



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
EVALUACION DE LA CALIDAD DEL COMPOST PRODUCIDO DE RESIDUOS
ÓRGANICOS UTILIZANDO MICROORGANISMO EFICIENTES EN EL DISTRITO
DE SAN ISIDRO, LIMA- 2023

Línea de investigación:
Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Autor

Esteban Baldeón, Daniel José

Asesora

Paricoto Simon, Maria Mercedes

ORCID: 0000-0002-7675-7558

Jurado

Rojas León, Gladys

Diaz Villalobos, Carlos Alberto

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Lima - Perú

2025



EVALUACION DE LA CALIDAD DEL COMPOST PRODUCIDO DE RESIDUOS ÓRGANICOS UTILIZANDO MICROORGANISMO EFICIENTES EN EL DISTRITO DE SAN ISIDRO, LIMA- 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

9%

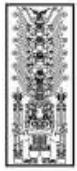
PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

EVALUACION DE LA CALIDAD DEL COMPOST PRODUCIDO DE RESIDUOS
ÓRGANICOS UTILIZANDO MICROORGANISMO EFICIENTES EN EL DISTRITO DE
SAN ISIDRO, LIMA- 2023

Línea de investigación:

Tecnología para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Modalidad de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Esteban Baldeón, Daniel José

Asesora:

Paricoto Simon, Maria Mercedes

ORCID: 0000-0002-7675-7558

Jurado:

Rojas León, Gladys

Diaz Villalobos, Carlos Alberto

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Lima - Perú

2025

Dedicatoria

Doy gracias a Dios por ser mi guía y sostén en el camino, iluminando cada paso hacia la culminación de esta etapa y a mis padres por su constante apoyo en todo este recorrido universitario;

Agradecimiento

Doy gracias al Señor mi Dios, por aún estar vivo y por su infinito amor a pesar de que le fallo, por estar siempre a mi lado y guiando mis pasos

Agradezco a mis padres por su preocupación por mí por verme salir adelante, por siempre estar ahí conmigo apoyándome, aconsejándome en mi vida profesional y personal.

Mi gratitud a la municipalidad distrital de San Isidro, en respaldarme para llevar a cabo este proyecto; también agradezco infinitamente a mis compañeros de trabajo, por su atención y su enorme cooperación.

INDICE

<i>Resumen</i>	9
<i>Abstract</i>	10
I. INTRODUCCIÓN	11
<i>1.1 Trayectoria del autor</i>	11
<i>1.2 Descripción de la Institución</i>	12
<i>1.3 Organigrama de la Institución</i>	13
<i>1.4 Áreas y funciones desempeñadas</i>	14
II. MONITOREAR LOS PARÁMETROS Y LAS FASES PARA QUE SE DESARROLLE DE MANERA CORRECTA EL PROCESO DEL COMPOSTAJE....	15
<i>2.1 Problemática</i>	15
2.2. Objetivos	17
2.2.1. Objetivos específicos	17
2.3. Antecedentes	17
2.3.1. Antecedentes Internacionales.....	17
2.3.2. Antecedentes Nacionales	19
2.4. Metodología	20
2.4.1. Base teórica.....	20
2.4.2. Tipo de investigación.....	21
2.4.3. Aspectos Generales del Proyecto	22
2.4.4. Ubicación	29

2.4.5.	Equipo y herramientas para utilizarse para la elaboración del compostaje	30
2.4.6.	Equipo de Protección Personal	31
2.4.7.	Instrumentos de Medición.....	32
2.4.8.	<i>Procedimiento</i>	32
2.5.	<i>Resultados</i>	37
2.5.1.	Resultado del laboratorio	37
2.5.2.	Resultado de los objetivos específico	37
2.6.	<i>Discusión de Resultados</i>	44
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA INSTITUCIÓN.....		45
IV. CONCLUSIONES.....		46
V. RECOMENDACIONES		47
VI. REFERENCIAS.....		48
VII. ANEXOS.....		50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Organigrama de la M.S.I. / Gerencia de Desarrollo Ambiental Sostenible</i>	13
Figura 2 <i>Dimensiones de una pila de compostaje</i>	26
Figura 3 <i>Residuos Sólidos Inorgánicos valorizables</i>	27
Figura 4. <i>Ubicación de la Planta de Compostaje de la Municipalidad de San Isidro</i>	30
Figura 5 <i>Diagrama de flujo</i>	33
Figura 6. <i>Variación del Ph</i>	38
Figura 7 <i>Variación de la humedad</i>	40
Figura 8 <i>Variación de la temperatura</i>	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Estimación de la generación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios</i>	22
Tabla 2 <i>Estimación de la generación de residuos sólidos orgánicos no domiciliarios y especiales</i>	22
Tabla 3 <i>Generación de residuos sólidos orgánicos no domiciliarios</i>	23
Tabla 4 <i>Ubicación de las áreas verdes con residuos de maleza</i>	23
Tabla 5. <i>Tipos de residuos sólidos inorgánicos</i>	27
Tabla 6. <i>Participantes Ruta Domiciliaria</i>	28
Tabla 7 <i>Horario de recolección de residuos sólidos orgánicos</i>	28
Tabla 8. <i>Coordenadas Geográficas</i>	29
Tabla 9. <i>Materiales y herramientas</i>	31
Tabla 10. <i>EPPS requeridos</i>	31
Tabla 11. <i>Instrumentos de Medición</i>	32
Tabla 12 <i>Monitoreo de la evolución del pH</i>	38
Tabla 13 <i>Evolución de la Humedad en porcentaje en el proceso de compostaje</i>	39
Tabla 14 <i>Monitoreo de la temperatura en el proceso del compostaje</i>	41
Tabla 15 <i>Parámetros para la calidad del compost según IIAP y FAO</i>	42
Tabla 16. <i>Comparación según la norma FAO con los resultados obtenidos</i>	42
Tabla 17 - <i>Comparación según la norma IIAP con los resultados obtenidos</i>	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Plano de la planta de compostaje	50
Anexo B. Plano de la Ruta de Recorrido de los Residuos Orgánicos	51
Anexo C. Plano de Ubicación de la Planta Piloto del Compostaje.....	52
Anexo D. Resultado de Laboratorio	53
Anexo E. Fotografía de las etapas de elaboración del Compost	55
Anexo F. Aplicación del EM-Compost en las hortalizas sembradas en el biohuerto municipal	57

Resumen

Objetivo: Evaluar la calidad del compost producido de residuos orgánicos utilizando microorganismos eficientes, en el distrito de San isidro Lima-2023 del programa de valorización de residuos orgánicos. **Método:** El modelo que se aplicó en esta investigación fue de carácter aplicado y explicativo donde se preparó el compost a partir de los desechos orgánicos inoculado con microorganismos eficientes, posterior se analizará el proceso de compostaje, así como parámetros físicos-químicos y se realizara la comparación con ciertos criterios como lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la IIAP - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana **Resultados:** El pH varió entre (5.89 a 8), la humedad vario en el rango de (45% a 55%) y temperatura vario entre (21.5 C° a 61.3 C°), la conductividad eléctrica fue de 2.35 S.m-1, la materia orgánica fue de 50%, el nitrógeno total fue de 1.18 %, el P2O5 fue de 0.8%, el contenido de K2O fue de 2.4%, el contenido de CaO analizado fue de 2.5%, el contenido de MgO fue de 755 mg/kg, **Conclusiones:** El compost obtenido a partir de Microorganismos Eficaces se encuentra dentro del rango para compost de buena calidad según los estándares establecida por la FAO y el Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP)-Iquitos-.

Palabras claves: microorganismos eficientes, residuos orgánicos, compost

Abstract

Objective: Evaluate the quality of compost produced from organic waste using efficient microorganisms, in the district of San Isidro Lima-2023 of the organic waste valorization program. **Method:** The model that was applied in this research was of an applied and explanatory nature where compost was prepared from organic waste inoculated with EM-Compost, subsequently the composting process will be analyzed, as well as physical-chemical parameters and carried out the comparison with certain criteria such as those established by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the IIAP - Research Institute of the Peruvian Amazon **Results:** The pH varied between (5.89 to 8), humidity varied in the range of (45% to 55%) and temperature varied between (21.5 C° to 61.3 C°), electrical conductivity was 2.35 S.m-1, organic matter was 50%, total nitrogen was of 1.18%, the P2O5 was 0.8%, the K2O content was 2.4%, the analyzed CaO content was 2.5%, the MgO content was 755 mg/kg. **Conclusions:** The compost obtained from Effective Microorganisms is within the range for good quality compost according to the standards established by the FAO and the Research Institute of the Peruvian Amazon (IIAP) - Iquitos-.

Keywords: efficient microorganisms, organic waste, compost

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Trayectoria del autor

Bachiller de la especialidad de Ingeniería Ambiental de la UNFV, tengo 4 años de experiencia profesional en el sector público y privado, me he desempeñado mayormente en el área de Residuos Sólidos en temas sobre la caracterización de Residuos Sólidos Municipales y Residuos Hospitalarios, también en el Programa de Segregación de la Fuente y el Programa EDUCCA; actualmente estoy en el cargo de Promotor Ambiental de la Subgerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Isidro.

