; es por ello que en la investigación se obtuvo valores bajos de materia orgánica, siendo el contenido de materia orgánica presente en el compost para cada tratamiento lo siguiente: para T1 = 12.44%, T2 = 12.15 % T3 = 11.63 % y testigo = 12.17%, no existiendo diferencia estadística entre tratamientos; considerándose valores bajos en comparación con la norma chilena que establece que

es mayor al 20 %, por que los residuos utilizados en el compostaje fueron materiales ricos en nitrógeno, estos aceleran el proceso de descomposición, pero aportan poca materia orgánica; teniendo similitud con (Altamirano y Cabrera 2006) en su estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual, el cual trabajo con dos tipos de materiales para producir compost; la primera poza estuvo conformado de materia orgánica (Restos de cocina), estiércol de vaca, agua y cenizas y la segunda con rastrojos, estiércol de cuy, agua y cenizas, obteniendo un valor de 14.90% de MO para la primera poza y para la segunda obtuvo un valor de 23.10 %, obteniendo una diferencia entre los dos tratamientos, recomendando que para obtener un buen compost se recomienda utilizar insumos diversificados, tanto de origen vegetal (restos de cocina, rastrojos), como animal (estiércol), porque los de origen vegetal tienen más carbono y el estiércol contiene más nitrógeno. Según la FAO (2013) señala que los residuos provenientes de animales como estiércol son ricos en materia orgánica.

En la presente investigación se obtuvo un pH promedio ligeramente alcalino con un promedio de 8.2 en el compost maduro, esto es debido a que se utilizó en las pilas de compostaje materia prima que liberan compuestos alcalinos como son: césped, restos verdes de cocina o de jardín, los cuales aumentan el pH, asimismo los restos vegetales frescos como los de cocina, del jardín o del huerto, el césped, etc. Son ricos en nitrógeno, cuando se descomponen, este elemento puede escaparse del compost y por tanto perderse en forma de amoníaco (NH_3), que es un gas de marcado carácter alcalino (Valencia 2013, citado por Orozco 2014); estos resultados están dentro de los estándares establecidos de la norma chilena, que establece un pH entre 4.5 – 8.5 y de la FAO (2013) donde indica que el rango ideal es de 4.5 a 8.5, asimismo menciona que para obtener un pH óptimo se debe tener en cuenta el material de origen a compostar; sin embargo, para Naranjo (2013), indica que la aplicación de microorganismos a pesar que aceleran el proceso de descomposición y dotan de mejor valor nutricional al compost, no influyen relevantemente en el comportamiento del pH de producto final obtenido.

El resultado de la relación C/N es de 11.68, están dentro de los parámetros de la norma chilena - $10 \leq a 25$, sin embargo, en comparación con la FAO 2013, este resultado es bajo dado que el rango ideal esta entre 15:1 a 35:1, esto es debido a que se utilizó materiales verdes y húmedos que poseen un alto contenido de nitrógeno y por ende una relación C/N más baja. Coincidiendo con Figueroa (2016) elaboración y evaluación de compost a partir de la inoculación de tres fuentes de

42


Mg. Ing. Anniel Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

microorganismos eficientes sobre RSO, encontró que la relación C/N para el compostaje elaborado con microorganismos de compost T1 fue 10.074%, para el compost elaborado con microorganismos de rumen T2 fue 12.437, para el compost elaborado con microorganismo de montaña T3 fue 12.400% y para el testigo T0 fue 11.645%, lo que garantiza una adecuada relación de C/N para todos los tratamientos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Al caracterizar los residuos sólidos del mercado Roberto Segura, presenta una alta generación de residuos, generando un total de 0.64 ton/día, con un 57.78 % de residuos sólidos orgánicos y el 28.84 % son residuos sólidos inorgánicos aprovechables, con una generación per-cápita de 2.28 kg/puesto/día; los cuales no son manejados adecuadamente, no existiendo tratamiento alguno para ningún tipo de residuos por parte de las autoridades competentes de la localidad, asimismo se atribuye a la falta de conciencia ambiental de la población, quienes arrojan los residuos sólidos en calles y veredas

El material de partida para el compostaje estuvo conformado de restos verdes y húmedos como son restos de verduras, frutas y restos de cocina; los cuales se tuvieron en cuenta los parámetros de seguimiento como temperatura, humedad y aireación de las pilas con la finalidad de llevar un proceso adecuado de biodegradación de los residuos sólidos.

Los tratamientos en las cuales se inocularon microorganismos eficientes tuvieron un menor tiempo de descomposición de los residuos sólidos orgánicos en comparación al tratamiento testigo, siendo el T2 el cual consistió en 50 kg de residuos sólidos orgánicos + 500 ml de EM, tuvo el menor tiempo de descomposición con 39 días. El contenido de materia orgánica, fósforo (P) y Potasio (K) obtenido en el compost son bajo en comparación con la norma chilena Nch 2880.

Con la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes se aceleró la descomposición de residuos sólidos orgánicos para la obtención del compost, por lo tanto, se acepta la hipótesis, dado que los EM influyen positivamente en el proceso de compostaje.

44




6.2. Recomendaciones

Se recomienda que la Municipalidad Provincial de Jaén desarrolle actividades de sensibilización a la población para la segregación en la fuente de residuos sólidos, recuperar y valorizar los residuos sólidos generados en mercados reduciendo la contaminación ambiental.

