

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



BIO OPTIMIZACIÓN PARA OBTENCIÓN DE COMPOST CON DISTINTOS ACELERADORES MICROBIANOS, PUCALLPA 2023

Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AMBIENTAL

ANYI STEFANY, AZPUR PACAYA

PUCALLPA, PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 194/2024-CGYT-FCFYA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 11:05 a.m. del día 26 de septiembre del 2024, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del jurado evaluador en el auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, estando designados con Memorando Múltiple 044-2024-UNU-FCFYA-CGT, conformado por:

Ing. MSc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez	Presidente
Ing. MSc. Tedy Tuesta Torrejón	Miembro
Dr. Isaias Alberto Salinas Andrade	Miembro

Se procedió a la evaluación de la sustentación de tesis denominada **“BIO OPTIMIZACIÓN PARA OBTENCIÓN DE COMPOST CON DISTINTOS ACELERADORES MICROBIANOS, PUCALLPA 2023”**, presentada por la bachiller Anyi Stefany Azpur Pacaya, asesorado por el Dr. Noé Klever Guadalupe Baylón

Habiendo finalizado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las que fueron absueltas por la sustentante, en consecuencia, la tesis fue aprobada por **UNANIMIDAD**, recomendando levantar las observaciones indicadas quedando expedita para el otorgamiento del título profesional de Ingeniero Ambiental.

Siendo las 12:10 p.m. del mismo día, se da por culminado el acto académico, firmando los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.


Ing. MSc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez
Presidente


Ing. MSc. Tedy Tuesta Torrejón
Miembro


Dr. Isaias Alberto Salinas Andrade
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Ing. MSc. Gladys Elena Rojas Gutiérrez



Presidente

Ing. MSc. Tedy Tuesta Torrejón




Miembro

Dr. Isaiás Alberto Salinas Andrade



Miembro

Dr. Noé Klever Guadalupe Baylon



Asesor

Bach. Anyi Stefany Azpur Pacaya



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0340-2024.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

“BIO OPTIMIZACIÓN PARA OBTENCIÓN DE COMPOST CON DISTINTOS ACELERADORES MICROBIANOS, PUCALLPA 2023”

Autor(es) : AZPUR PACAYA, ANYI STEFANY
Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela : ING. AMBIENTAL
Asesor(a) : Dr. GUADALUPE BAYLON NOE KLEVER

Presenta un **porcentaje de similitud de 7%**, verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud**, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 12/07/2024



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, ANYI STEFANY AZPUR PACAYA

Autor de la tesis titulada: BIO OPTIMIZACIÓN PARA OBTENCIÓN DE COMPOST CON DISTINTOS ACELERADORES MICROBIANOS, PUCALLPA 2023.

Sustentada el año... 2024

Asesor(a): DR. NOE KIEVER GUADALUPE BAYLÓN

Facultad: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL

TOTAL

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

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

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no *infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a)* responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 26/09/2024

Email: anyi.azpur.pcl@gmail.com Firma: [Firma]

Teléfono: 947 993 907 DNI: 71055469

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Dios, gracias a ti por guiarme en cada paso de mi trayecto académico y darme la fuerza para perseverar y adquirir la disciplina que con lleva este camino de constante aprendizaje.

A mis padres, por enseñarme valiosas lecciones de vida y por el amor incondicional. Estoy y estaré eternamente agradecida con ustedes. Esta tesis es un homenaje a su esfuerzo y la admiración eterna que tengo por ustedes. Y a mi esposo por su paciencia, por tu comprensión, por tu empeño y amor.

AGRADECIMIENTOS

Quiero Agradecer:

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi alma mater académica quien me brindó 5 años de formación profesional.

A todos mis docentes de la Universidad Nacional de Ucayali, quienes fueron partícipes en mí formación académico profesional.

A mi amada familia, quienes con esfuerzo y sacrificio; me han brindado las posibilidades para poder y seguir cumpliendo mis metas profesionales.

A mi asesor por todos sus conocimientos impartidos, por su nobleza y paciencia en todo el proceso.

A mi esposo, por la dedicación, amor y compromiso en el proceso de mi crecimiento personal y profesional.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
INDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos	2
1.3. OBJETIVO	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
2.1.1. Antecedentes Internacionales	3
2.1.2. Antecedentes Nacionales	4
2.1.3. Antecedente Local	6
2.2. BASE TEÓRICA.....	6
2.2.1. Compostaje	6
2.2.1.1. Materia Orgánica.....	7
2.2.1.2. Residuos orgánicos.....	7
2.2.1.3. Residuos orgánicos y su aplicación.....	7
2.2.1.4. Proceso de compostaje.....	7
2.2.1.5. Compost	8
2.2.1.6. Parámetros físicos durante el proceso de compost.....	8
2.2.1.7. Fases del proceso de compostaje	9
2.2.2. Aceleradores Microbianos	11
2.2.2.1. Activadores	11

2.2.2.2. Inoculantes	11
2.2.2.3. Microorganismos	11
2.2.2.4. Aditivos para acelerar el proceso de compostaje	13
CAPÍTULO III.....	15
METODOLOGÍA.....	15
3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	15
3.2.1 Población	15
3.2.2 Muestra	17
3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	17
3.3.1. Trabajo en Gabinete	17
3.3.2. Trabajo en Campo	18
3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	22
3.4.1. Técnica.....	22
3.4.2. Instrumento	22
3.4.3. Materiales y Métodos.....	23
3.4.4. Parámetros de Calidad	24
3.5. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS	24
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. IDENTIFICACIÓN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS	25
4.2. INOCULACIÓN DE LOS ACELERADORES MICROBIANOS (GALLINAZA, LODO PTAR, VACAZA) EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE	29
4.3. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS ACELERADORES MICROBIANOS EN EL COMPOST.....	33
CAPÍTULO V.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
5.1. CONCLUSIONES.....	37
5.2. RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Descripción de procedimientos</i>	22
Tabla 2 <i>Materiales, equipos e insumos para la recolección de datos</i>	23
Tabla 3 <i>Parámetros de Calidad del compost</i>	24
Tabla 4 <i>Composición física de los residuos sólidos del Sector 2B</i>	26
Tabla 5 <i>Estándares de compost según IIAP y FAO</i>	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Mapa de localización del Distrito de Yarinacocha</i>	16
Figura 2 <i>Plano de los sectores del Distrito de Yarinacocha</i>	16
Figura 3 <i>Plano del sector 2B del Distrito de Yarinacocha</i>	17
Figura 4 <i>Porcentaje del tipo de residuo generado en el Sector II-B</i>	27
Figura 5 <i>Resultados de la variación de temperatura en las pilas de compost: a) repetición uno; b) repetición dos; c) repetición tres respecto al tiempo de descomposición</i>	30
Figura 6 <i>Resultados de la variación de pH en las repeticiones con Vacaza al 10%</i> ...	34
Figura 7 <i>Resultados de la variación de la conductividad eléctrica en las repeticiones con Vacaza al 10%</i>	34
Figura 8 <i>Resultados de la variación del tiempo de obtención en las repeticiones con Vacaza al 10%</i>	35
Figura 9 <i>Resultados de la variación de los porcentajes de nutrientes (Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) en las repeticiones con Vacaza al 10%</i>	36