Realice mis prácticas profesionales en la Municipalidad de Lima Metropolitana en el año 2018 hasta el 2019 durante un año, luego me desempeñe en otras municipalidades y consultorías a continuación les presento de la más antigua al más actual:

- Municipalidad San Juan de Lurigancho la Subgerencia Control Patrimonial, como Supervisor de Ornato, desde agosto del 2021 hasta diciembre del 2022
- ASAMTECH consultora privada, estuve con el cargo de Técnico de campo en el proyecto de ESTUDIO DE UBC EN OTRAS FIBRAS – PERU, desde enero a marzo del 2022
- WAYRA CONSULTING GROUP S.A.C, consultora privada estuve con el cargo de Asistente Técnico del ECRSM, desde el 29 de marzo hasta 30 de abril del 2023
- Municipalidad de La Victoria, como Promotor de Puntos Críticos de los Residuos Orgánicos 6 meses, desde el 03 de enero hasta el 29 de diciembre del 2023
- Municipalidad de San Isidro- Subgerencia de Gestión Ambiental, como Promotor Ambiental del Programa EDUCCA y Recicla San Isidro, desde el 5 de febrero de 2023 hasta la actualidad

1.2 Descripción de la Institución

Con las siguientes iniciativas y programas, el municipio de San Isidro aspira a conseguir un distrito sostenible y saludable para los residentes y turistas:

- Programa Recicla San Isidro.
- Distribución de contenedores para disminuir la utilización de bolsas de plástico y fomentar el reciclaje.
- Instalación de puntos ecológicos y estaciones de reciclaje.
- Atención de quejas y denuncias ambientales.
- Respira Aire Limpio: implica campañas de control y seguimiento de gases perjudiciales.
- Biohuerto Municipal: impulsa la agricultura en las ciudades y promueve los biohuertos domésticos.
- Talleres Ambientales: ofrece conferencias sobre sostenibilidad y divulga consejos de ecoeficiencia con la finalidad de promover un modo de vida sustentable.
- Pacto por la Movilidad: promueve la utilización de bicicletas para reducir la huella de carbono
- Supervisiones ambientales: se realiza en locales comerciales, para comprobar elementos ambientales como la emisión de ruido, la emisión atmosférica, entre otros.
- Programa de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos, este servicio gestiona y valora los desechos orgánicos brinda la recolección selectiva, almacenamiento y tratamiento de estos desechos. (Municipalidad de San Isidro, 2024)

Misión

Ofrecer servicios públicos y fomentar el crecimiento integral del distrito de San Isidro de forma coordinada, participativa, innovadora y eficaz. (Municipalidad de San Isidro, 2024)

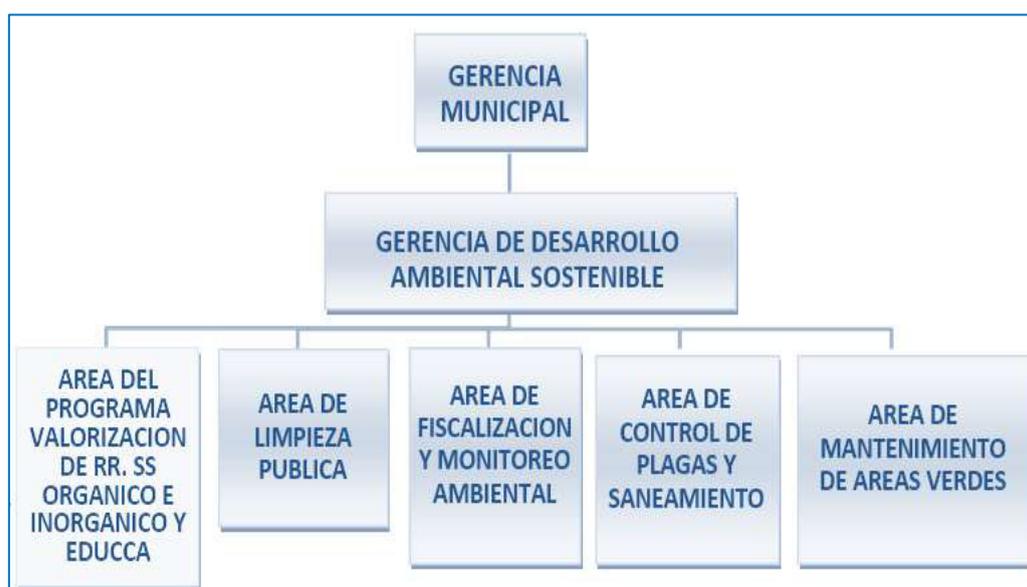
Visión

“San Isidro, una zona residencial de alta calidad de vida, organizada, sustentable, contemporánea, segura y solidaria. Resguarda y honra su herencia y costumbre histórica; valora el talento humano, respeta las reglas, promueve la cultura, los valores y la implicación de los ciudadanos.” (Municipalidad de San Isidro, 2024)

1.3 Organigrama de la Institución

Figura 1

Organigrama de la M.S.I. / Gerencia de Desarrollo Ambiental Sostenible



Nota. Elaboración propia

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Dentro de mi centro de trabajo he pertenecido a la Gerencia de Desarrollo Ambiental Sostenible de la Municipalidad de San Isidro. Las funciones desempeñadas son las siguientes:

- Realizar eventos, campañas, talleres y similares dirigidos a los vecinos y población flotante del distrito, con la finalidad de fortalecer la participación ciudadana ambiental en marco del Programa Municipal EDUCCA
- Brindar apoyo en las capacitaciones dirigidas al personal de las instituciones públicas y privadas en temas ambientales, asimismo a las instituciones educativas.
- Realizar el llenado de los formatos de asistencia de los participantes a las actividades y vecinos sensibilizados en marco del Programa Municipal EDUCCA.
- Verificar que se desarrolle de manera correcta las etapas del proceso de compostaje

II. MONITOREAR LOS PARÁMETROS Y LAS FASES PARA QUE SE DESARROLLE DE MANERA CORRECTA EL PROCESO DEL COMPOSTAJE

Ante los problemas del incremento de desechos sólidos orgánicos, los gobiernos locales son los responsables de promover e implementar programas de segregación en la fuente de residuos sólidos aprovechables es por ello que la municipalidad de San Isidro en cumplimiento del compromiso 3 del Plan de incentivos e indicador 3.2 se viene ejecutando actividades de valorización de los desechos orgánicos, en la cual se describe las fases del proceso de compostaje con microorganismos eficaces.

Empieza desde la recolección de residuos orgánico-domiciliarios que están dentro del distrito, luego el residuo orgánico destinado al proceso de compostaje se fragmenta manualmente a una longitud de 10-15cm, estos residuos se mezclan con los organismos eficientes (EM Compost) al inicio de formar la pila en forma triangular, poniendo en capas restos orgánicos con material seco como las hojarascas una tras otro hasta cubrir todo con hojarascas luego semanalmente se realiza el volteo hasta la madurez.

En estas etapas se verifica los parámetros físicos como temperatura, humedad y pH en cuanto a los parámetros químicos se visualiza en los resultados de laboratorio para que el material del compost sea de buena calidad.

2.1. Problemática

A nivel mundial se ha incrementado la generación de residuo sólidos y el manejo de este, a consecuencia de diferentes factores como el crecimiento demográfico, incremento en los patrones de consumo, entre otros.

Según, Bohórquez (2019):

La creación del compost se fundamenta en la conversión de los desechos orgánicos efectuada por microorganismos, los cuales actúan como degradadores de la materia orgánica. Estos microorganismos pueden ser bacterias y hongos, respectivamente. Por lo tanto, es esencial entender los elementos biológicos, físicos y químicos que participan en sus reacciones y en el metabolismo, con el propósito de incrementar la rapidez, para producir un compost de buena calidad con componentes necesarios para el crecimiento de las plantas. De igual manera, es necesario minimizar los peligros medioambientales presentes durante la conversión de la materia orgánica, siendo los más relevantes la producción de lixiviado y gases. (p. 9-10)

De acuerdo con la única plataforma digital del Estado peruano (GOB.PE), con relación al presente año 2022, el MIDAGRI informa que, a causa del incremento en los costos de los alimentos derivados de los cultivos y la falta de estos que no pueden cubrir la demanda total de la población, se espera que los costos de los alimentos derivados de los cultivos se incrementen. Por esta razón, se fomentará la utilización de fertilizantes orgánicos, úricos y de desechos sólidos, ya que al combinarse con los sintéticos incrementan la producción de productos básicos hasta que los precios se establezcan.

En ese escenario en Perú, la administración y gestión de los desechos sólidos orgánicos (RSO) representa un desafío persistente en áreas sociales, económicas, de salud y ambientales, generando efectos secundarios. Por ejemplo, la aparición de patologías, la polución de suelos, entre otros aspectos. Por ello la valorización de los Residuos Sólidos Orgánicos municipales su importancia ya que permiten el aprovechamiento y da valor a los residuos orgánicos que comúnmente son derivados a rellenos sanitarios. Por esta razón nuestro estudio es crucial para disminuir los desechos orgánicos urbanos, ya que estos pueden provocar diversas repercusiones

ambientales como la eutrofización, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y la degradación de la calidad del suelo. Nuestro trabajo es de gran relevancia para la reducción de estos residuos.

2.2. Objetivos

Evaluar la calidad del compost producido de residuos orgánicos utilizando microorganismos eficientes, en el distrito de San isidro Lima-2023

2.2.1. Objetivos específicos

- Describir los parámetros físicos durante el proceso de la elaboración del compost producido de residuos orgánicos utilizando microorganismos eficientes
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas del compost producido con los criterios de la FAO y la IIAP - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
- Observar el resultado del compostaje producido de residuos orgánicos utilizando microorganismos eficientes aplicados en las hortalizas sembradas en el biohuerto municipal

2.3. Antecedentes

2.3.1. Antecedentes Internacionales

Arena (2017) en este estudio de investigación realizó comparaciones entre dos sistemas distintos de compostaje: Pacas a cielo abierto y digestoras, para determinar el más eficaz en la eficiencia en relación con la conducta de ciertas variables y la calidad del compost en el Centro

Educativo Rural (CER), se monitoreó el proceso a través de la cuantificación de tres parámetros de control cada cinco días: pH, Humedad y temperatura. El compostaje en pacas digestoras resultó ser el método más eficaz, logrando un pH estable, que oscilaba entre 7 y 8, la humedad se mantuvo estable, manteniendo valores ideales entre el 40 y el 60%. Caso opuesto sucedió durante el proceso de compostaje a cielo abierto, en el que el pH se conservó mayormente bajo 7 y la humedad bajó rápidamente por debajo del 40%. En cuanto a la temperatura, se observó un incremento en la temperatura durante los primeros días, llegando a la fase termófila, que superó los 60°C. El compostaje en pacas digestoras es perfecto para generar compost en centros educativos y áreas residenciales, ya que no produce malos olores ni facilita la multiplicación de vectores transmisores de enfermedades, en cuanto a los parámetros como: pH, humedad y temperatura, son fundamentales para los resultados de una buena calidad de compost.