Realizar otras investigaciones de este tipo teniendo en cuenta parámetros como temperatura y humedad, los cuales son fundamentales para una descomposición adecuada y un buen producto final.

Para la descomposición de residuos sólidos de mercados para la obtención de un buen producto (compost), se recomienda incorporar material más seco al material de origen por ejemplo restos de poda, aserrín, hojas secas, porque estos tienen mayor contenido de carbono.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano M. Cabrera C. (2006). Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Vol. 9, Nº 17, p 75-84. Recuperado de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a10.pdf.
- Baldovino, A; Becerra, W; Condori, E. (2016.) Producción de cartografía básica para el desarrollo regional en el marco del Plan Bicentenario Perú 2021. Trabajo de Investigación presentado para optar al Grado Académico de Magíster en Gestión Pública. Universidad del Pacifico p 1. Recuperado de https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1203/Antonio_Tesis_maestria_2016.pdf?sequence=1
- Boggiano, ML. (2021). Diagnóstico y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Trujillo – Perú (En línea). Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. Revista Ciencia y Tecnología V. 17 N. 3. ISSN 1810-6781 Rev. Cienc. Technol. 17(3): 61-72, (2021).
- Córdova C. (2006). Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos. (en línea). *Chile: Facultad de Ciencias Forestales*. Universidad de Chile. Consultado el 09 feb. de 2022]. Recuperado de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105098/cordova_c.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en la ciudad de Jaén y anexos (2019). Según Resolución Ministerial Nº 457-2018. Gerencia de desarrollo ambiental. Municipalidad Provincial de Jaén. Archivo digital.

46


Mg. Ing. Annić Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

- Fiad, J, (2002). Residuos Orgánicos. FUNDASES. (En línea). Consultado el 20 de feb del 2022.
Disponible en: <http://www.eco2site.com/trash/ro.asp>.
- Figueroa, YV. (2016). Elaboración y evaluación de compost a partir de la inoculación de tres fuentes de microorganismos eficientes sobre residuos sólidos orgánicos. Aucayacu-Tingo María. Universidad Nacional Agraria La Selva. Facultad de recursos naturales renovables. 81 p.
- Guevara (2021). Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario en el distrito de Chambará. (En línea). Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Continental. Facultad de Ingeniería. Consultado el 13 feb. 2022. Recuperado de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10243/1/IV_FIN_107_T_E_Guevara_Vilchez_2021.pdf
- Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. (2018). Resolución Ministerial Nº 457-2018-MINAM. 1 – 76. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/266691/457-2018-rm.pdf>
- Laich, F., (2011). El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje., Jornada Técnica: Fertilidad y Calidad del Suelo. *Experiencias de fertilización orgánica en platanera. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. ICIA.* 21 de octubre de 2011, Santa Cruz de Tenerife, España. pp. 1-7. Recuperado de <https://www.icia.es/biomusa/pt/jornadas-y-actividades-pt/jornada-tecnica-sobre-calidad-y-fertilidad-del-suelo-pt/65-el-papel-de-los-microorganismos-en-el-proceso-de-compostaje/file>.
- Lezcano, C. N. (2015). *Efecto de tres aceleradores de degradación en el tiempo de compostaje utilizando residuos sólidos orgánicos urbanos en HUANCHACO, TRUJILLO.* Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7643>
- Meza, DS. 2019. *Microorganismos eficientes como biodegradadores de residuos sólidos orgánicos domiciliarios y del estiércol de cerdo para la producción de abono en Carabayllo.* Tesis para obtener el título de ingeniero ambiental. Universidad Cesar Vallejo. 114 p.
- Ministerio del Ambiente. MINAM. (2012). Informe de la situación actual de la gestión de residuos sólidos municipales. Lima – Perú.

Ministerio del Ambiente. MINAM. (2021). Climas del Perú. Mapas de clasificación. servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú – senamhi proyecto apoyo a la gestión del cambio climático. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>

Ministerio del Ambiente. MINAM. (27 de Abril de 2021). *Plataforma digital unica del Estado Peruano*. Obtenido de Ministerio del Ambiente:
<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/487809-alrededor-de-93-mil-toneladas-de-residuos-solidos-fueron-valorizados-en-el-2020-a-nivel-nacional>

Mora, JR. 2006. Actividad microbiana, un indicador integral de la calidad del suelo. Trabajo experimental. Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 13 feb. 2022.
Recuperado de [//lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul5_6_9.pdf](http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul5_6_9.pdf)

Naranjo, E. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost*. (En línea). Trabajo de investigación para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis-52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura - FAO (2013). Italia. Manual de compostaje del agricultor. (En línea). Santiago de Chile. *Experiencias en América Latina*. Consultado el 12 feb. 2022. Recuperado de <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>

Orozco, VJ. (2014). *Caracterización de abonos sometidos a tres tiempos de compostaje, diagnóstico y servicios realizados en la planta de tratamiento de residuos sólidos, San Pedro Sacatepequez, Sam Marcos, Guatemala*. (En línea). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2685/1/VICTOR%20JOSU%C3%89%20OROZCO%20GOD%C3%8DNEZ.pdf>

Paul, E.A. and Clark, F.E. 1989. Soil microbiology and biochemistry. San Diego: *Academic press Inc.*, 273 p.