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue optimizar la obtención de compost mediante aceleradores microbianos, en el sector II-B del Distrito de Yarinacocha, se trabajó con residuos de 100 viviendas y con 03 tipos de aceleradores microbianos: lodo de PTAR, gallinaza y vacaza, los cuales fueron mezclados homogéneamente en cajas de madera para compostar donde se hicieron medidas de temperatura, humedad y pH diariamente. En la caracterización de residuos se ha determinado que el 71.9% son orgánicos compostables, la pila de compostaje con vacaza presentó un pH de 8.40, respecto a las características químicas del compost obtenido la más alta concentración de nutrientes correspondiente a los valores de Vacaza R1 Potasio (2.74%), Nitrógeno (1.14%), Magnesio (0.98 %), Fosforo (0.85 %) y Calcio (0.83%). En los valores de Vacaza R2 se observa a Potasio (1.90%) como nutriente con mayor concentración, descendiendo con el registro de los valores de Calcio (1.70 %), Nitrógeno (1.20%), Fósforo (0.78 %), Magnesio (0.75 %). Los más bajos índices de concentración corresponde a los valores de Vacaza R3, siendo Potasio (2.00 %) y Calcio (1.30 %) los nutrientes con el valor más alto en mencionada repetición, los demás no superan el valor de 1%, Nitrógeno (0.95 %), Fósforo (0.92 %), Magnesio (0.50 %). Se concluyó que la vacaza al 10% en sus tres repeticiones en promedio se obtiene compost en el tiempo previsto de 33 días.

Palabras claves: acelerador, microbiano, compost, residuos, optimización.

ABSTRACT

The objective of this research was to optimize the obtaining of compost through microbial accelerators, in sector II-B of the Yarinacocha District, working with waste from 100 homes and with 03 types of microbial accelerators: WWTP sludge, chicken manure and vacaza, which were mixed homogeneously in wooden boxes to compost where temperature, humidity and pH measurements were made daily. In the characterization of waste it has been determined that 71.9% are compostable organic, the compost pile with vacaza presented a pH of 8.40, with respect to the chemical characteristics of the compost obtained the highest concentration of nutrients corresponding to the values of Vacaza R1 Potassium (2.74%), Nitrogen (1.14%), Magnesium (0.98%), Phosphorus (0.85%) and Calcium (0.83%). In the Vacaza R2 values, Potassium (1.90%) is observed as a nutrient with the highest concentration, decreasing with the record of the values of Calcium (1.70%), Nitrogen (1.20%), Phosphorus (0.78%), Magnesium (0.75%). The lowest concentration indices correspond to the values of Vacaza R3, with Potassium (2.00%) and Calcium (1.30%) being the nutrients with the highest value in mentioned repetition, the others do not exceed the value of 1%, Nitrogen (0.95%), Phosphorus (0.92%), Magnesium (0.50). It was concluded that the 10% Vacaza in its three repetitions on average compost is obtained in the expected time of 33 days.

Keywords: accelerator, microbial, compost, waste, optimization.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, se producen aproximadamente 21 mil toneladas diarias de residuos municipales, generados por más de 30 millones de habitantes. Esto equivale a una generación de 0.8 kilogramos de residuos por persona al día. De ese total, más de la mitad corresponde a materia orgánica, como alimentos y vegetales, en las ciudades más pobladas de las regiones también se repite este dato en su gran mayoría, estos residuos orgánicos provenientes de los domicilios pueden valorizarse y dar uso en la producción de compost como una alternativa de aprovechamiento y evitando que lleguen a los botaderos o rellenos sanitarios, una desventaja de producción de compost de manera tradicional es el tiempo extenso y logística que demanda su producción, sin embargo podemos tener otras opciones como inserción de otros materiales orgánicos como vacaza, gallinaza y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, estos tres insumos configuran aceleradores microbianos y al ser mezclados con residuos orgánicos domiciliarios podemos obtener compost en menor tiempo de lo convencional.

El compost es producto de la descomposición de la materia orgánica como restos de vegetales, cáscaras de frutas, hojas secas, residuos de jardín, entre otros que son generados en los domicilios principalmente, y configura ser un abono orgánico de alto valor para los suelos. Estos materiales se degradan de forma natural gracias a la actividad de microorganismos, convirtiéndose en un compost rico en nutrientes beneficioso para el suelo y las plantas. Ayuda a mejorar la estructura del suelo, retener la humedad, reducir la erosión y fomentar la vida microbiana en el suelo.

Es importante producir compost en el menor tiempo posible y aprovechando también no solo los residuos orgánicos domiciliarios sino también haciendo uso de excretas de animales como aceleradores microbianos, el compost como producto final obtenido en tiempo favorable es una opción de valorización de residuos orgánicos que en otro caso llegarían a botaderos de residuos favoreciendo al ambiente y cultivos. Al producir compost, estamos aprovechando la materia orgánica al máximo que de otro modo sería desperdiciada, reduciendo la cantidad de residuos que van a los botaderos y

contribuyendo también a la reducción de gases de efecto invernador como el metano. Asimismo, el compost es una excelente fuente de nutrientes para el suelo y por consiguiente de los diversos cultivos, enriqueciéndolo y mejorando su salud a largo plazo. Ayuda a promover la biodiversidad microbiana en el suelo, lo cual es vital para el crecimiento de plantas sanas. Por otro lado, arrojar materia orgánica a la intemperie en lugar de compostar puede generar malos olores, atraer plagas como moscas y roedores, y contribuir a la contaminación del suelo y el agua. Por lo tanto, es importante producir compost de manera adecuada para aprovechar sus beneficios y evitar problemas ambientales.

Los objetivos del presente estudio fueron optimizar la obtención de compost mediante aceleradores microbianos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los seres humanos han generado residuos durante toda su historia desde sus inicios, a medida que llegamos a estos tiempos se ha incrementado la generación de residuos sólidos municipales y no municipales de manera exponencial en todos los centros poblados a nivel mundial, manejar y gestionar los residuos implica un trabajo de ingeniería, contar con normativa vigente, tecnología, educación ambiental y otros elementos, y según podemos observar no es suficiente para manejarlo adecuadamente y por ello tenemos en casi todos los centro poblados botaderos de residuos que afectan a las matrices ambientales como es el recurso agua, aire, suelo y biodiversidad.

En el Perú, el Ministerio del Ambiente (MINAM) es la autoridad principal en la gestión de residuos sólidos municipales, colaborando estrechamente con las municipalidades provinciales y distritales. Según Diario el Peruano (2023) “El país produce aproximadamente 21 mil toneladas diarias de residuos municipales, generados por una población de 30 millones de habitantes”. Esto equivale a 0.8 kilogramos de generación de residuos por persona al día, de ese total, más de la mitad de los residuos corresponde a materia orgánica como alimentos o vegetales, en las regiones y ciudades más pobladas de las regiones también se repite este dato en su gran mayoría, estos residuos orgánicos provenientes de los domicilios pueden y dar uso en la producción de compost a partir de la descomposición.

El compostaje es una alternativa viable técnica y económicamente para aprovechar los residuos municipales orgánicos y dejaría de terminar en los botaderos, sin embargo, su obtención demanda un periodo de transformación que puede ser de 180 días a más, lo que implica la acumulación de gran cantidad de material en las plantas de compostaje. El compostaje es una práctica ampliamente reconocida como sostenible y se utiliza en todos los sistemas de

agricultura climáticamente inteligente. Tiene un gran potencial para fincas de todos los tamaños y sistemas agroecológicos, combinando la protección ambiental con una producción agrícola sostenible, sostiene (Román y otros, 2013, pág. 53).