Delgado et al. (2019) el propósito de esta labor ha sido reutilizar estos desechos y evaluar el proceso de compostaje en laboratorio en cuatro métodos:, estos metodos en las cantidades correctas para que la relación C/N sea < 20 idónea. Además, se llevó a cabo una pila semiindustrial de 20 m³ en condiciones ambientales para realizar estudios comparativos y un bioensayo del compost final para evaluar su fitotoxicidad. Para valorar el proceso de compostaje, tanto en los tratamientos como en la pila se llevaron a cabo estudios físicos y químicos, con sus correspondientes evaluaciones de varianza de diversos rangos. Para evaluar el impacto de los tratamientos y cotejar las medias, se aplicó el test de la diferencia mínima significativa a un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Los resultados derivados de las distintas combinaciones de sustratos durante el período de compostaje, muestran una alta calidad agronómica, dado que este no mostró niveles de compuestos fitotóxicos que perjudiquen las cosechas. Por ende, puede emplearse como fertilizante orgánico y sustrato para los cultivos.

2.3.2. *Antecedentes Nacionales*

Arellano y Colan (2023) en este estudio, se analizó la calidad de los compost producidos de los desechos orgánicos recogidos en diversas ubicaciones del distrito de Breña durante el año 2022. La metodología fue de carácter práctico y explicativo donde se analizará el proceso de compostaje, así como parámetros físicos-químicos y se realizara la comparación con ciertos criterios como lo establecido por la OMS y la normativa chilena 2880 del año 2015, donde se consiguió un compost de calidad acorde a los estándares establecidos por la OMS y la normativa chilena 2880 resultando en un compost de clase A. De esta manera, se logra una mejor disposición final de los desechos orgánicos.

Castillo (2020) el propósito de este estudio fue valorar la calidad del compost mediante la combinación de 4 clases de desechos orgánicos: bosta bovina, bosta ovina, desechos orgánicos de mercadillo y sobras de cosecha, aplicando 3 dosis de "Microorganismos Eficientes" (EM) al 5%, llevado a cabo en el distrito de Huayucachi, Huancayo. En el estudio, se utilizó un método práctico de diseño totalmente aleatorio, con 12 composteras de 0.8 m x 0.6 m, se supervisaron de manera continua los parámetros de temperatura, pH, humedad y conductividad eléctrica. Las muestras se examinaron para su análisis en el laboratorio de la UNALM, los parámetros físicos y químicos resultaron: materia orgánica varió entre 26.81 % y 28.85 %, El pH varió de 6.97 a 7.44, La conductividad eléctrica estuvo en el rango de 3.26 y 3.97 dS.m⁻¹, humedad entre 31.63 % y 50.50 %, nitrógeno total varió entre 0.98 % y 1.00 %, P₂O₅ estuvo en el rango de 1.27 % y 1.54 % y el contenido de K₂O estuvo en el rango de 0.46 % y 0.57 %. El uso de EM en el proceso de compostaje aumentó el rendimiento del compostaje, en comparación con el compost que no ha sido enriquecido con EM.

Torres (2019) Esta investigación evaluó el compost a partir de los desechos orgánicos del centro de abastos Grau con el objetivo de mejorar los suelos del distrito La Yarada - Los Palos, se propuso como tratamiento el compostaje aeróbico de dichos residuos, realizando la formación de pilas. Se llevaron a cabo dos tratamientos de compost: el primero T1(80% vegetales + 20% frutas) y el segundo T2(50% vegetales + 50% frutas), siendo el estiércol ovino el inductor. La temperatura, humedad, pH, CE y la densidad del compost de ambos tratamientos fueron evaluadas tres veces durante un periodo de 86 días. Únicamente se observó una variación notable en la conductividad eléctrica de los tratamientos analizados. El método T2 demostró un rendimiento superior de compost (684 kg), que puede abastecer 171m² de terreno, mientras que el compost del tratamiento T1 (661 kg) puede abastecer alrededor de 165m² de terreno. El estudio documentó los hallazgos de los dos tratamientos y se entregarán a la municipalidad de Tacna para evaluar la opción de compostar los desechos del centro de abastos Grau. Si se acepta, el compostaje podría ser implementado y/o ampliado.

2.4. Metodología

2.4.1. Base teórica

Microorganismos Eficientes

Los microorganismos eficientes son microorganismos vivos de diversas combinaciones (caldo microbiano) que provienen de la naturaleza. A temperaturas adecuadas, estos microorganismos generan un reaprovechamiento superior de todos los elementos de la materia a compostar, con el fin de agilizar el proceso de compostaje. (Cajahuanca, 2016)

El EM contiene:

- **Bacterias ácido-lácticas**, Se ocupan de generar ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos mediante la síntesis de bacterias fototrópicas y levaduras que incrementen la

fermentación de los elementos de la materia orgánica. (Ramirez, 2016)

- **Levaduras** a levadura genera un ambiente propicio para su reproducción, acelerando así la descomposición de la materia orgánica. y acelera la actividad microbiana (Ramirez, 2016)
- **Bacterias fotosintéticas**, habitan comúnmente en suelos, aguas y de las raíces de las plantas tiene un metabolismo muy cambiante al realizar la degradación (Ramirez, 2016)

Estos microorganismos no son perjudiciales, ni venenosos, ni modificados genéticamente por el hombre; en cambio son naturales, benéficas y extremadamente eficientes.

Microorganismos: Los microorganismos son los organismos vivos de la célula que solo pueden ser observados mediante un microscopio. Este extenso conjunto puede incluir a virus, bacterias, levaduras y mohos que se propagan a lo largo del planeta tierra.

2.4.2. Tipo de investigación

El modelo que se aplicó en esta investigación fue de carácter aplicado y explicativo donde se preparó el compost a partir de los desechos orgánicos inoculado con EM-Compost y posterior se analizará el proceso de compostaje, así como parámetros de calidad: conductividad eléctrica, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Ph, temperatura, humedad y rendimiento. Se comparará con ciertos criterios como lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la IIAP - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, para así su posterior aplicación en la agricultura, restauración de áreas degradadas, parques y jardines

2.4.3. Aspectos Generales del Proyecto

DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS QUE PRODUCEN LOS DESECHOS ORGÁNICO MUNICIPAL

Fuentes domiciliarias.

El distrito de San Isidro produce 38.92 toneladas al día siendo el 70.1% de los desechos sólidos domiciliarios de origen orgánico. Las casas que participan son del sector 2 de los subsectores 2.1, 2.2 y 2.7, el recojo se realiza los días: lunes, martes y viernes entre el rango de 9am a 12pm

Tabla 1

Estimación de la generación de residuos sólidos orgánicos domiciliarios

Población Urbana del distrito	GPC domiciliaria (kg/Hab/día)	Generación total domiciliaria (Kg/ día)	Generación total domiciliaria (Tn/día)
52,322	0.679	37,671.84	37.67

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – GDAS/MSI

Fuentes no domiciliaria y especial

Tabla 2

Estimación de la generación de residuos sólidos orgánicos no domiciliarios y especiales

Nº	Fuente de generación no domiciliarios	Generación total (Tn/Año)	Generación total (Tn/día)
1	Establecimientos comerciales	26530.35	
2	Hoteles	1121.87	
3	Mercados	19.83	
4	Restaurantes	1307.99	86.97
5	Instituciones públicas y privadas	660.50	
6	Instituciones educativas	649.74	
7	Barrido de Calles y Limpieza Publica	1452.28	
	Total	31742.56	

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – GDAS/MSI

Fuente de generación del mantenimiento de Áreas Verdes

Para la elaboración de la tabla, se consideró la cantidad de toneladas recolectadas obtenidas del mantenimiento de las áreas verdes (Corte de césped, Residuos de maleza herbácea, ramas chicas y del barrido de hojas secas) Provenientes de los parques, Berma central los cuales son trasladados a la Infraestructura de valorización de residuos orgánicos posterior a la recolección.

Tabla 3

Generación de residuos sólidos orgánicos no domiciliarios

Generación promedio de maleza		
T/DÍA	T/MES	T/AÑO
13.30	337.92	4,055.058

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – GDAS/MSI

Tabla 4

Ubicación de las áreas verdes con residuos de maleza

TIPO	DENOMINACIÓN	ÁREA m ²
Plazuela	A. Durand	467.79
Parque	Alfonso Ugarte	13,665.90
Plazuela	Domingo García Rada	745.27
Plaza	Leoncio Prado	4,481.81
Plazuela	Arróspide Loyola	220.20
Parque	Guatemala	5,073.04
Parque	Miguel Dammert Muelle	4,499.37
Plazuela	Jorge Basadre	220.12
Parque	Manuel Pablo Boza	2,037.93
Plaza	Agustín Gutiérrez	221.62
Bosque	Bosque El Olivar	106,531.81
Parque	Jose E. J. Leon Barandiarán	605.48
Plaza	Padre Constancio Bollar	3,101.22
Plaza	Paz Soldán	254.86
Parque	Pedro Murillo	890.15
Parque	Santa Rosa	1,709.32
Plaza	Unión Europea	503.54