- Pillco, M. K. (2020). *Evaluación del proceso de compostaje de residuos orgánicos, aplicando microorganismos eficaces*. 95.
- Rodríguez, Y. V. (2016). *Elaboración y evaluación de compost a partir de la inoculación de tres fuentes de microorganismos eficientes sobre residuos sólidos orgánicos de la ciudad de aucajacu, distrito de jose crespo y castillo*. 81.
- Ruiz, A. J. (2002). *Compostación de los residuos sólidos orgánicos generados en la Universidad de Piura*. Universidad de Piura. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1177>
- Sánchez, A., Vásquez, C. (2010). Mapa climático, Departamento de Cajamarca. Memoria descriptiva. Consultado el 14 feb. 2022. Recuperado de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/MapaClimatico.pdf>
- Suarez, R. (2013). *Guía de métodos de biorremediación para la recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos*. (En línea). Bogotá. Universidad Libre. Instituto De Postgrados Ingeniería. Consultado el 14 feb. 2022. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10607/TRABAJO%20FINAL%20cd.pdf?sequence=1>.
- Vademécum Agrícola. Edifarm. (2008). Pag. 29-30.
- Valarezo, J. (2001). Manual de fertilidad del suelo. Universidad Nacional de Loja, Área agropecuaria y de recursos naturales renovables. P. 84.
- Valencia, AC. (2013). Compostaje. España. Recuperado de: <http://www.compostadores.com/>

AGRADECIMIENTO

A Dios y a todos que me apoyaron en el informe final de tesis: familiares, amigos y docente de la universidad.

DEDICATORIA

A mis familiares que me apoyaron constantemente para terminar mis estudios.

 50

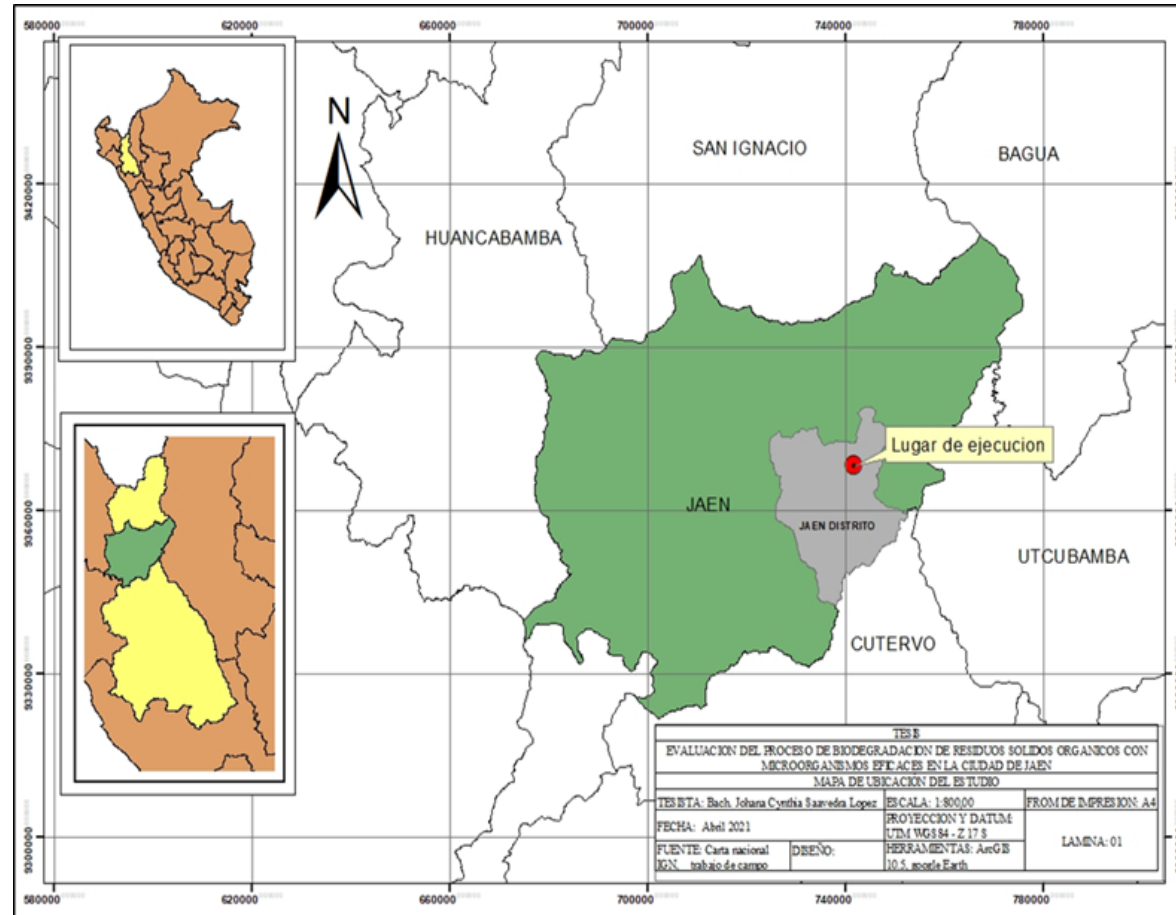
Mg. Ing. Annick Estefany Huaccha Castillo



Johana Cynthia Saavedra Lopez

ANEXOS

- **Anexo1.** Mapa de ubicación del estudio



➤ **Anexo 2.** Carta de invitación a participar estudio de caracterización de residuos sólidos

Carta circular N° 01 – 2020

Jaén, 07 de marzo del 2020

Sr. _____

Mercado minorista Roberto Segura – Morro Solar – Jaén

ASUNTO: Invitación a ser parte del estudio de caracterización de residuos sólidos del mercado minorista Roberto Segura – Jaén.