El tiempo de obtención de compost a partir de residuos municipales orgánicos se podría reducir utilizando aceleradores microbianos, a lo precitado obedece nuestro problema de investigación del presente proyecto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el tiempo óptimo para la obtención de compost mediante aceleradores microbianos?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características físicas de los residuos orgánicos domiciliarios?
- ¿Qué cantidad de acelerador microbiano (gallinaza, lodo PTAR, vacaza) se inocula en el proceso de compostaje?
- ¿Cuál es el acelerador microbiano más eficiente?

1.3. OBJETIVO

1.3.1. Objetivo General

Optimizar la obtención de compost mediante aceleradores microbianos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las características físicas de los residuos orgánicos domiciliarios.
- Inocular los aceleradores microbianos (gallinaza, lodo PTAR, vacaza) en el proceso de compostaje.
- Evaluar la eficiencia de los aceleradores microbianos en el compost

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Antecedentes Internacionales

“Optimización del proceso de compostaje mediante la introducción de un abono microbial que contiene *Streptomyces Sp.*, *Aspergillus Niger* y *Lactobacillus Sp.*” (Aларcon y otros, Optimización del proceso de compostaje mediante la introducción de un abono microbial que contiene *streptomyces sp*, *aspergillus niger* y *lactobacillus sp.*, 2019, pág. 25) con el objetivo de optimizar el proceso de compostaje utilizando un fertilizante microbiano, basándose en la combinación de tres microorganismos obtenidos de compostajes en fase de producción, de carácter aplicativo y enfoque mixto. La metodología consistió en aislar e identificar *Streptomyces sp*, *Lactobacillus sp.*, y *Aspergillus niger* y utilizaron en el proceso de producción de un abono microbial. Se obtuvo de resultado óptimo contenido de humedad, alcanzó la temperatura óptima entre 48 y 54° C por un periodo de tiempo prolongado, haciendo uso del inóculo de microorganismo.

Méndez (2019) en su tesis “Evaluación de Microorganismos de Montaña MM como aceleradores de compostaje para la producción de cultivos aromáticos” (p. 35), tuvo como objetivo evaluar los Microorganismos de Montaña (MM) aislados de suelo y determinar su capacidad para acelerar el compostaje y su posible aplicación en cultivos de plantas aromáticas. Se tomaron nueve muestras de suelo compuestas por hojarasca siguiendo un método de muestreo simple al azar. Las muestras se secaron y se tamizaron utilizando un tamiz de 1 mm. Luego se llevó a cabo la bioaugmentación con agua peptonada al 2%. Como resultado, se observó que la adición de microorganismos mejorados (MM) en el proceso de compostaje redujo el tiempo de descomposición de la materia orgánica.

Por su lado Monroy y Prada (2019) en su investigación denominada “Optimización del proceso de compostaje para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Parque Jaime Duque ubicado en el municipio de Tocancipá, Cundinamarca” (p. 31), con el propósito de mejorar el proceso de compostaje en el Parque Jaime Duque, el cual actualmente no se realiza de manera controlada ni tecnificada, se llevó a cabo un estudio experimental con un enfoque cuantitativo. Se analizaron los residuos para determinar su contenido de carbono, nitrógeno y humedad, conformando tres pilas piloto con diferentes relaciones C/N. La investigación sugiere la construcción de una planta de compostaje dentro del Parque, lo que permitiría el control de variables y parámetros esenciales.

Según Karol (2018) en su tesis de investigación “Comparación de dos tipos de compost tratados con diferentes aceleradores biológicos aprovechando los residuos orgánicos del sector de Pianguapí –Esmeraldas” (p. 27), el objetivo de este estudio fue comparar dos tipos de compost elaborados a partir de vegetales y frutas, tratados con distintos aceleradores biológicos, para determinar cuál ofrece la mejor calidad. Se utilizó un diseño experimental factorial completo aleatorizado, con dos factores y dos niveles. Los resultados mostraron que el tratamiento con vegetales y microorganismos eficaces (EMA) presentó los rangos más óptimos durante el proceso de compostaje. Por lo tanto, se concluyó que el tratamiento más eficaz para obtener un compost de alta calidad es el que emplea vegetales y EMA.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según José (2020) en su investigación “Efecto de la regulación del pH y relación C/N en el proceso de compostado con la aplicación de bacterias ácido lácticas en residuos orgánicos” (p. 21), tuvo por objetivo la evaluación el efecto del C/N y de pH sobre el proceso del compostaje, para ello plantearon la metodología la cual consistía en realizar la caracterización de los residuos orgánicos y elaboración del compost, al cual agregaron los tratamientos en forma de combinaciones forrajes de leguminosa, estiércol, cal, melaza, residuos orgánicos y finalmente consorcios microbianos. Finalmente, este trabajo de

investigación contribuyó en la demostración la eficiencia del uso de los consorcios microbianos.

Mejía (2021) en su tesis de investigación titulada “Determinación de la calidad de compost orgánico producido en pilas de compostaje, utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum SPP*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca región Huánuco-Perú-2020- 2021” (p. 42), el objetivo principal de este estudio fue evaluar los factores medibles del tiempo de producción y los parámetros fisicoquímicos y nutricionales para determinar la calidad del compost producido en pilas de compostaje. La metodología incluyó un análisis de varianza unidireccional (ANOVA) para el análisis estadístico. Finalmente, se concluyó que, de los tres tratamientos realizados, el tratamiento 3 mostró todas las características óptimas de un excelente compost orgánico, con un buen equilibrio de macro y micronutrientes.

Loyza y Gallegos (2020) en su artículo, “Efecto del uso de tres tipos de aceleradores biológicos en el compostaje de residuos orgánicos de mercados, parques y jardines de Arequipa” (p. 27), el objetivo del proyecto fue evaluar el efecto de tres tipos de aceleradores biológicos (residuos de matadero, vísceras de pescado y microorganismos eficaces) en el compostaje de residuos provenientes de mercados, parques, jardines y pescaderías. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 (vísceras de pescado) tardó más en estabilizarse, lo que sugiere un mayor tiempo de acción microbiana. Finalmente, se observó que el uso de microorganismos eficaces como inóculo produjo un pH neutro y redujo el tiempo de compostaje.

Guizado (2018) en su investigación “Eficiencia de la gallinaza en la elaboración de compost mediante pilas dinámicas, a partir de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión” (p. 33), el objetivo del proyecto fue evaluar la eficiencia de la gallinaza en la producción de compost mediante pilas dinámicas, utilizando residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión. Como parte de la metodología, se llevó a cabo el proceso de compostaje durante un periodo de 93 días. Los resultados indicaron que el tratamiento 4 presentó

una diferencia significativa. En conclusión, el tratamiento 4 es el más efectivo, ya que produjo partículas degradadas menores de 15 mm, conforme a las recomendaciones de la NCH 2880-2004.

Cupe y Juscamaita (2018) en su trabajo de investigación “Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico” (p. 30), esta investigación tuvo como propósito producir Abono Líquido Acelerado (ALA) a partir de lodos residuales mediante fermentación homoláctica, utilizando el consorcio microbiano B-lac y melaza. En la metodología, se probaron veinticuatro combinaciones diferentes y un control, tratándolos durante 5 días a 40 °C, siguiendo un Diseño Completo al Azar con un arreglo factorial 5x5. En conclusión, el abono orgánico derivado de lodos residuales de la industria cervecera demostró tener una buena calidad agronómica.