Plaza	Almirante Miguel Grau Seminario	513.61
Parque	Andrés Avelino Cáceres	3,924.00
Parque	Antequera	1,571.07
Parque	Augusto Tamayo Möller	7,328.87
Parque	Combate De Abtao	15,649.43
Plazuela	Unanue	165.43
Plaza	Veintisiete De Noviembre	2,636.41
Parque	Manuel Villarán	3,619.67
Bulevar	Dionisio Derteano	1,438.28
Parque	Jose Luis Bustamante Y Rivero	32,093.14
Parque	Coronel Eduardo Dogny	6,764.68
Parque	De La Amistad Peruano Palestina	1,333.00
Parque	Fray Melchor Talamantes De Baeza	7,937.34
Parque	Las Oropéndolas	2,509.63
Parque	Papa Juan Pablo Ii	3,691.99
Parque	San Martin De Porres	13,273.28
Plaza	31	487.02
Parque	De La Dignidad	7,108.62
Plazuela	Del Abogado	368.75
Parque	Del Trabajador Municipal	9,507.40
Parque	Juan Bautista Berninzoni	5,421.75
Plaza	Luis Aldana	1,402.34
Plaza	Quiñones	5,285.42
Parque	Teniente Enrique Palacios	11,912.27
Parque	General La Fuente	5,421.51
Parque	Jose De Acosta	7,362.28
Parque	Mariscal Gamarra	3,700.13
Parque	Benemérita Guardia Civil Y Policía	16,683.48
Parque	Bernales	7,700.72
Malecón	Explanada Superior	10,256.02
Plazuela	Gandhi	2,717.13
Parque	Grecia	3,978.16
Talud	Talud	59,162.63
Parque	Bicentenario	7,062.86
Parque	Alberto Hurtado Abadía	7,167.72
Parque	Belén	7,304.19
Parque	Capitán F.A.P. Jose Quiñones Gonzales	7,869.06
Parque	Contralmirante Ernesto De Mora	3,811.39
Parque	Ernesto Alayza Grundy	36,160.51
Parque	Gosta Lettersten Holtzen	5,094.89
Parque	Hermasia Payet	9,603.59
Parque	Mario Polar Ugarteche	2,744.91
Parque	Papa Pio Xii	9,810.08
Parque	Renan Elías	6,403.25
Parque	Roosevelt	10,989.42
Boulevard	Roosevelt	6,847.43
Parque	República De Panamá	4,815.03
	ÁREA TOTAL	533,839.21

Nota Subgerencia de Gestión Ambiental – GDAS/MSI

Descripción de los ambientes de distribución de la planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos

La planta de valorización presenta un área total de 133.54 m², se encuentra cercada en todo su perímetro con bambú de 4x4 pulgadas y malla raschel con un porcentaje de sombra del 90%. El suelo no presenta recubrimiento alguno, es de tierra, pero se proyecta realizar una plataforma de cemento en el área de tamizado, almacenamiento y empaquetado del compost.

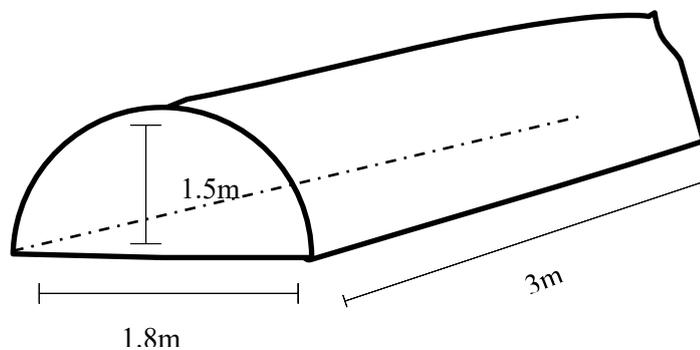
Área de descarga y apilado, Lugar donde las bolsas con el material orgánico en una superficie de 7 m² aproximadamente, está dividida en residuos orgánicos y residuos de plantas, estos luego son desembolsados y echados al almacén temporal de residuos orgánicos, cabe mencionar que en este mismo lugar se realiza la segregación y picado de los residuos para facilitar el proceso de degradación.

Camas del proceso de degradación, Se cuenta con 13 camas rectangulares cuyas medidas son de 3 m de largo x 1.80 m de ancho x 1.5 de alto, la superficie es de tierra y está cercado con adoquines, estas camas están destinadas para las cuatro fases del proceso de compostaje.

Pilas de compostaje, En esta área se irá acumulando el compost que va saliendo de la última fase para culminar su proceso de maduración, cada pila contará con un ancho de 1.80 m, largo de 3 m y una altura de 1.5 m, la superficie es de tierra.

Figura 2

Dimensiones de una pila de compostaje



Nota. Elaboración propia

Área de tamizado, pesaje y empaquetado. La superficie es de tierra, pero se pretende realizar una plataforma de cemento donde se realizará el tamizado del compost mediante mallas de 1x1" y el producto será empaquetado en costales y bolsas herméticas, pesadas y finalmente listas para ser distribuidos.

Plano de la Planta Piloto de Valorización de Residuos Sólidos Orgánico (Ver ANEXO A)

Recolección selectiva

Actualmente se cuentan con dos (6) rutas de recolección de residuos sólidos orgánicos valorizables domiciliarios y una (1) ruta empresarial los cuales se encuentran operando solo en los Subsectores mencionados, la frecuencia de la recolección es de tres (3) veces a la semana (lunes, miércoles y viernes) en los Horarios de 8:30 AM a 15:30PM.

Plano de recolección de los residuos orgánicos (Ver ANEXO B)

Tabla 5.

Tipos de residuos sólidos inorgánicos

Detalle	Tipo de Residuos	
	Aprovechable	No Aprovechable
Orgánicos	Restos de frutas y vegetales, Restos de Café, Restos de pan, Restos de Pan, Restos de Poda, Hojas Secas, etc.	Restos de Residuos Orgánicos de origen Animal (Grasas, Carnes), Restos de comida cocida, No lácteos, etc.

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – GDAS/MSI

Figura 3

Residuos Sólidos Inorgánicos valorizables



Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – GDAS/MSI

Tabla 6.*Participantes Ruta Domiciliaria*

Subsectores participantes	Cantidad de viviendas participantes
Subsector 1-3	1
Subsector 1-4	2
Subsector 2-1	65
Subsector 2-2	160
Subsector 2-3	1
Subsector 2-4	9
Subsector 2-7	96
TOTAL	334

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – GDAS/MSI

Tabla 7*Horario de recolección de residuos sólidos orgánicos*

Horario de recolección de residuos sólidos orgánicos		
subsector 2-1	Lunes, miércoles y viernes	9 am a 11:30 am
subsector 2-2	Lunes, miércoles y viernes	11am a 1:30pm
subsector 2-7	Lunes, miércoles y viernes	9 am a 11:30 am

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental- GDAS /MSI

Empadronamiento

Teniendo en cuenta las fuentes de generación de residuos sólidos orgánicos valorizables, Los promotores ambientales realizan la inscripción y/o registro a las viviendas unifamiliares, multifamiliares, empresas, mercados, entre otros. al “Programa Recicla San Isidro” Ruta de “Recolección de Residuos Orgánicos”. con la finalidad de aumentar la cantidad de residuos sólidos orgánicos valorizables recolectados. Una vez que el predio se encuentre inscrito y/o registrado, se le hace la entrega de 1 Bolsa Compostable de Color Marrón

Transporte

El transporte se realiza a través de un camión baranda de 30 m³ de capacidad de placa EGR-491 y código patrimonial 50-16, el cual realiza la recolección de los Residuos sólidos orgánicos valorizables y se desplaza hacia la infraestructura de valorización, para realizar la descarga y posteriormente tratamiento, el vehículo deberá contar con la documentación solicitados y permisos vigentes, al igual de encontrarse en óptimas condiciones.

2.4.4. Ubicación

El área de estudio se encuentra ubicado en la Costa Verde, en el Distrito de San Isidro - departamento de Lima, con referencia en la frontera de los distritos de San Isidro y Miraflores

Plano del lugar de la Planta de compostaje (Ver ANEXO C)

Tabla 8.

Coordenadas Geográficas

Nombre del Piloto de valorización	Coordenadas (UTM) WGS84			Dirección y referencia
	Zona	Este	Norte	
Planta de Compostaje	18L	276284	8660324	circuito de playas de la Costa Verde con límite del distrito de San Isidro y Miraflores

Nota. Elaboración Propia

Figura 4.*Ubicación de la Planta de Compostaje*

Nota. Google Earth

2.4.5. Equipo y herramientas para utilizarse para la elaboración del compostaje

Para obtener realizar el proceso de Compostaje con un rendimiento productivo es fundamental tener condiciones óptimas durante el proceso, es por ello que se requiere de materiales y herramientas que permitan mejorar la infraestructura de la planta y realizar un tratamiento adecuado de los residuos orgánicos (segregado, picado, aireación, riego, tamizado y empaquetado), hasta lograr obtener el producto final.

En la siguiente tabla se muestran todos los materiales y herramientas indispensables para la infraestructura de valorización de residuos sólidos orgánicos.

Tabla 9.*Materiales y herramientas*

Descripción del Bien	Unidad de Medida	Cantidad
Carretilla metal buggy	unidad	5
Escoba metálica	unidad	1
Hoja de sierra 12 in	unidad	1
Martillo de carpintero 20 oz	unidad	1
Pala punta cuadrada	unidad	4
Pala punta redonda	unidad	1
Pico punta y pala	unidad	2
Rastrillo metálico 16 dientes	unidad	2
Recogedor de metal de 62 cm	unidad	1
SERRUCHO profesional de 20"	unidad	2
Tijera de poda	unidad	3
Trinche 4 dientes	unidad	3

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental –SGA/ MSI

2.4.6. Equipo de Protección Personal

Es indispensable el uso de equipos de protección personal (EPP) y contar con las medidas específicas de seguridad e higiene en el trabajo, estos elementos permitirán desarrollar las labores de recolección y tratamiento de los residuos orgánicos de forma segura.

Tabla 10.*EPPS requeridos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Botas de jebe	Par	28
Guantes de cuero para corte	Par	300
Guantes de nitrilo quirúrgico talla L	Caja	40
Gorra con cortaviento	Unidad	64
Chaleco drill	Unidad	64
Pantalón denim	Unidad	28
Polo manga larga	Unidad	320
Lentes	unidad	200
Máscaras antigases	unidad	12
Repuestos para mascara antigases	pares	40

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – SGA/MSI

2.4.7. Instrumentos de Medición

Es necesario utilizar instrumentos de medición, ya que estos servirán para el control de peso de los residuos orgánicos recolectados y de parámetros durante el proceso de compostaje; de esta manera se evaluará la calidad de compost que se obtendrá en la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

Tabla 11.