Yo, Johana Cinthia Saavedra Lopez, identificada con DNI N° 72918246 estudiante de la carrera profesional de Ingeniería forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca, con la finalidad de realizar mi tesis, solicito su apoyo para desarrollar un estudio de caracterización de residuos sólidos del mercado Roberto segura, con la finalidad de conocer las características físicas (cantidad y tipos) de residuos sólidos que se generan en el mercado minorista Roberto Segura, buscando con ello ofrecer una alternativa para mejorar la gestión integral de residuos sólidos en mercados.

Motivo por el cual requiero su colaboración para ser parte de este estudio en las siguientes actividades:

1. Registro de su establecimiento como participante del estudio
2. Recepción de bolsas codificadas para la recepción de los residuos sólidos generados en su puesto de mercado, sin variar su comportamiento habitual
3. Entrega de bolsas con residuos sólidos por ocho días consecutivos a personal autorizado.

Agradeciendo su participación, me despido de usted.

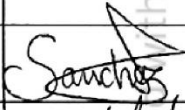


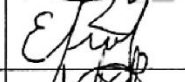

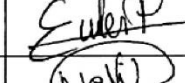
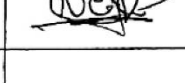

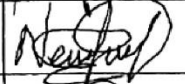

Atentamente



Johana Cinthia Saavedra Lopez

Tesista




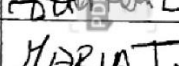


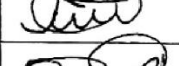
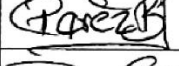
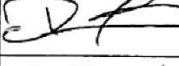


➤ Anexo 3. Registro de participantes del estudio de caracterización de residuos solidos

Registro de participantes							
Nº	Código	Dirección	Nombres y apellidos	DNI	Nombre del establecimiento	Nº de Hab.	Firma
01	II-MRS-01	Mercado Roberto Segura	Stalin Roque Sanchez Bernal	46204866	Puesto de verduras y frutas	4	
02	II-MRS-02	Mercado Roberto Segura	Elmer Fernando Terrones Pérez	75159377	Puesto de verduras y frutas	2	
03	II-MRS-03	Mercado Roberto Segura	Teodosia Bernal Guevara	27746408	Puesto de verduras y frutas	3	T. B. G.
04	II-MRS-04	Mercado Roberto Segura	Enriqueta Troyes Valcarza	27697326	Carniceria	1	
05	II-MRS-05	Mercado Roberto Segura	María Herminda Rimarachin Rojas	46031084	Jugueria	2	
06	II-MRS-06	Mercado Roberto Segura	Lorenzo Jimenez Medina	45069166	Menestras	1	
07	II-MRS-07	Mercado Roberto Segura	Euler Palomino Pérez	74424921	venta de Pescado	2	
08	II-MRS-08	Mercado Roberto Segura	Nelida Lumba Arana	48499017	Puesto de Golosinas	3	
09	II-MRS-09	Mercado Roberto Segura	Desiderio Correa Jara	27842574	Puesto de Verdura	2	
10	II-MRS-10	Mercado Roberto Segura	Harly Jordín Pérez Tenorio	75822538	carniceria	1	
11	II-MRS-11	Mercado Roberto Segura	Nelida Manay Alarcon	27739536	Restaurante	3	
12	II-MRS-12	Mercado Roberto Segura	Ramiro Quispe Mumbaca	48881153	Puesto de Golosinas	2	



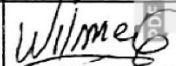


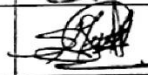

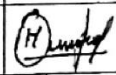

Registro de participantes							
Nº	Código	Dirección	Nombres y apellidos	DNI	Nombre del establecimiento	Nº de Hab.	Firma
13	II-MRS-13	Mercado Roberto Segura	Richard Aureliano Campos Araya	27996825	Mini Bazar	1	
14	II-MRS-14	Mercado Roberto Segura	Emerita Geza Saldana	27713575	Tienda de ropa	1	
15	II-MRS-15	Mercado Roberto Segura	Erlita Jimenez Rapasto	77046084	Jugueria	2	
16	II-MRS-16	Mercado Roberto Segura	Ysaías Reaño Espinoza	40924482	Restaurante	3	
17	II-MRS-17	Mercado Roberto Segura	Euler Pérez Palomino	48790079	Puesto de Abarrotes	1	
18	II-MRS-18	Mercado Roberto Segura	Cesio Merly Chavez Huamán	48110773	Puesto de zapateria	1	
19	II-MRS-19	Mercado Roberto Segura	Vanesa Medina Vilchez.		Puesto de Abarrotes.	2	
20	II-MRS-20	Mercado Roberto Segura	Luzbet Ramos Garcia	33671160	Puesto de Queso	2	
21	II-MRS-21	Mercado Roberto Segura	Julia Choquehuanca		Puesto de Verduras y Frutas	1	
22	II-MRS-22	Mercado Roberto Segura	Trinidad Gamonal Lizana	01058368	Puesto de Verduras	1	
23	II-MRS-23	Mercado Roberto Segura	Doris Terrones Cueva	33642109	Puesto de Queso	2	
24	II-MRS-24	Mercado Roberto Segura	Jorge Julca Vilchez	33671044	Puesto de Abarrotes	3	