2.1.3. Antecedente Local

Según Rengifo (2021) en su tesis de investigación denominada “Optimización del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos, en el distrito de Contamana, Provincia de Ucayali, Departamento Loreto” (p. 25), la investigación se centró en identificar el tratamiento más eficaz para optimizar el compostaje de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Contamana. Para ello, se utilizó un diseño experimental de medidas repetidas de corte transversal. La investigación concluyó que el tratamiento 2 produjo los mejores resultados en términos de desarrollo y calidad del compost, generando 747 kg de compost. Además, este tratamiento mostró valores superiores y una mejor calidad en los parámetros físicos y químicos

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. Compostaje

Es un proceso biológico en el que microorganismos como bacterias, hongos y gusanos descomponen residuos orgánicos para transformarlos en abono natural y rico en nutrientes. Este proceso se realiza en presencia de oxígeno (aerobio) y bajo condiciones controladas de ventilación, humedad y temperatura.

2.2.1.1. Materia Orgánica

Se consideran materiales orgánicos aquellos que provienen de diversas actividades, “como la agricultura, ganadería, los mataderos, residuos forestales, domésticos, lodos de depuradoras de aguas residuales, englobando también a los originados en las industrias agroalimentarias y afines” (Navarro y otros, 1995, pág. 52)

2.2.1.2. Residuos orgánicos

Puede definirse por residuo toda aquella materia derivada de actividades de producción y consumo que no ha alcanzado valor económico y de la cual su poseedor tiene obligación de desprenderse (Navarro y otros, 1995, pág. 39).

Los residuos orgánicos están compuestos tanto por sustancias orgánicas simples y bien definidas, que están directamente relacionadas con su origen, como por sustancias de estructura compleja. Estas últimas se forman frecuentemente durante los procesos de tratamiento de los residuos, debido a la acción de los microorganismos que intervienen en ellos.

2.2.1.3. Residuos orgánicos y su aplicación

Los residuos pueden aplicarse como acondicionador de los suelos cuando son susceptibles de mejorar alguna o algunas propiedades de los mismos, o como fertilizante “Los residuos pueden utilizarse como acondicionadores del suelo si son capaces de mejorar una o varias de sus propiedades, o como fertilizantes, lo que implica como finalidad el aporte de nutrientes para el sostenimiento de la cubierta vegetal” (Navarro y otros, 1995, pág. 43).

2.2.1.4. Proceso de compostaje

El composteo es un proceso natural de degradación biológica aeróbica, en el que diferentes poblaciones microbianas transforman materiales orgánicos mezclados (sólidos o semisólidos) en CO₂ H₂O, calor y un producto final sólido estable, rico en compuestos orgánicos complejos como sustancias húmicas, macro y micronutrientes. “En apariencia es un proceso relativamente sencillo, no obstante, ha sido objeto de múltiples estudios debido a que involucra fenómenos

de la naturaleza física, química y biológica, intrínsecamente relacionados, que pueden ser alterados por factores operacionales” (Cayuela y otros, 2006, pág. 29).

El compostaje se puede describir como una fermentación controlada de residuos orgánicos, un proceso biooxidativo de sustancias heterogéneas que incluye una etapa termófila (de calentamiento) y produce materia orgánica estabilizada. Es un proceso esencialmente microbiológico que depende del crecimiento y la actividad de bacterias y hongos, los cuales provienen principalmente de los propios residuos orgánicos. “Estos microorganismos obtienen nutrientes y energía de los residuos, transformando así el material orgánico en compost estabilizado” (Wilson y otros, 1983, pág. 51).

2.2.1.5. Compost

Es un producto estable con un aroma agradable y muchas propiedades beneficiosas para el suelo y las plantas. Se obtiene mediante la biodegradación de residuos orgánicos en presencia de oxígeno, tales como restos de jardín y residuos orgánicos domiciliarios.

2.2.1.6. Parámetros físicos durante el proceso de compost

- La *temperatura*, La temperatura, según la presencia de organismos mesófilos o termófilos (aquellos que prosperan a temperaturas superiores a 40°C), es crucial para la rápida descomposición, siendo óptima entre 60-70°C con termófilos. En procesos anaerobios con organismos metanogénicos, es recomendable mantener la temperatura alrededor de 30°C.
- La *humedad*, con un óptimo situado entre 40-60 %, aunque en condiciones anaerobias y dependiendo del tipo de reactor, puede requerirse una humedad del 90%.
- El *pH*, con un rango óptimo de 6-7.5, dentro del cual los microorganismos pueden desarrollar su actividad de manera más eficiente.
- La *relación C/N*, con una proporción de 25:1 a 35:1.

- Los *Nutrientes*, la característica química más importante de los sustratos es su composición elemental. La utilidad agronómica de los residuos que pueden ser compostados depende de la disponibilidad de los nutrientes que contienen (Kiehl, 1985). Los microorganismos solo pueden utilizar compuestos simples, por lo que las moléculas más complejas deben descomponerse en formas más simples (por ejemplo, las proteínas se descomponen en aminoácidos y estos en amoníaco) para ser asimiladas.

Entre los constituyentes del sustrato, se destacan el carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P), esenciales como macronutrientes para el desarrollo microbiano. El carbono es crucial para la síntesis celular, formando parte del protoplasma, lípidos, grasas y carbohidratos. Durante el metabolismo, se oxida para generar energía y dióxido de carbono, representando el 50% de las células microbianas y el 25% del dióxido de carbono liberado en la respiración. El nitrógeno es indispensable para la reproducción celular debido a su presencia en proteínas del protoplasma; la calidad del compost como fertilizante está directamente relacionada con su contenido de nitrógeno. Por otro lado, el fósforo es esencial para la formación de compuestos celulares ricos en energía y es clave para el metabolismo microbiano.

2.2.1.7. Fases del proceso de compostaje

El compostaje se desarrolla en condiciones aeróbicas, teniendo en cuenta la humedad y temperatura. Los microorganismos que se encuentran en el proceso de compostaje, con presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) para crear su propia biomasa. Según (Jaramillo & Zapata, 2008) para obtener un compost adecuado, se debe tener en cuenta las siguientes fases.

a) Fase Mesófila (20-40°C)

Esta fase inicial se caracteriza por la actividad que realizan las bacterias y hongos mesófilos. Las bacterias, debido a su tamaño, inician el proceso, multiplicándose y consumiendo los carbohidratos más fácilmente degradables, lo que eleva la temperatura del material desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente 40°C.

b) Fase Termófila (40-60°C)

En esta fase, la temperatura aumenta a un rango de 40-60°C. Los organismos mesófilos desaparecen, las malas hierbas mueren, y los organismos termófilos comienzan la degradación. Durante los primeros seis días, la temperatura debe alcanzar y mantenerse por encima de los 40°C para reducir o eliminar patógenos perjudiciales para humanos y plantas de cultivo. A temperaturas muy elevadas, muchos microorganismos esenciales para el proceso mueren o no crecen debido a la esporulación. En esta etapa, se degradan ceras, proteínas y hemicelulosas, mientras que la lignina y la celulosa se degradan mínimamente. Además, se desarrollan numerosas bacterias formadoras de esporas y actinomicetos.

c) Fase Enfriamiento (40-45°C)

La temperatura disminuye desde el máximo alcanzado durante el proceso hasta aproximarse a la temperatura ambiente. El material fácilmente degradable se va consumiendo, los hongos termófilos desaparecen, y el proceso continúa gracias a los organismos esporulados y actinomicetos. Durante esta etapa, los hongos termófilos presentes en las zonas menos calientes del proceso completan la degradación de la celulosa.

d) Fase Maduración (50-20°C)

La fase de maduración es el complemento final de las fases de fermentación, con una disminución en la actividad metabólica. El producto permanece en esta fase aproximadamente 20 días.