Instrumentos de Medición

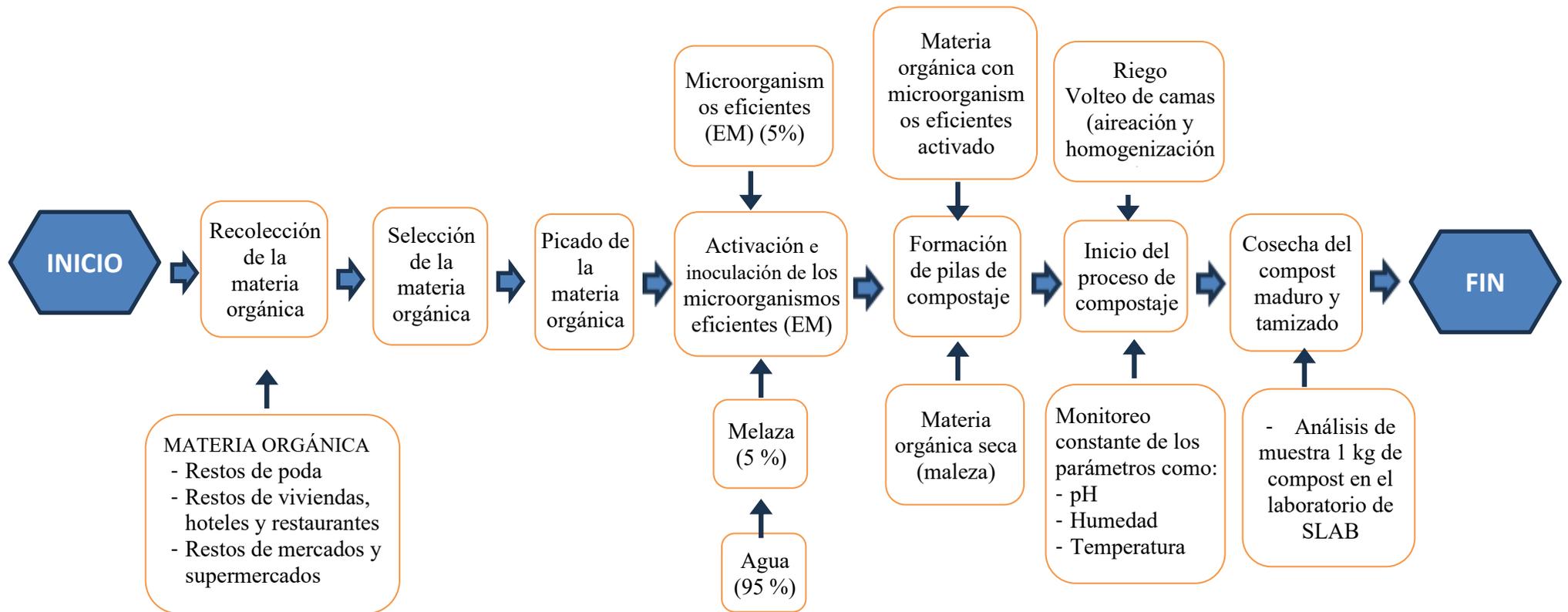
Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Medidor de temperatura digital para suelo	Unidad	1
Multifuncional del suelo detector digital de suelos de valor de PH	Unidad	1
Balanza romana digital	Unidad	2
Balanza de piso	Unidad	2

Nota. Subgerencia de Gestión Ambiental – SGA /MSI

2.4.8. Procedimiento

A continuación, se presenta a detalle las etapas y procedimientos del proyecto y el flujograma de las fases del compost. (*Ver ANEXO E*)

Diagrama de flujo



Nota. Elaboración propia

- ❖ **Picado y/o triturado.** – Uno de los puntos clave es el picado de los residuos orgánicos recolectados, esta fase es importante para que la degradación de los residuos sólidos orgánicos no sea muy prolongada, y permita la obtención de compost en menor tiempo, esta actividad es realizada por los operarios

- ❖ **Activación e Inoculación de los microorganismos eficientes.** – La activación se basa en mezclar 5% de EM Compost y 5% de melaza se disuelve en un 90% de agua pura en un contenedor herméticamente sellado. La mezcla se deja en reposo por 7 días, se aconseja utilizar 20 litros de activado por cada 10TM de materia orgánica a compostar, después se inocula a la materia orgánica para que cumpla con su función.

- ❖ **Armado de las camas de fermentación.** – En esta fase es importante iniciar con residuos secos, especialmente los recolectados en los parques como parte de la ejecución del servicio de mantenimiento de áreas verdes, tales como hojarasca y cortes de Grass y otros que sean de fácil deshidratación. Este componente es esencial para que no se genere lixiviados y esto genere vectores, los responsables del guiado de esta actividad es el equipo técnico en conjunto con los operarios que realizan la ejecución de la actividad.

Esta actividad se realiza de la siguiente forma:

- Se realizan la base de la cama con residuos de maleza seco recolectado en los parques, seguido se colocan lo residuos sólidos orgánicos picados adicionando microorganismos eficientes activados (EM-A) luego se y se tapa con residuos secos, y se repite la actividad hasta lograr aproximadamente 1.5 metro de altura.

- La medida de las camas es de 3 metros de largo x 1.8 metros de ancho y aproximadamente la altura máxima a trabajar es de 1.5 metros.

- ❖ **Medición de parámetros.** – los parámetros más importantes para el monitoreo de compost es la medición de pH y la medición temperatura de las camas, para la evaluación de la evolución de los microorganismos degradadores y la estabilidad del compostaje esta actividad es realizada mediante el medidor de temperatura y el equipo de medidor de pH, el cual es ejecutado por el equipo técnico

- ❖ **Volteo de camas de compost.** – Después de terminar el armado de las camas se deja 10 días reposando los cuales permite entrar a la fase de fermentación para empezar a realizar los volteos, el cual se realiza aproximadamente cada 4 a 5 días dependiendo la medición de los parámetros, esto permite oxigenar y airear los residuos orgánicos en descomposición permitiendo que los microorganismos anaeróbicos y aeróbicos puedan degradar los residuos orgánicos, asimismo esto evita que se generen malos olores, se aprovecha esta fase para poder realizar el riego evitando que se generen altas temperaturas, dicha actividad está a cargo de la supervisión del equipo técnico en conjunto con los operarios

- ❖ **Riego de pilas.** – Las pilas se regarán con manguera, con agua de pozo o de canal. El riego se realiza durante los volteos semanalmente durante 1 mes y en el segundo mes cada 2 semanas.

- ❖ **Monitoreo del compostaje.** – Para determinar los parámetros físicos se realizó de distintos puntos de una misma pila, este procedimiento se realizó para la temperatura, pH y humedad

- ❖ **Tamizado de compost.** – En esta actividad se separa los residuos sólidos gruesos que faltan degradar y el compost, realizándose a través de una malla que tamiza los residuos tratados aproximadamente un lapso de 5 a 6 meses, esta actividad va ligada al almacenado del compost.

- ❖ **Entrega de compost.** – El material tamizado es envasado en costales de rafia con capacidad de carga para 50 kilogramos estos serán utilizados para fertilizar las áreas verdes del distrito, de la misma manera otra parte del compost será envasado en bolsas herméticas de dimensiones 10x15 pulgadas para ser distribuido a los vecinos propietarios del mercado municipal y a modo de incentivo a los vecinos de las viviendas participantes del programa

- ❖ **Toma de muestras.** – Este procedimiento se realizará con el propósito de obtener los parámetros físico-químicos y ser trasladado al laboratorio acreditado SLAB, el cual nos proporcionó las siguientes directrices:
 - Colado
 - Pesado la muestra del kilogramo como mínimo
 - El llenado de la muestra se empaqueta en un envase de plástico, rotulado

- ❖ **Etapa de laboratorio.** –La recolección de las muestras se llevó a cabo en el laboratorio, con el objetivo de determinar el valor nutricional del compostaje de los componentes esenciales (N, P, S, K, Ca, Mg, Zn) y el correspondiente estudio de los parámetros físico-químicos (pH, conductividad, humedad, temperatura), con el objetivo de establecer la calidad del compostaje hecho con residuos.

- ❖ **Fase de gabinete.** – En la etapa final del proceso, se examinaron los resultados, se organizaron de manera sistemática los datos recolectados en la fase de campo y en la fase de laboratorio, se llevaron a cabo procedimientos estadísticos y aplicaciones como Microsoft Excel.

2.5. Resultados

2.5.1. Resultado del laboratorio

Se adjuntará los resultados para su próximo análisis. *Resultados de laboratorio (Ver ANEXO D)*

2.5.2. Resultado de los objetivos específico

Objetivo Específico N° 01: Describir los parámetros físico- químicos durante el proceso del compostaje

La calidad del compost se tomó como referencia a la norma Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP)-Iquitos, se tomó estas normas, para la comparación con nuestros resultados

Potencial de Hidrogeno

El rango del pH para el compost obtenido depende de los materiales de origen y varia en cada fase del proceso entre (4.5 a 8.5), se utilizó el medidor de ph digital indicándonos los valores en el rango de (5.89 a 8) teniendo que en la primera etapa se acidifica y en la fase termófila se alcaliniza para así alcanzar un Ph neutro

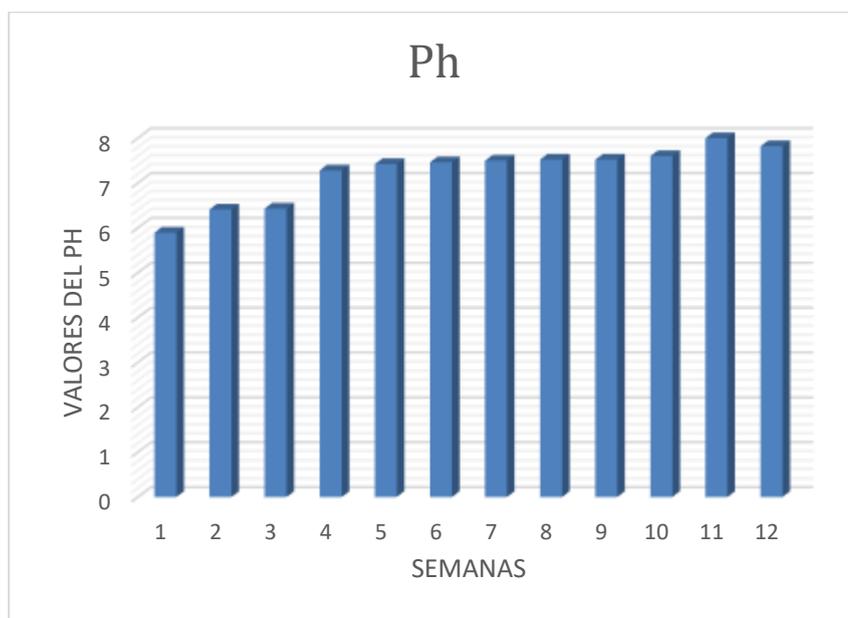
Tabla 12

Monitoreo de la evolución del pH

SEMANAS	Ph
Semana 1	5.89
Semana 2	6.41
Semana 3	6.43
Semana 4	7.28
Semana 5	7.42
Semana 6	7.46
Semana 7	7.5
Semana 8	7.52
Semana 9	7.52
Semana 10	7.6
Semana 11	8
Semana 12	7.82

Nota. Elaboración propia**Figura 6.**

Variación del Ph

*Nota.* Elaboración propia

Humedad

Para el calcular la humedad se obtuvo a través de la prueba de puño, en esta calculo después del riego se tomaba un puñado del compost y al apretar la mano escurría agua se tenía que voltear la cama o verter más material seco, en cambio si el material no se deformara ni liberara agua se tenía que agregar más agua.