Registro de participantes							
Nº	Código	Dirección	Nombres y apellidos	DNI	Nombre del establecimiento	Nº de Hab.	Firma
25	II-MRS-25	Mercado Roberto Seguro	Erlinda Neyra Garcia	46475913	Venta de Pescado	2	
26	II-MRS-26	Mercado Roberto Seguro	María Bustamente Pérez	40487106	Puesto de Verduras y Frutas	2	
27	II-MRS-27	Mercado Roberto Seguro	Wilmer Díaz Garcia		Almacén	1	
28	II-MRS-28	Mercado Roberto Seguro	Soraída Santos Bocanegra		Puesto de especería	1	
29	II-MRS-29	Mercado Roberto Seguro	Juana Bernal Huamuro	10388322	Venta de Pollo	1	
30	II-MRS-30	Mercado Roberto Seguro	Regulo Tamillo Vasquez	0154338	Puesto de Pescado	1	
31	II-MRS-31	Mercado Roberto Seguro	Susana Lizana Leonardo	80321081	Puesto de verduras	2	
32	II-MRS-32	Mercado Roberto Seguro	Kely Bermeo Suarez	47492301	Puesto de Abarrotes	1	
33	II-MRS-33	Mercado Roberto Seguro	Clever Jimenez Abad	16748830	Puesto de choclos	1	
34	II-MRS-34	Mercado Roberto Seguro	Erminda Torres Herrera	40165400	Puesto de Frutas	1	
35	II-MRS-35	Mercado Roberto Seguro	Elito Rufasto Troyes	27744124	Puesto de Abarrotes	2	
36	II-MRS-36	Mercado Roberto Seguro	Wilder Cruz Torres		Puesto de Verdura	1	

Registro de participantes

Nº	Código	Dirección	Nombres y apellidos	DNI	Nombre del establecimiento	Nº de Hab.	Firma
37	II-MRS-37	Mercado Roberto Segura	Antonio Medina Monsalve	33642640	Puesto de huevos.	2	
38	II-MRS-38	Mercado Roberto Segura	Lurdes Isuiza Flores	01129463	Puesto de Abarrotes	2	
39	II-MRS-39	Mercado Roberto Segura	Carmen Lloja Dávila	46589746	Puesto de Abarrotes	2	
40	II-MRS-40	Mercado Roberto Segura	María Timana Marquez	27679188	Herbateros	1	MARIAT.
41	II-MRS-41	Mercado Roberto Segura	Teodosia Mondragón Torres	01153311	Venta de Productos Herba Life	1	
42	II-MRS-42	Mercado Roberto Segura	Julia Vilchez Bernal	33645297	Venta de Pollo	1	
43	II-MRS-43	Mercado Roberto Segura	Brayan Perez Bardales	75193679	Puesto de Abarrotes	2	
44	II-MRS-44	Mercado Roberto Segura	Miguel Delgado Sanchez	06991873	Venta de descartables	3	
45	II-MRS-45	Mercado Roberto Segura	Juana Beatriz Puzma Cruz	27716314	Puesto de Pescado	2	
46	II-MRS-46	Mercado Roberto Segura	María Gavidia Vásquez	27744010	Puesto de Tuberculos	1	
47	II-MRS-47	Mercado Roberto Segura	Jhonatan Salazar Medina	72926650	Puesto de Golosinas	2	
48	II-MRS-48	Mercado Roberto Segura	Delmira Jimenez Garcia	27754239	Puesto de verduras	1	

Registro de participantes

N°	Código	Dirección	Nombres y apellidos	DNI	Nombre del establecimiento	N° de Hab.	Firma
49	II-MRS-49	Mercado Roberto Segura	Juan Alarcón Dávila	27672900	Puesto de menestras	1	
50	II-MRS-50	Mercado Roberto Segura	Yuli Flores Neiro		Venta de Tuberculos.	1	
51	II-MRS-51	Mercado Roberto Segura	Wilmer Corcuera Niño		Venta de verduras.	1	
52	II-MRS-52	Mercado Roberto Segura	Bertha Gansuelo Guizado Guisara	41430967	Puesto de Sastreria	1	
53	II-MRS-53	Mercado Roberto Segura	Lucia Amaya		Puesto de menestras.	1	
54	II-MRS-54	Mercado Roberto Segura	Diego Ramiro Salazar Medina	72926651	carniceria	1	
55	II-MRS-55	Mercado Roberto Segura	Wilson Sanchez Medina	01043846	Puesto de Abarrotes	2	
56	II-MRS-56	Mercado Roberto Segura	Isabel Saucedo Pérez	47708867	Venta de verduras.	1	
57	II-MRS-57	Mercado Roberto Segura	Nari Jimenes Jimenez		Puesto de Pescado.	2	
58	II-MRS-58	Mercado Roberto Segura	Marlenz Muñoz Cerdan	27750684	Puesto de menestras	1	
59	II-MRS-59	Mercado Roberto Segura	Juvenal Huamuro Cardozo	01054480	Puesto de Frutas.		