2.2.2. Aceleradores Microbianos

Son compuestos (como la vacaza, gallinaza y otros) que contienen microorganismos específicos diseñados para acelerar la descomposición de materia orgánica en procesos como el compostaje. Estos microorganismos, que pueden incluir bacterias, hongos y otros, actúan descomponiendo rápidamente los residuos orgánicos, transformándolos en compost de alta calidad en menos tiempo.

2.2.2.1. Activadores

Los activadores ayudan a que el proceso de compostaje sea más rápido, haciendo que la temperatura sea adecuada para matar patógenos y evitando que gran parte del material sea oxidado por los microorganismos, lo cual evitará que se reduzca la cantidad de producto elaborado. Para evitar esto se tiene que “reducir la relación C/N inicial mediante la adición de un activador que contiene nitrógeno extra en forma más reactiva, lo cual provocará que se reduzca la cantidad de materia orgánica oxidada para alcanzar la relación C/N final, aumentando por lo tanto la producción de compost” (Dalzell y otros, 1991, pág. 28)

2.2.2.2. Inoculantes

Dado que el compostaje se basa principalmente en la actividad de los microorganismos para descomponer la materia orgánica, es razonable anticipar que el proceso se optimice mediante la adición de inoculantes de cultivos especiales de bacterias. Para ello, “se puede utilizar compost maduro reciclado en dosis del 1 al 2%, lo que aportará microorganismos adaptados a los residuos frescos en una nueva pila. Además, es posible inocular la pila con bacterias fijadoras de nitrógeno, entre otras” (Dalzell y otros, 1991, pág. 37)

2.2.2.3. Microorganismos

Según Higa (2002), menciona que “el descubridor de los microorganismos, demostró que son microbios benéficos de origen natural que al ponerse en contacto con la materia orgánica secreta sustancias útiles, existen tipos de microorganismos presentes en el compostaje como los hongos,

bacterias foto tróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación” (p.52). Además, Álvarez (1992) manifiesta que, “los hongos se conocen entre 80 000 y 100 000 especies de hongos y entre ellos encontramos los mohos que se desarrollan sobre la materia orgánica en descomposición, las levaduras que son abundantes sobre la superficie de los frutos maduros, hongos patógenos en plantas”(p.28). Todos carecen de clorofila y son heterótrofos y que adquieren energía necesaria a través de la descomposición de la materia orgánica. El cuerpo vegetativo de un hongo consiste en una serie de numerosos filamentos ramificados, denominados hifas, todos ellos de gran interés agrícola, omicetos, zigomicetos, ascomicetos, basidiomicetos y hongos imperfectos.

Núñez (1992) menciona que, “los microorganismos como hongos (actinomicetos y ascomicetos) y bacterias, en condiciones controladas, pueden proporcionar grandes cantidades de materia orgánica a bajo costo para mejorar la productividad del suelo” (p.64). La descomposición de estos residuos se realiza bajo condiciones específicas de humedad y temperatura. Los residuos animales y vegetales, por su parte, son fertilizantes potenciales que incrementan el contenido orgánico de los suelos. Estos materiales pueden ser mejorados mediante compostaje, un proceso de descomposición biológica de residuos orgánicos en condiciones controladas, que puede proporcionar grandes cantidades de materia orgánica a bajo costo para enriquecer los suelos.

En cuanto a las bacterias de ácido láctico, estas producen el ácido láctico del azúcar y de otros hidratos de carbono que producen las bacterias fotosintéticas y la levadura. El ácido láctico obra como una fuente esterilizadora: oprime los microorganismos dañinos y fomenta una rápida descomposición del material orgánico. Las levaduras emplean los carbohidratos producidos por los organismos fototrópicos para generar sustancias antimicrobianas y hormonas que favorecen la división celular y el crecimiento de las raíces de las plantas.

2.2.2.4. Aditivos para acelerar el proceso de compostaje

La incorporación de aditivos en el proceso de compostaje, como activadores e inoculantes, se emplea para acelerar dicho proceso. “Su utilización se justifica por la amplia variedad y calidad de los materiales empleados en la elaboración del compost, lo que dificulta alcanzar las condiciones óptimas para iniciar el proceso, afectando así la calidad del producto final” (Dalzell y otros, 1991, pág. 35).

a) Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*)

Boarini, (2006), indica que en la producción mundial de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), el Perú tiene una producción anual de 9 100,000 toneladas métricas (TM); que genera un residuo leñoso, resultante de la extracción del jugo de la caña, su composición es de la siguiente manera: tiene una humedad aproximada que va desde 46% - 52%, fibra celulosa de 43% - 52% y sólidos solubles de 2% - 6%. FAO (2013), menciona que, “el alto nivel de relación carbono/nitrógeno (C/N) es de 104:1, que ayudar a la producción del compost orgánico, pero su degradación es lenta y se puede contrarrestar con el proceso de picado a partículas de van desde los 5 a 7 centímetros”

b) Vacaza o estiércol de ganado vacuno

La Unión Europea (2012) afirma que “este material es muy rico en humedad y nitrógeno, su humedad hace que el equilibrio con material rico en carbono sea excelente” (p.106), por ende, hay que adicionarle menos agua, además que presenta una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 20-30/1 y que puede formar el compost orgánico en un periodo de 2 a 5 meses. Pedraza (1985) menciona que, “el estiércol no tratado de las vacas y demás ganados similares son grandes fuentes contaminantes del medio ambiente, principalmente la del suelo, seguido del manto freático, los gases que producen el efecto invernadero (GEI)” (p.47), pero gracias a la composición física y química que posee; 12% en materia seca, 15 % de ceniza, 2% de nitrógeno (N), 0,4% de fósforo (P), 1,2%

de potasio (K) y 1,1% de calcio (Ca); es idóneo para la elaboración de compost orgánico y fertilizante de las plantas.

c) Gallinaza

La gallinaza es procedente de la industria de criaderos de gallinas y pollos (avícola), las cuales en su crianza tienen cientos de estos animales que son destinados para la producción de carne y huevos. El estiércol de la gallina es negativo para el medio ambiente pues ellos contienen elementos como el nitrógeno, además de que son húmedos. Pero estas condiciones y composición pueden servir para su aprovechamiento como materia prima en el compostaje, pues en combinación con una fuente alta en carbono se lograría la producción de un sustrato que se tendría que evaluar. Sin embargo, existen quienes afirman “el rechazo de este residuo puesto que la crianza de los pollos y gallinas ha implementado mucha química en su industria”. (Martinez, 2005, pág. 64).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo presenta un enfoque cuantitativo, de acuerdo a (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) significa que “utiliza la recolección de datos para comprobar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de constituir pautas de comportamiento y probar teorías”.

La investigación es del tipo aplicada, está basado en “desarrollar pruebas para obtener resultados” (VIU, 2023, pág. 32). Además, el nivel de investigación es descriptivo correlacional de acuerdo a Hernández-Sampieri & Mendoza, (2018) porque “pretende recoger información de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas”.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

La población estuvo conformada por el sector II-B del Distrito de Yarinacocha, para la recolección de los residuos orgánicos. Teniendo en cuenta el último reporte anual del año 2022 emitido por el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), con los datos que los funcionarios de la Municipalidad de Yarinacocha elevan a la plataforma mencionada, se obtiene que, el distrito de Yarinacocha alberga una población de 181,646 habitantes, con una Generación Per Cápita de 0.55 Kg/hab./día, generándose 23.541,35 t/año de residuos sólidos domiciliarios.