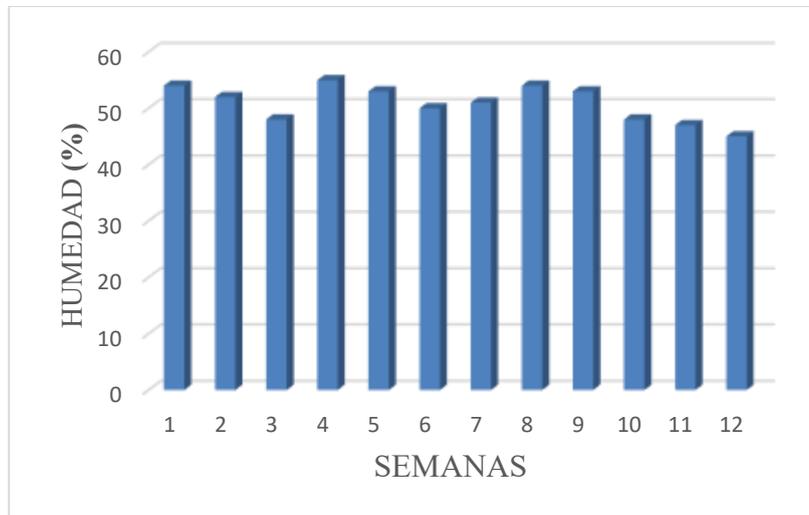
Los resultados mostraron que al inicio estuvo relativamente alto luego se mantuvo y en la fase final bajo; vario entre (45% a 55%)

Tabla 13

Evolución de la Humedad en porcentaje en el proceso de compostaje

SEMANAS	HUMEDAD (%)
Semana 1	54
Semana 2	52
Semana 3	48
Semana 4	55
Semana 5	53
Semana 6	50
Semana 7	51
Semana 8	54
Semana 9	53
Semana 10	48
Semana 11	47
Semana 12	45

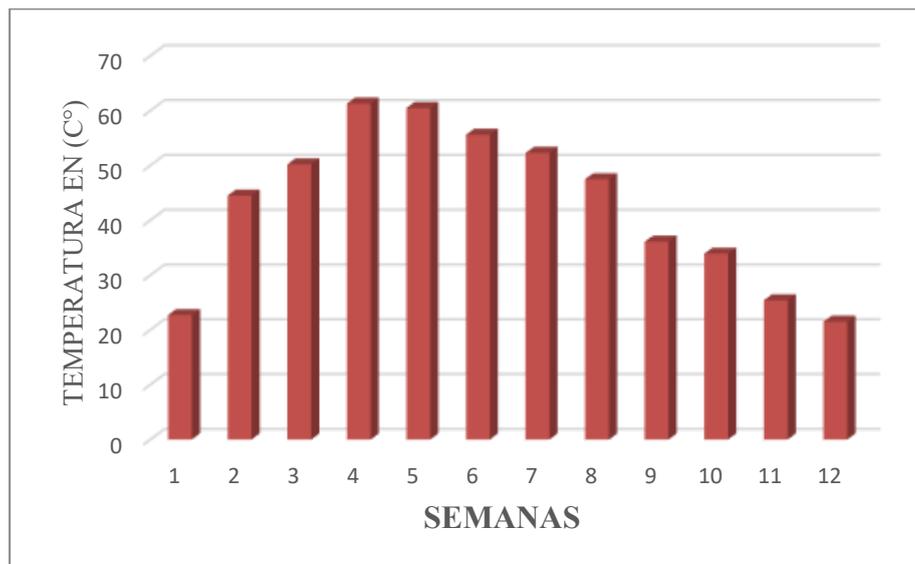
Nota. Elaboración propia

Figura 7*Variación de la humedad**Nota.* Elaboración propia**TEMPERATURA**

Se utilizó el instrumento digital en el cual se observa que en las tres primeras semanas se alzó la temperatura llegando a su máxima temperatura 61.3 C° en la semana 4 en la fase de termofílica atribuido a la actividad de los microorganismos cuya función cumple una función importante agilizar el proceso de degradación eliminando así los agentes patógenos como los coliformes, la temperatura tuvo un rango de (21.5 C° a 61.3 C°)

Tabla 14*Monitoreo de la temperatura en el proceso del compostaje*

SEMANAS	TEMPERATURA EN (C°)
Semana 1	22.7
Semana 2	44.5
Semana 3	50.2
Semana 4	61.3
Semana 5	60.5
Semana 6	55.6
Semana 7	52.3
Semana 8	47.5
Semana 9	36.1
Semana 10	33.9
Semana 11	25.4
Semana 12	21.5

Nota. Elaboración propia**Figura 8***Variación de la temperatura**Nota.* Elaboración propia

Objetivo Específico N°02 Caracterizar las propiedades físico-químicas del compost producido con los criterios de la FAO y IIAP - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana

Tabla 15

Parámetros para la calidad del compost según IIAP y FAO

Parámetro	FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	IIAP - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
CE (ds.m-1)	-	2 - 4
pH	6.5 – 8.6	7.0 - 8.3
Materia Orgánica (%)	25 – 50	-
Humedad (%)	30 - 50	-
Nitrógeno total (%)	0.4 - 3.5	0.8 - 1.5
P2O5 (%)	0.3 – 3.5	0.4 - 1.0
K2O (%)	0.5 - 1.8	0.6 - 1.5
CaO (%)	0.3 - 1.0	2-6
MgO (%)	-	0.2 - 0.7

Nota. Estos parámetros se basaron de la información de Rosales & Taipe, (2021)

Tabla 16.

Comparación según la norma FAO con los resultados obtenidos

Parámetro	FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	Resultado del compost elaborado con microorganismos eficientes	¿cumple con los estándares?
CE (ds.m-1)	-	2.35	x
pH	6.5 – 8.6	7.82	Cumple
Materia Orgánica (%)	25 – 50	50	Cumple
Humedad (%)	30 - 50	33.12	Cumple
Nitrógeno total (%)	0.4 - 3.5	1.18	Cumple
P2O5 (%)	0.3 – 3.5	0.8	Cumple
K2O (%)	0.5 - 1.8	2.41	Cumple
CaO (%)	0.3 - 1.0	2.5	No cumple
MgO (mg/kg)	-	755	x

Nota. Elaboración propia

Tabla 17

Comparación según la norma IIAP con los resultados obtenidos

Parámetro	IIAP - Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana	Resultado del compost elaborado con microorganismos eficientes	¿cumple con los estándares?
CE (ds.m-1)	2 - 4	2.35	Cumple
pH	7.0 - 8.3	7.82	Cumple
Materia Orgánica (%)	-	50	x
Humedad (%)	-	33.12	x
Nitrógeno total (%)	0.8 - 1.5	1.18	Cumple
P2O5 (%)	0.4 - 1.0	0.8	Cumple
K2O (%)	0.6 - 1.5	2.41	No cumple
CaO (%)	2-6	2.5	Cumple
MgO (mg/kg)	200 - 700	755	No cumple

Nota. Elaboración propia

Objetivo Específico N°03 Observar el resultado del compostaje producido de residuos orgánicos utilizando microorganismos eficientes aplicados en las hortalizas sembradas en el biohuerto municipal

Según las fotografías las plantas del biohuerto municipal crecieron fuertes y saludables, el compost ayudo a retener el agua y nutrientes, a aumentar la actividad microbiana y a mejorar la estructura del suelo, a estabilizar su pH. (*Ver ANEXO F*)

La capacidad de la cama de compostaje es de 8.1 Tn por cama, en total tenemos una capacidad de 105.3 toneladas para compost para así distribuir en diferentes áreas como en los parques, en el biohuerto y a las viviendas empadronadas con el programa de valorización de residuos orgánico municipal

2.6. Discusión de Resultados

Como en Perú no hay una ley o normativa que regule la calidad del compostaje, con el propósito de categorizar y utilizar los compost para usos más adecuados, en esta investigación se tomaron en cuenta los parámetros de calidad establecidos por la OMS y los parámetros de calidad del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP)-Iquitos. Estos indican los valores estandarizados de los parámetros físico-químicos, para categorizar el compost de acuerdo con su calidad.

Según los antecedentes nacionales como internacionales los métodos de compostar fueron distintos, pero en los resultados de los parámetros físico-químicos no variaron mucho en cuanto a la referencia de la aplicación de los microorganismos eficientes si se puede observar que da buenos resultados en cuanto a la calidad del compost y acelera en la descomposición del material orgánico reduciendo el tiempo.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA INSTITUCIÓN

La programación de actividades de la Subgerencia continúa desarrollando gestiones para la reactivación del Programa de Valorización de desechos orgánicos, implementando la recolección orgánica generados por las viviendas y los residuos de maleza, realizando un tratamiento para obtener abono orgánico (compost).