➤ **Anexo 4.** Generación per-cápitate residuos sólidos

N° de puestos	Código de puestos de mercado	Días que labora a la semana	Kg generados/día desde el 06 al 13 de marzo del 2020									Promedio kg/día	Promedio corregido kg/día
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7			
01	II-MRS-01	7	1.95	2.73	1.90	1.50	1.87	2.50	0.95	2.15	2.27	1.94	
02	II-MRS-02	7	1.74	2.30	1.95	2.50	1.58	2.30	1.50	2.12	2.04	2.04	
03	II-MRS-03	7	2.86	1.59	3.25	2.50	2.68	3.45	2.59	2.79	2.69	2.69	
04	II-MRS-04	7	0.46	1.50	0.90	1.20	2.30	1.83	1.50	0.90	1.45	1.45	
05	II-MRS-05	7	2.72	3.45	2.86	3.50	3.32	2.66	2.00	1.90	2.81	2.81	
06	II-MRS-06	7	7.81		3.20	5.90	4.05	5.30	7.92	4.16	4.36	4.36	
07	II-MRS-07	7	1.05	1.80	2.12	3.25	2.14	1.90	2.50	2.39	2.30	2.30	
08	II-MRS-08	7	3.60	4.20	3.26	3.50	3.00		4.12	3.30	3.56	3.56	
09	II-MRS-09	7	1.50	1.35	1.55	0.96	1.80	2.15	1.87	1.64	1.62	1.62	
10	II-MRS-10	7	1.02	2.48	1.90	3.20	2.54	2.39	3.10	2.50	2.59	2.59	
11	II-MRS-11	7	4.32	3.90	5.30	4.13	3.69	4.85	4.90	4.50	4.47	4.47	
12	II-MRS-12	7	0.50	1.50	0.93	1.00	0.45	0.55	1.30	1.15	1.15	0.98	
13	II-MRS-13	7	0.46	1.56	1.40	0.56	1.59	0.80	1.20	2.50	1.37	1.37	
14	II-MRS-14	7	1.87	3.92	2.56	2.80	1.52	2.45	1.85.2	2.00	1.78	1.78	
15	II-MRS-15	6	3.03	4.20	3.50				2.90	2.45	3.26	3.26	
16	II-MRS-16	7	1.20	0.95	1.60	2.65	2.13	1.90	2.20	1.98	1.92	1.92	

17	II-MRS-17	7	0.83	1.20	1.69	2.50	2.46	2.00	1.98	1.50	1.90	1.90
18	II-MRS-18	7	2.50	1.80	1.30	0.90	1.47	2.10	1.90	1.25	1.53	1.53
19	II-MRS-19	7	3.46	3.20	2.90	2.15	1.69	2.12			1.72	1.72
20	II-MRS-20	7	0.49	1.00	1.50	0.50	0.85	1.20	1.00	0.75	0.97	0.97
21	II-MRS-21	7	1.64	2.30	2.55	3.12	2.41	3.14	2.19	2.50	2.60	2.60
22	II-MRS-22	7	1.47	2.15	1.78	2.00	2.36	1.69	2.51	2.30	2.11	2.11
23	II-MRS-23	7	0.37	1.35	1.50	1.65	1.30	0.45	1.96	1.00	1.32	1.32
24	II-MRS-24	6	1.80		1.45	1.50	2.00	1.93		1.48	1.67	2.01
25	II-MRS-25	7	2.17	3.10	2.50	1.98	1.00	2.61	3.50	2.86	2.51	2.51
26	II-MRS-26	7		4.63	2.90							
27	II-MRS-27	7	3.70	3.60	3.40	2.89	3.07	2.89	2.78	3.97	3.23	3.23
28	II-MRS-28	7	5.52	3.50	4.60	3.89	2.90	3.10	4.20	3.99	3.74	3.74
29	II-MRS-29	7	2.79	2.56	2.50	1.98	1.50	2.69	2.15	1.45	2.12	2.12
30	II-MRS-30	7	2.52	4.06	3.50	4.08	3.22	2.28	3.42	3.43	3.43	3.43
31	II-MRS-31	7	7.07	3.90	5.56	4.69	4.16		3.89	5.20	4.57	4.57
32	II-MRS-32	7	1.51	2.50	1.93	1.55	2.16	1.50	1.92	2.15	2.29	1.96
33	II-MRS-33	7	1.94	1.56	2.19	1.65	2.18	2.00	1.69	1.97	1.89	1.89
34	II-MRS-34	7	2.28	3.15	2.95	3.00	2.50	3.69	2.97	3.59	3.12	3.12
35	II-MRS-35	7	0.77	1.10	1.50	0.50	1.15	1.98	2.12	1.69	1.43	1.43




36	II-MRS-36	7			3.50	2.80		3.55		2.97	2.56	2.56
37	II-MRS-37	7	6.22	4.52								
38	II-MRS-38	7	3.60	2.39	3.95	1.93	2.48	1.91	2.10	2.19	2.42	2.42
39	II-MRS-39	7	1.94	2.06	2.50	2.78	2.35	1.73	1.55	1.69	2.09	2.09
40	II-MRS-40	7	1.60	1.00	0.86	1.19	1.00	1.50	0.56	0.30	0.92	0.92
41	II-MRS-41	7	2.64	1.54	1.90	1.50	1.50	1.82	0.88	1.28	1.49	1.49
42	II-MRS-42	7	4.32	3.00	4.56	2.90	2.63	3.82	4.50	2.50	3.42	3.42
43	II-MRS-43	7	2.15	2.50		3.90	2.00		1.97	2.69	2.61	2.61
44	II-MRS-44	7	1.57	0.90	1.50	1.89	1.55	2.17	1.97	2.43	2.07	1.77
45	II-MRS-45	7	2.63	2.10	2.74	1.99	2.50	1.50	1.67	1.87	2.05	2.05
46	II-MRS-46	7	1.90	1.39	1.75	0.93	1.50	1.82	1.68	0.87	1.42	1.42
47	II-MRS-47	7	3.30	2.90	3.92	2.50	2.85	3.10	3.45	2.00	2.96	2.96
48	II-MRS-48	7	3.46	2.36	2.76	2.50	3.25	2.94	3.10	3.41	2.90	2.90
49	II-MRS-49	7	2.90	2.46	2.99		3.45	2.30	2.47	3.10	2.80	2.80
50	II-MRS-50	7	0.78	1.36	1.56	0.87	1.94	1.55	0.50	1.45	1.32	1.32
51	II-MRS-51	7	1.87	2.30					1.52			
52	II-MRS-52	7	2.10	1.50	2.90	2.78	2.55	1.85	1.69	2.10	2.56	2.20
53	II-MRS-53	7	3.60	2.69	3.28	2.45	2.13	3.17	3.50	2.89	2.87	2.87
54	II-MRS-54	7	0.55	0.93		0.50	1.15	0.98	1.30		0.97	0.97