Figura 1

Mapa de localización del Distrito de Yarinacocha



Figura 2

Plano de los sectores del Distrito de Yarinacocha



municipales, dato obtenido mediante la Sub Gerencia de Limpieza Pública de la Municipalidad Distrital de Yarinacocha. Además, se identificó puntos de generación de Vacaza, gallina y Lodos de PTAR para las gestiones respectivas y permisos que conllevaron al fácil acceso y recolección de los aceleradores microbianos considerados en el proyecto.

Asimismo, se estableció las fechas exactas para los trabajos a realizar en campo, donde se adquirió los equipos de protección personal que se utilizó en todo el proceso de obtención del compost y se solicitó cotización con el laboratorio acreditado para el estudio de las muestras, así obtener un resultado confiable.

3.3.2. Trabajo en Campo

a) Recolección de muestras de residuos orgánicos

Se realizó la recolección de los residuos sólidos del sector el sector II-B del Distrito de Yarinacocha, en este caso las viviendas fueron las aportantes del material orgánico, de manera específica de un total de 100 viviendas, recolectando un total de 220 kg de muestra de residuos sólidos orgánicos. Previamente se coordinó con los representantes de cada vivienda, dejando con anterioridad una bolsa negra, de esta manera proporcionaron el residuo orgánico. Es necesario mencionar que para la identificación las características físicas de los residuos orgánicos domiciliarios, se dividió por tipos de residuos encontrados en las bolsas negras recolectadas de las viviendas, para de esta manera saber la composición física de los residuos orgánicos domiciliarios, información se obtuvo aplicando el método del cuarto, se realizó la selección de 1 de las 4 divisiones efectuadas y se verificó la cantidad y tipo de residuos recolectados de las viviendas del sector II-B del distrito de Yarinacocha.

b) Recolección de muestras de vacaza, gallinaza y lodos de PTAR (aceleradores microbianos)

En primer lugar, se identificó los lugares donde hay mayor generación de los residuos de Vacaza, Gallinaza y lodos de PTAR. En el caso de la vacaza las muestras recolectadas fueron de la Ganadería de la Universidad Nacional de Ucayali, previamente se realizó la elaboración la respectiva documentación para

el permiso correspondiente y obtener sin mayor percance muestras de vacaza. Se procedió a realizar la recolección haciendo uso de pala y bolsas negras herméticas, sumando un total de 04 bolsas recolectadas.

Posteriormente, mediante las gestiones para los permisos a empresas galponeras, hubo acceso a una de ellas y se realizó la recolección de los residuos de gallinaza con el uso de una pala y en este caso un balde, ya que la gallinaza mostraba indicios de humedad y así se evitó complicaciones en el traslado, con el uso de este material siendo más estable.

Y para finalizar, se recolectó los residuos de lodos provenientes de la estación con Lagunas de Estabilización de la empresa EMAPACOP S.A., previa coordinación con la administración y el Ingeniero encargado de la Estación, ejecutándose el recojo de los residuos, siempre se tuvo en cuenta el uso de los equipos de protección personal, el protocolo para salvaguardar la bioseguridad, esto evitó la contaminación con este tipo de residuo, se dispuso los residuos en bolsa herméticas negras y para asegurar el traslado del residuo se colocó una vez más en baldes, totalmente herméticos.

c) Construcción de cajas de madera donde se llevó a cabo el proceso de compostaje

Para la construcción de cajas de madera en el proceso de compostaje, se tuvo en cuenta aspectos como la aireación, la durabilidad, el drenaje, y la capacidad para contener los residuos orgánicos y muestras de vacaza, gallinaza y lodos de PTAR.

Además, se cortó los tablones de 1.2 metros y los listones de 1x4 pulgadas en varias piezas de 1 metro de longitud para construir las paredes laterales y dar estabilidad a las cajas. Estas piezas fueron aseguradas en cada esquina para formar un rectángulo de madera. Se instaló las paredes laterales en tres lados de la caja (dejando un lado abierto o más accesible si es necesario para la manipulación del compost), y en el lado superficial, en forma de una tapa se colocó malla metálica, para la ventilación y evitar el acceso a vectores externos producto de la descomposición de los residuos. Se colocó la caja de compostaje en un lugar donde los lixiviados puedan drenarse, con suficiente sombra para evitar que el compost se seque demasiado rápido, pero también

expuesto al aire para promover la ventilación. Si es necesario, elevar la caja ligeramente del suelo, en este caso la caja contaba con listones para elevarse unos centímetros, esto con la finalidad de mejorar el drenaje y evitar el contacto directo con el suelo, lo que podría atraer plagas.

d) Proceso de mezcla de los residuos orgánicos y aceleradores microbianos de manera homogénea

Es importante mencionar que antes de una mezcla de los residuos orgánicos y los aceleradores microbianos, se trituro los residuos orgánicos obtenidos de las viviendas del sector II-B del Distrito de Yarinacocha. Este proceso de trituración de los residuos orgánicos recolectados es crucial en el proceso de compostaje, ya que al reducir su tamaño se acelera la descomposición y mejora la calidad del compost final.

La remoción de los residuos orgánicos es importante, esta parte del proceso se realizó con una pala para asegurar se distribuyeran de manera uniforme por toda la extensión de la cama compostera antes de añadir los aceleradores microbianos. Este paso facilitó una distribución inicial uniforme del tamaño de las partículas.

Los aceleradores microbianos se añadieron de manera uniforme sobre los residuos orgánicos. En este caso se utilizó como aceleradores Vacaza, Gallinaza y Lodos de PTAR, estos se vertieron de manera homogénea, se espolvorearon de manera uniforme.

La mezcla de los residuos y los aceleradores microbianos se llevó a cabo mediante volteadores de compost y herramientas manuales. Se realizó un control regular de la humedad, pH y temperatura, ajustando estos parámetros a medida que avanzaba el proceso.

e) Registro diario de temperatura, pH y humedad del proceso de compostaje

De manera diaria se registró por tres veces al día durante más de 30 días la temperatura, pH y humedad de la mezcla colocada en las camas composteras mediante el uso de un termómetro, se insertó el termómetro en al menos tres puntos de la cámara compostera con los residuos orgánicos mezclados con

acelerador de Vacaza, se anotó la temperatura de cada punto y se obtuvo un promedio de los 3 datos de temperatura, de la misma manera se procedió con las otras mezclas donde se utilizó Gallinaza y Lodos de PTAR.

El contenido de humedad de los residuos triturados se midió y ajustó de acuerdo al requerimiento de cada cama compostera. Es necesario mencionar que la humedad óptima para el compostaje debe estar entre el 50% y el 60%. Si los residuos están demasiado secos, se añade agua de manera uniforme.

f) Volteo permanente del proceso de compostaje y adición de agua en caso pérdida humedad

Para que se cumpla un eficiente proceso de compostaje, se realizó volteos permanentes de las mezclas de residuos orgánicos y aceleradores microbianos, además de la adición de agua, con la finalidad de mantener la humedad del compost, airear la pila y mantener la temperatura adecuada. Esto generó que se acelere la descomposición y se evite la compactación que pudo haber creado zonas anaeróbicas (sin oxígeno), mencionar que al no haber presencia de oxígeno se ralentiza el proceso y genera malos olores.

g) Toma de muestras que se envió al laboratorio para análisis de parámetros de compost

Para finalizar, una vez preparada con los equipos de protección personal, que en todo el proceso del proyecto se utilizó guantes, mandiles, toca, mascarillas y se procedió a la toma de muestras de las repeticiones que se realizaron, esto con el uso de pala pequeña y bolsa ziploc, en donde se colocó las diferentes muestras, para este procedimiento se usó 2 bolsas ziploc de 500 kg por muestra de mezcla de residuos orgánicos con vacaza al 10%.