Asimismo, se aprueba la Ordenanza N° 573-MSI, que aprueba incorporar empresas públicas y privadas (restaurantes y hoteles); residuos generados en el mercado municipal y la maleza generada del mantenimiento de las áreas verdes del distrito.

Cabe señalar que, En el año 2023 se incorporó 2 subsectores, con la finalidad de poder cumplir con la programación del compromiso 3, aparte se agregaron al programa los supermercados como (Tottus y Plaza Vea) ya que el distrito de San Isidro solo cuenta con un mercado municipal, para así aprovechar estos residuos

La Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos, debe estar acondicionada de tal manera que facilite mejorar el proceso y tratamiento para la obtención de este abono orgánico, como también los problemas del lixiviado y vectores que vienen por los malos olores

Una supervisión constante en la toma de los parámetros de temperatura, humedad y pH ya que estos son fundamentales para una buena calidad de compostaje y supervisión de manejo adecuado de los Equipos de Protección Personal

IV. CONCLUSIONES

- Los compost obtenidos se encontraron dentro del rango según los estándares establecida por la FAO y (IIAP)-Iquitos
- La supervisión de factores físico-químicos como la humedad, la temperatura y el pH durante el proceso de compostaje nos facilita la determinación de la madurez de nuestro compost; además, es crucial la regulación de estos factores, dado que están vinculados directamente con las características físico-químicas del compost adquirido.
- El pH varió entre (5.89 a 8) durante todo el proceso del compostaje y estuvo dentro de los parámetros de calidad de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)
- La humedad varia en el rango de (45% a 55%) durante todo el proceso del compostaje y estuvo dentro de los parámetros de calidad de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- La temperatura varía entre (21.5 C° a 61.3 C°) durante todo el proceso del compostaje

V. RECOMENDACIONES

- ✓ El espacio de compostaje debe estar exento de malezas, arbustos u otros componentes que obstaculicen las tareas necesarias; debe poseer una inclinación de 1 a 2%; se aconseja la recolección de lixiviados.

- ✓ Las características climáticas varían en diferentes lugares para la realización de compostaje de residuos orgánicos siendo favorables los meses más cálidos y secos.

- ✓ Considerar el entorno en el que se instalarán las pilas de compostaje y los materiales de los pisos y techos que las cubren, pues pueden tener un impacto indirecto en el proceso de compostaje.

- ✓ Mantener una adecuada regulación de los parámetros físicos, como la temperatura y la humedad, pues de estos se determinarán diversas propiedades que están vinculadas directamente con la calidad del compost de desechos orgánicos. Aumentar los volteos periódicamente según se requiera para incrementar la temperatura en pilas de compostaje donde surgen condiciones anaerobias debido a la cohesión de las partículas o a una alta humedad. Es necesario equilibrar los niveles de temperatura y humedad para que el proceso de degradación pueda llevarse a cabo en condiciones propicias.

VI. REFERENCIAS

- Arellano, E. y Colan, N. (2023). *Evaluación de la Compost obtenido a partir de Residuos Orgánicos Urbanos en el distrito de Breña, 2023*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/37259/Arellano%20Cisterna%20c%20Estefano%20Sebastian%20-%20Colan%20Paredes%20c%20Nickolas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arena, C. (2017). *Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba*. [Tesis de magister, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio de la UPB. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3303>
- Bohórquez, W. (2019). *El proceso de compostaje*. (1ª ed.). Ediciones Unisalle.
- Cajahuanca, S. (2016). *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp.) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica chaglla Huánuco, Perú*. [Tesis de Grado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UH, Universidad de Huánuco. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8c4d019e-acf7-473c-997f-769b833f222b/content>
- Castillo, L. (2020). *Evaluación de la calidad del compost obtenido a partir de residuos orgánicos y microorganismo eficaces (EM) en el distrito de Huayucachi, Huancayo, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional UC.

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8245/3/IV_FIN_107_T
E_Castillo_Huaman_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8245/3/IV_FIN_107_T_E_Castillo_Huaman_2020.pdf)

Delgado, M., Mendoza, K., González, M., Tadeo, J. y Martín, J. (2019). Evaluación del proceso de compostaje de Residuos Avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(4), 965-977. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2019.35.04.15/46912>

Municipalidad de San Isidro. (14 de enero de 2024). *Mision y vision*. <https://www.gob.pe/43339-municipalidad-distrital-de-san-isidro-lima-mision-y-vision>

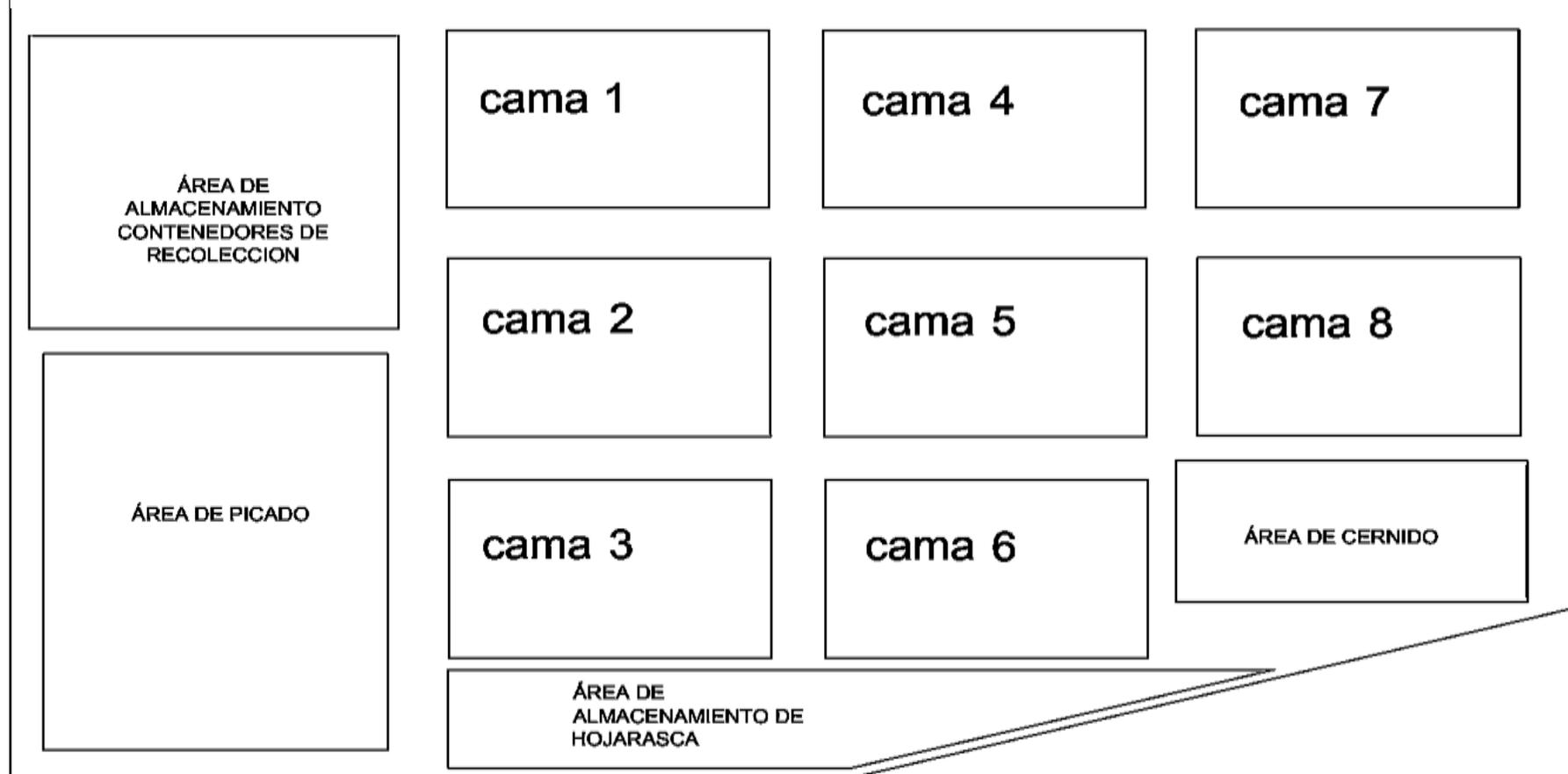
Ramirez, M. (2016). *Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible*. Bucaramanga. [Tesis de Grado, Universidad Industrial de Santander].

https://www.academia.edu/25840063/TECNOLOG%C3%8DA_DE_MICROORGANISMOS_EFECTIVOS_EM_APLICADA_A_LA_AGRICULTURA_Y_MEDIO_AMBIENTE_SOSTENIBLE

Torres, C. (2019). *Evaluacion el Compost a partir de los desechos orgánicos del centro de abastos Grau para el mejoramiento de suelos del distrito La Yarada - Los Palos, 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/bc1133eb-df10-4592-af5f-56d2ad0c0375>