55	II-MRS-55	7	0.83	1.28	1.20	1.96	0.75	1.00	1.15	1.50	1.26	1.26
56	II-MRS-56	7	4.50	3.46	3.00	2.90	2.50	2.50	3.12	3.47	2.99	2.99
57	II-MRS-57	7	2.19	2.18	2.13	1.90	2.00			1.89	2.02	2.02
58	II-MRS-58	7	0.99	1.15	2.12	1.96	1.45	0.45	1.55	0.98	1.38	1.38
59	II-MRS-59	7	1.01	1.92	2.20	2.15	1.69	1.50	2.10	1.79	1.91	1.91
Total de generadores											304	
Generación total (kg/día)											692.9	
Total											2.28	



➤ **Anexo 5.** Composición física porcentual de los residuos sólidos

Tipo de residuo sólido	Composición física (kg/día)								Composición física porcentual %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total	
1. Residuos aprovechables	23.01	20.27	24.43	23.67	25.62	23.46	23.66	164.12	86.61
1.1. Residuos Orgánicos	15.70	13.85	16.30	15.64	16.65	14.76	16.58	109.48	57.78
• Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	13.60	12.20	14.50	13.14	14.50	12.20	15.12	95.26	50.27
• Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, gras, otros similares)	1.90	1.30	1.50	2.00	1.85	2.15	1.10	11.80	6.23
• Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	0.20	0.35	0.30	0.50	0.30	0.41	0.36	2.42	1.28
1.2. Residuos Inorgánicos	7.31	6.42	8.13	8.03	8.97	8.70	7.08	54.64	28.84
1.2.1. Papel	1.65	1.06	1.49	1.60	1.68	2.03	1.42	10.93	5.77
• Blanco	0.55		0.24	0.10	0.36	0.23	0.12	1.60	0.84
• Periódico	1.10	0.96	1.00	1.50	1.32	1.50	1.15	8.53	4.50
• Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)		0.10	0.25			0.30	0.15	0.80	0.42
1.2.2. Cartón	0.87	1.12	1.50	1.45	1.97	1.30	1.22	9.43	4.98
• Blanco (liso y cartulina)	0.25			0.10	0.12		0.20	0.67	0.35
• Marrón (Corrugado)	0.50	0.80	1.50	1.20	1.65	1.30	0.80	7.75	4.09
• Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.12	0.32		0.15	0.20		0.22	1.01	0.53
1.2.3. Vidrio	0.27	0.00	0.38	0.20	0.25	0.24	0.15	1.49	0.79

• Transparente			0.15		0.25	0.10		0.50	0.26
• Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, otros)				0.20		0.14		0.34	0.18
• Otros (vidrio de ventana)	0.27		0.23				0.15	0.65	0.34
1.2.4. Plástico	2.39	1.49	2.37	3.45	2.43	2.89	2.18	17.20	9.08
• PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	0.47	0.28	0.56	0.68	0.56	0.70	0.52	3.77	1.99
• PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.56	0.16	0.50	0.43	0.72	0.23	0.51	3.11	1.64
• PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	1.15	0.90	0.85	0.96	0.50	0.75	0.80	5.91	3.12
• PP-polipropileno (5) (balde, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)			0.36	1.16	0.55	0.98		3.05	1.61
• PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.21	0.15	0.10	0.12	0.10	0.23	0.20	1.11	0.59
• PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)				0.10			0.15	0.25	0.13
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.25	0.15	0.35	0.30	0.29	0.26	0.20	1.80	0.95
1.2.6. Metales	1.74	2.40	1.19	0.80	1.80	1.86	1.30	11.09	5.85
• Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.84	1.30	0.69	0.50	1.20	1.41	1.30	7.24	3.82
• Acero								0.00	0.00
• Fierro				0.30				0.30	0.16
• Aluminio	0.90	1.10	0.50		0.60	0.45		3.55	1.87
• Otros Metales								0.00	0.00

1.2.7. Textiles (telas)	0.14	0.20	0.35		0.35	0.12	0.46	1.62	0.85
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00	0.00	0.50	0.23	0.20	0.00	0.15	1.08	0.57
2. Residuos no reaprovechables	3.86	3.91	3.34	2.62	4.12	3.90	3.62	25.37	13.39
• Bolsas plásticas de un solo uso	1.90	2.41	1.50	1.25	1.69	1.85	1.60	12.20	6.44
• Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	0.42	0.32	0.30	0.32	0.50	0.45	0.47	2.78	1.47
• Pilas								0.00	0.00
• Tecnopor (poliestireno expandido)	0.39	0.18	0.24	0.20	0.51	0.35	0.43	2.30	1.21
• Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	1.15	0.90	1.20	0.85	1.30	1.15	1.12	7.67	4.05
• Restos de medicamentos		0.10						0.10	0.05
• Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros			0.10		0.12	0.10		0.32	0.17

➤ Anexo 6. Resultados de analisis del compost en laboratorio.