Tabla 1

Descripción de procedimientos

Materiales	
Variable independiente	X: Aceleradores microbianos
	Recolección de muestras de residuos orgánicos
	Recolección de muestras de vacaza, gallinaza y lodos de PTAR (aceleradores microbianos)
	Construcción de cajas de madera donde se llevó a cabo el proceso de compostaje
	Proceso de mezcla de los residuos orgánicos y aceleradores microbianos de manera homogénea
	Registro diario de temperatura, pH y humedad del proceso de compostaje
	Volteo permanente del proceso de compostaje y adición de agua en caso pierda humedad
	Toma de muestras que se envió al laboratorio para análisis de parámetros de compost.

3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnica

La técnica utilizada es la observación, dado que las variables no se mantienen aisladas, actúan en conjunto para recolectar datos, en este caso se observó el proceso de la degradación de la materia orgánica inoculada con los aceleradores microbianos para la obtención del compost.

3.4.2. Instrumento

Con respecto al instrumento de recolección de datos, se utilizó fichas de registro de datos, para una mejor sistematización de la observación, toda vez que permite mantener un proceso uniforme, ordenado y metódico de

examinación y registro de información escrita de manera concisa. Asimismo, puede observar en el Anexo 2 el empleo de las fichas de registro de datos.

3.4.3. Materiales y Métodos

Tabla 2

Materiales, equipos e insumos para la recolección de datos

I		
Materiales		
1.1	Bolsas de polietileno	Recolección de los residuos sólidos orgánicos, gallinaza, vacaza y lodos residuales de PTAR.
1.2	Tachos de residuos	Almacenamiento y determinación de la composición.
1.3	Wincha	Determinar la medida de las camas composteras
1.4	Bolsa Hermética	Recolección de muestra
1.5	Caja Hermética	Traslado de muestra al laboratorio
1.6	Guantes de Jefe	Seguridad en los procedimientos de recolección
1.7	Mandiles	Seguridad en los procedimientos de recolección
II		
Equipos		
2.1	Balanza Digital	Pesaje de los insumos
2.2	Termómetro digital	Medición de la temperatura de las pilas composteras
III		
Insumos		
3.1	Residuos orgánicos	Residuos domiciliarios orgánicos
3.2	Pilas composteras	Compostar los residuos sólidos
3.3	Aceleradores Microbianos	Los aceleradores microbianos serán utilizados en el proceso del compostaje para la degradación de la materia orgánica. - Vacaza - Gallinaza - Lodos residuales de PTAR

3.4.4. Parámetros de Calidad

Tabla 3

Parámetros de Calidad del compost

Parámetro	Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO)	Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana (IIAP) Iquitos	Norma Técnica Chilena 2820*
CE (dS.m-1)		2.0 - 4.0	3A, 8B
pH	6.5 - 8.5	7.0 - 8.3	5.0 - 8.5
Materia Orgánica (%)	> 20	-	>=20
Humedad (%)	30 - 40	-	30 - 45
Nitrógeno Total (%)	0.3 - 1.5	0.8 - 1.5	>=0.5
P2O5 (%)	0.1 - 1.0	0.4 - 1.0	-
K2O (%)	0.3 - 1.0	0.6 - 1.5	-
CaO (%)	-	2.0 - 6.0	-
MgO (%)	-	0.2 - 0.7	-
C:N	10:1 - 15:1	-	<= 25A, <= 30B

Nota: (Castillo, 2019) (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010).

3.5. PROCESAMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleó el programa SPSS y Microsoft Excel para desarrollar la estadística descriptiva con Barras de error típico de las medias, cada vez que se repitió un estudio, el resultado fue diferente, debido al llamado error de muestreo. Se tuvo en cuenta la siguiente condición: Si la medida es buena (la muestra es grande, los instrumentos precisos), entonces la variación entre muestreo y muestreo, no tendría diferencia significativa, sino que las medidas serán bastante consistentes.

Hipótesis Nula: Los aceleradores microbianos permiten obtener compost en un tiempo mayor de 35 días.

Hipótesis de Investigación: Los aceleradores microbianos permiten obtener compost en un tiempo óptimo de 35 días.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aumento de los centros urbanos, conlleva al incremento de la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), el cual es un reto significativo, pero con la implementación de estrategias adecuadas el panorama del inadecuado manejo de residuos sólidos mejoraría.

En 2016, la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) a nivel mundial alcanzó los 2.01 mil millones de toneladas, con una producción per cápita de 0.74 kg/persona/día, fluctuando entre 0.11 y 4.54 kg/persona/día. Esta tasa de generación varía según la región, el país e incluso dentro de las ciudades, generalmente aumentando con el desarrollo económico y la urbanización. En América Latina y el Caribe, se generaron 231 millones de toneladas de RSU en 2016, con una producción per cápita de 0.99 kg/persona/día, oscilando entre 0.41 y 4.46 kg/persona/día. (Kaza y otros, 2018, pág. 75).

A continuación, detallamos los resultados obtenidos después de llevar a cabo las mezclas correspondientes entre la materia orgánica y los aceleradores microbianos.

4.1. IDENTIFICACIÓN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS

La composición física de los residuos sólidos domiciliarios generados por las familias del sector II-B del Distrito de Yarinacocha, fue estimado mediante el uso de la Guía Para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Ministerio del Ambiente. MINAM (2019) la guía Para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, donde el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM) permitió determinar: La generación de residuos sólidos por cada habitante por día o generación per cápita (GPC), el cual es un dato comparable entre diferentes ámbitos del estudio. La generación total de residuos del municipio se calculó en función de la cantidad de habitantes. La

composición por tipo de residuos, permite recomendar diversas estrategias de intervención, como la valorización de materiales orgánicos o inorgánicos.

En este trabajo de investigación se recogió los residuos sólidos orgánicos municipales del sector 2B del Distrito de Yarinacocha, de un total de 100 viviendas y 220 kg de muestra de residuos sólidos orgánicos domiciliarios. Cuyos resultados se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4

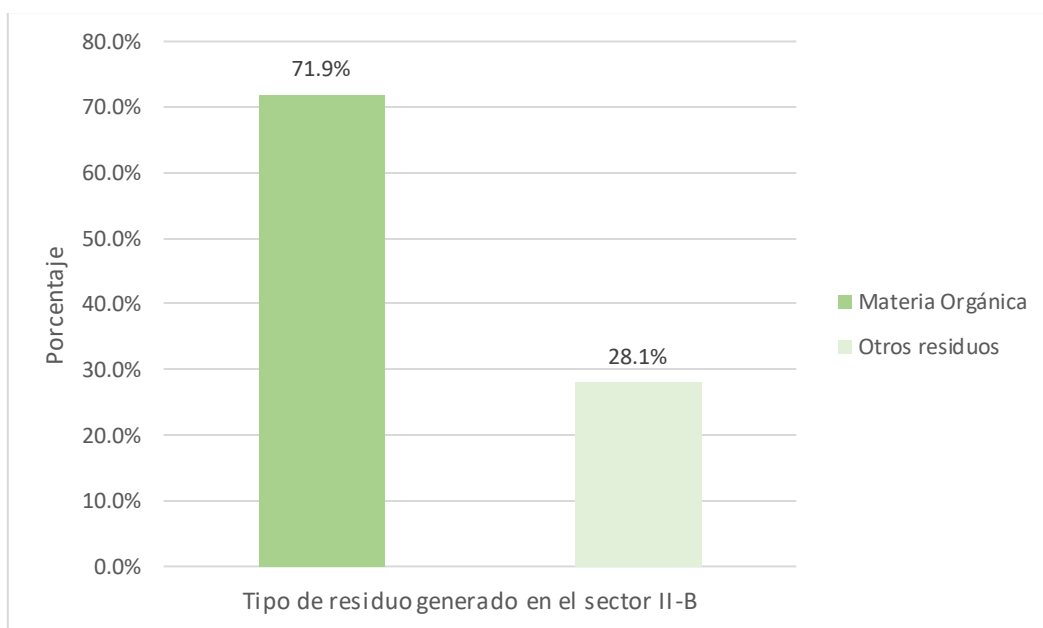
Composición física de los residuos sólidos del Sector 2B