VII. ANEXOS

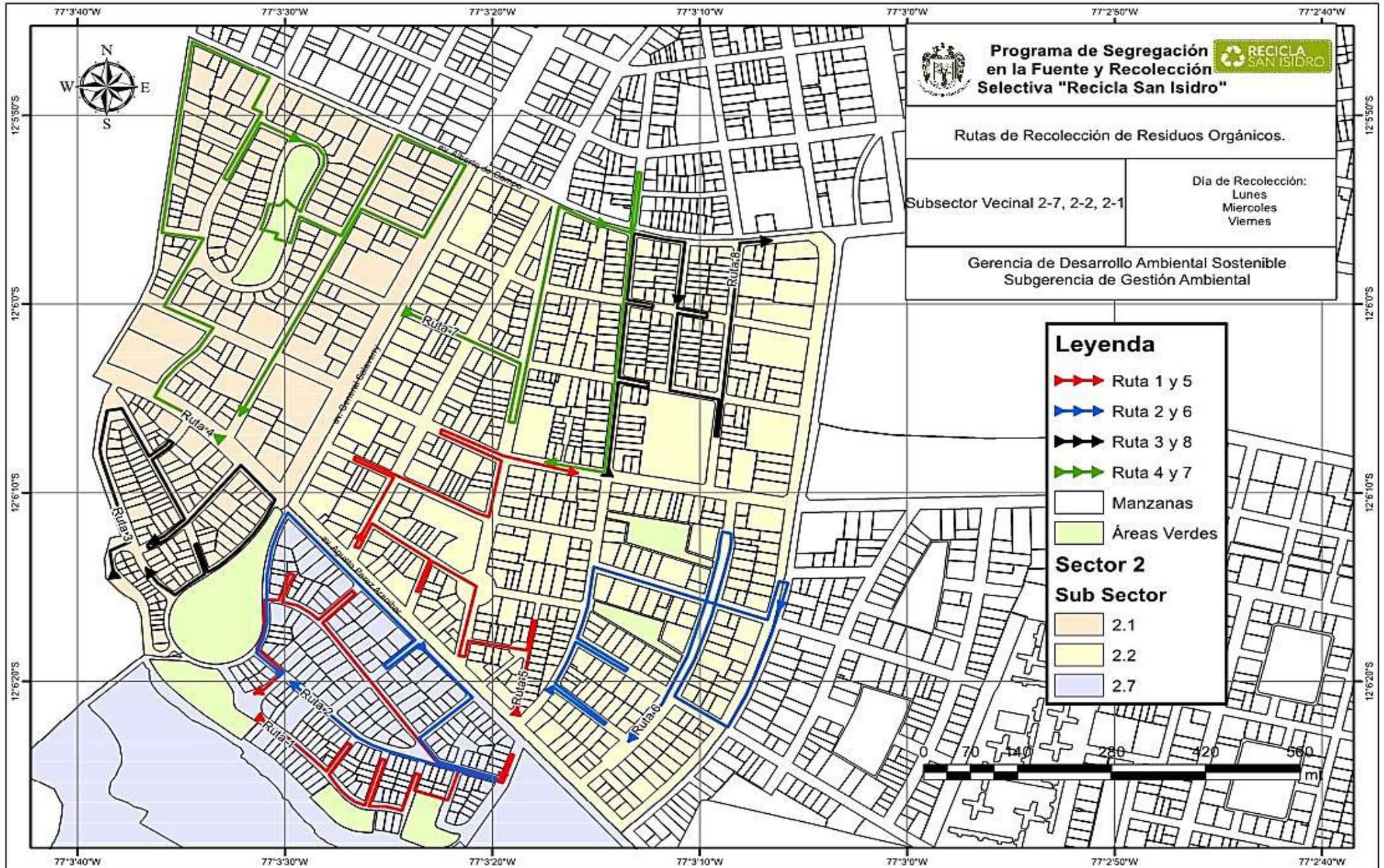
Anexo A. Plano de la planta de compostaje

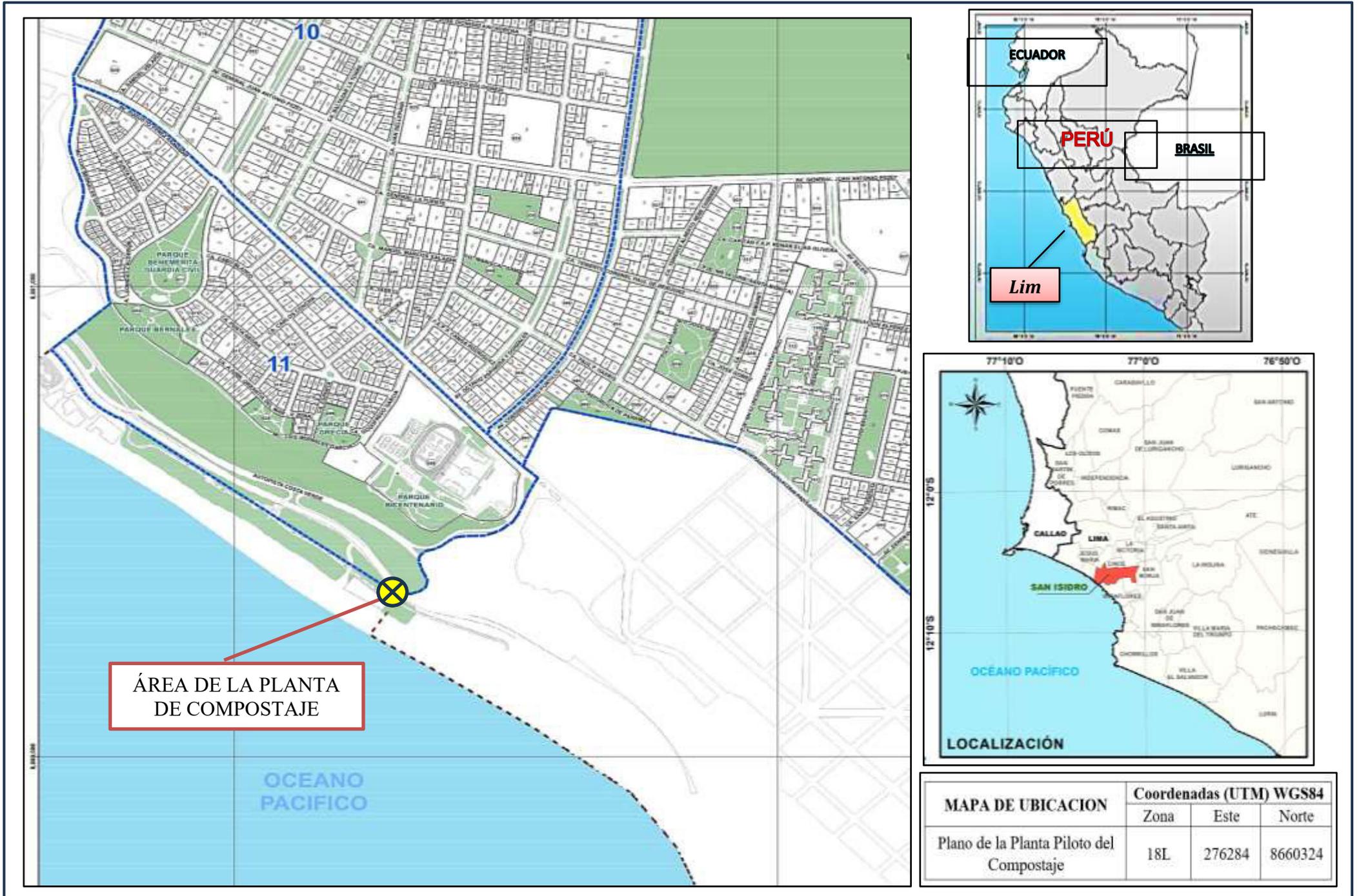


TAMAÑO PROMEDIO DE CADA ÁREA	
CAMAS DE COMPOSTAJE	3 m de largo a 1.8 m de ancho
ÁREA DE CERNIDO	2.8 m de largo a 1 m de ancho
ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE HOJARASCA	4.5 m de largo a 1 m de ancho
ÁREA DE PICADO	5 m de largo a 3 m de ancho
ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES DE RECOLECCIÓN	3 m de largo a 3 m de ancho

	PLAN DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS		01
	PLANO DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE		
	ELABORACIÓN: EQUIPO DE COMPOSTAJE		
	FECHA: 02/01/2022	ESCALA: 1/17	

Anexo B. Plano de la Ruta de Recorrido de los Residuos Orgánicos





Anexo D. Resultado de Laboratorio

INFORME DE ENSAYO

S-7072-01

1 DATOS DEL CUENTE

1.1. Cliente : ESTEBAN BALDEON DANIEL JOSE
 1.2 RUC/DNI : 71300218
 1.3 Dirección : No Indca

2. FECHAS

2.1 Inicio : 15 de Noviembre de 2023
 2.2 Fin : 22 de Noviembre de 2023
 2.3 Emisión de informe : 22 de Noviembre de 2023

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 21.5 °C
 3.2 Humedad Relativa : 55 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1. ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS

ENSAYO	MÉTODO
pH	Potenciometría
CE	Electrométrica
Humedad	Gravimetría
Nitrógeno	Kjeldahl
Materia orgánica	Vól Redo*
Relación CIN	Cálculo
Fósforo	UV-VIS
Potasio	Absorción Atómica-Llama
Calcio	Absorción Atómica-Llama
Magnesio	Absorción Atómica-Llama
Sodio	Absorción Atómica-Llama
Hierro	Absorción Atómica-Llama
Cobre	Absorción Atómica-Llama
Zinc	Absorción Atómica-Llama
Manganeso	Absorción Atómica-Llama

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio.
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


 DIEGO ROMÁN VERGARA D'ARRIGO
 QUÍMICO
 COP. 1337

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: Datos de la Muestra Analizada

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Descripción
S-7072	Compost	01 COMPOST 1020 gramos

6. RESULTADOS
6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°2: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Código Interno de Muestra	Parametro	Unidad	Resultados
S-7072	pH (Relación 1:5)	Uréd.pH	7.53
	CE (Relación 1:5)	ds.m-1	2.35
	Humedad	%	35.3
	Nitrogeno	%	1.18
	Materia orgánica	%	50
	Relación C/N	Snunfo.	28.37
	Fósforo	%	0.8
	Potase	•	2.41
	Cálcio	•	2.5
	Magnesio	%	755
	Sodio	mg/Kg	126
	Hierro	mg/Kg	8025.52
	Cobre	mg/Kg	50.91
	Zinc	mg/Kg	173.10
	Manganeso	mg/Kg	689.10

- Los Resuraxis pertenecen a las muestras entregadas a laboratorio
- Queda prohibida la copia para el uso de otros sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC

FIN DEL DOCUMENTO


 DIEGO ROLANDO VERGARA D'ARRIGO
 QUÍMICO
 COP. INT.

Anexo E. Fotografía de las etapas de elaboración del Compost



Micoorganismos eficientes EM-COMPOST



Armado de la pila de compostaje



Monitoreo de Temperatura



Monitoreo de pH



Monitoreo de la Humedad



Volteo de camas



Riego de las camas



Cernido del producto del compost

Anexo F. Aplicación del EM-Compost en las hortalizas sembradas en el biohuerto municipal



HUACATAY



BROCOLI



PORO



MUÑA



ACELGA



MARACUYA