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
INFORME DE ENSAYO N° 921 - 930		Página .../...	

1. DATOS :
Solicitante : JOHANA CYNTHIA SAAVEDRA LOPEZ
Departamento : CAJAMARCA
Provincia : JAEN
Distrito : JAEN
Sector :
N. Finca :
Cod. Muestra :
Fecha : 28/08/20


2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) ms/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺² meq/100g	Mg ⁺² meq/100g	K ⁺ meq/100g	Na ⁺ meq/100g	Al ⁺³ + H ⁺ meq/100g			
921	T1 C1 R1	8.40	12.90	172.27	4149.40	7.29	12.58	0.63	-	-	-	-	51.65	29.68	7.85	12.41	1.71	0.00	51.65	51.65	100
922	t1 c1 r2	8.16	11.70	159.31	3143.37	7.53	12.98	0.65	-	-	-	-	39.94	23.40	6.59	8.44	1.50	0.00	39.94	39.94	100
923	t1 c1 r3	8.39	11.80	161.24	3875.19	6.82	11.76	0.59	-	-	-	-	39.10	22.30	6.08	9.52	1.21	0.00	39.10	39.10	100
924	t2 c2 r1	8.21	11.70	159.89	3334.88	6.82	11.76	0.59	-	-	-	-	43.88	26.69	7.05	8.77	1.38	0.00	43.88	43.88	100
925	t2 c2 r2	7.89	11.50	132.67	3347.61	6.82	11.76	0.59	-	-	-	-	36.92	18.77	7.22	9.92	1.01	0.00	36.92	36.92	100
926	t2 c2 r3	8.70	13.90	172.11	4728.53	7.51	12.94	0.65	-	-	-	-	49.82	29.30	7.63	10.37	2.51	0.00	49.82	49.82	100
927	t3 c3 r1	8.44	12.10	174.70	3674.01	6.82	11.76	0.59	-	-	-	-	44.11	26.45	6.38	9.75	1.53	0.00	44.11	44.11	100
928	t3 c3 r2	8.55	11.90	178.74	3780.96	7.06	12.17	0.61	-	-	-	-	38.71	22.27	5.14	10.14	1.17	0.00	38.71	38.71	100
929	t3 c3 r3	8.20	11.00	179.71	2948.26	6.35	10.95	0.55	-	-	-	-	33.26	20.64	5.74	5.35	1.52	0.00	33.26	33.26	100
930	TESTIGO	7.92	10.60	191.25	3467.47	7.06	12.17	0.61	-	-	-	-	43.55	28.49	6.65	7.81	0.60	0.00	43.55	43.55	100


A = Arena ; A.Fr = Arena Franca ; Fr.A = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A = Arcillo Arenoso ; Ar.L = Arcillo Limoso ; Ar = Arcilloso

*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


BLGO JESUS RASCON BARRIOS
RESPONSABLE
RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES DE LOS SUELOS - LABISAG


Tec. Eider Chidich Vela
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS
RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre: _____

DNI: _____

Fecha y Hora: _____

Firma de Conformidad

Calle Higos Urco N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304 - Chachapoyas - Amazonas - Perú
 labisag@untra.edu.pe / labisag@index.untra.edu.pe

Anexo 7. Registro fotográfico



Acondicionamiento del terreno.



Preparación del material.



Sensibilización y empadronamiento.



Entrega de bolsas codificadas.

67



Recojo de muestra de residuos sólidos.



Pesado de muestras de residuos sólidos.



Homogenización de la muestra de residuos sólidos.



Caracterización de los residuos sólidos



Pilas de compostaje



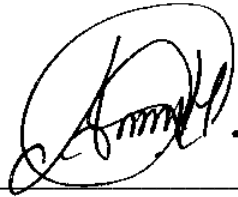
Muestras de cernidos de compost

FORMATO 01: COMPROMISO DE ASESORA

Quien suscribe, **Annick Estefany Huaccha Castillo** con Grado de Magister y Profesión Ingeniero Ambiental con **DNI 72552959** con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, me comprometo y deajo constancia de las orientaciones a la Egresada Johana Saavedra Lopez de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, en la redacción del: **informe final de tesis**.

Por lo indicado, doy testimonio y visto bueno que la Asesorada ha redactado el **informe final de tesis**, por lo que en fe a la verdad suscribo la presente.

Jaén, 24 de mayo de 2022



Mg. Ing. Annick Estefany Huaccha Castillo



71



FORMATO 04: DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Johana Cynthia Saavedra Lopez**, identificada con **DNI N° 72918246**, Egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que: Soy autora del informe final de tesis titulado: **EVALUACIÓN DEL PROCESO DE BIODEGRADACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON MICROORGANISMOS EFICACES EN LA CIUDAD DE JAÉN.**

El mismo que presento para optar el: Título Profesional

1. El **informe final de tesis**, no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. El **informe final de tesis**, presentado, no atenta contra derechos de terceros.
3. El **informe final de tesis**, no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del informe final de tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del **informe final de tesis**.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el **informe final de tesis**, haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 24 de mayo de 2022



Egr. Johana Cynthia Saavedra Lopez