Tipo de residuos generados en el Sector	Porcentaje (%)
Residuos Aprovechables	89.4%
Residuos Orgánicos	71.9%
1 Materia orgánica (restos de comida, fruta, etc.)	71.9%
Residuos Inorgánicos	17.5%
2 Papel (blanco, color, periódico, mixto)	1.3%
3 Cartón (Blanco, Marrón, Mixto)	1.4%
4 Vidrio	1.0%
5 Plástico PET (botellas de gaseosas, agua, aceites)	3.6%
6 Plástico PEAD (frascos de detergentes, lejía, champú, juguetes, etc.)	1.1%
7 PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	1.3%
8 PP-polipropileno (PP-5) (baldes, tinas, rafia, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales, rafia, ayudin)	0.8%
9 PS-Poliestireno (PS-6) (tecnopor, tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.7%
10 Plástico PVC (tuberías de agua, desagüe, mangueras, pelotas, inflables, planta de zapatillas, caños)	1.0%
11 Tetrapack	0.8%
12 Metales ferrosos (latas de fierro, marcos, etc.)	1.3%
13 Metales no ferrosos (latas de aluminio, cobre, etc.)	0.7%

14	Textiles (Telas)	1.5%
15	Caucho, cuero, jebe	1.0%
	Residuos no aprovechables	10.6%
16	Bolsas plásticas de un solo uso	3.3%
17	Porcelana, losa rota	0.6%
18	Pilas	0.5%
19	Fluorescentes, focos	0.4%
20	Residuos sanitarios (pañales, toallas higiénicas)	1.8%
21	Restos de medicinas	0.5%
22	Material inerte (tierra, arena, polvo)	1.0%
23	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	0.8%
24	Otros	1.7%

Figura 4

Porcentaje del tipo de residuo generado en el Sector II-B



Respecto a los resultados de la composición física de los residuos domiciliarios, el tipo de residuo que más se genera es la materia orgánica con 71.9% y otros residuos (Residuos Inorgánicos: Papel (blanco, color, periódico, mixto), Cartón (Blanco, Marrón, Mixto), Vidrio, Plástico PET (botellas de

gaseosas, agua, aceites), Plástico PEAD (frascos de detergentes, lejía, champú, juguetes, etc.), PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film), PP-polipropileno(PP-5) (baldes, tinas, rafia, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales, rafia, ayudin), PS-Poliestireno(PS-6) (Tecnopor, tapas cristalinas de CDs, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla), Plástico PVC (tuberías de agua, desagüe, mangueras, pelotas, inflables, planta de zapatillas, caños), Tetrapack, Metales ferrosos (latas de fierro, marcos, etc.), Metales no ferrosos (latas de aluminio, cobre, etc.), Textiles (Telas), Caucho, cuero, jebe, Residuos no aprovechables: Bolsas plásticas de un solo uso, Porcelana, losa rota, Pilas, Fluorescentes, focos, Residuos sanitarios (pañales, toallas higiénicas), Restos de medicinas, Material inerte (tierra, arena, polvo), Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), Otros) con un total de 28.1%.

En nuestro país, los residuos sólidos municipales están compuestos por un 54.5% de desechos orgánicos, un 20.3% de materiales reciclables y un 25.2% de otros tipos de residuos. El Perú Genera más de 24 000 TN de residuos sólidos por día de los cuales 8 000 TN son generadas por lima. Los residuos sólidos urbanos generados a nivel municipal como resultado de actividades de consumo están vinculados al crecimiento económico de las ciudades, a factores demográficos y a la distribución espacial de la población (densidad poblacional). Además, estos residuos están determinados por los hábitos de consumo de la población (Araiza y otros, 2017, pág. 41).

La generación de residuos puede considerarse como un costo negativo asociado al consumo de bienes y servicios en nuestra sociedad, sin embargo, el compostaje se presenta como una oportunidad económica y viable técnicamente para aprovechar los residuos orgánicos, sobre todo, con esto nos insertamos en la economía circular y la gestión adecuada de residuos.

Asimismo, algunos autores mencionan que, debido al impacto que tienen los residuos sobre el medioambiente urbano, es necesario identificar la relación funcional causa y efecto entre la emisión de residuos y el crecimiento económico asociado al auge de las ciudades (Madden y otros, 2019).

Dinda (2005), consecuentemente, este estudio se centra exclusivamente en el sector económico del consumidor final (hogares, oficinas, comercios y escuelas). Aunque futuros estudios podrían incluir residuos del sector agrícola, residuos peligrosos (hospitalarios e industriales) u otros, es importante considerar que la relación entre las variables de crecimiento económico, ingreso y generación de residuos podría variar en estos casos (p.72)

De esta forma en esta investigación se identificó mayor generación de residuos orgánicos, en las que influyen diferentes factores para su generación en mayor porcentaje, sin embargo, el índice se aprovecharía para la generación de compost en diferentes escalas.

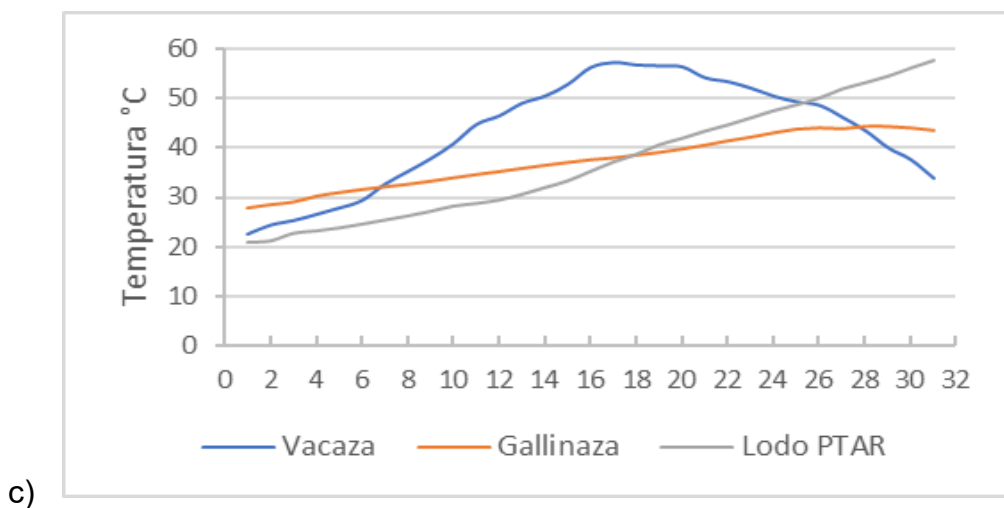
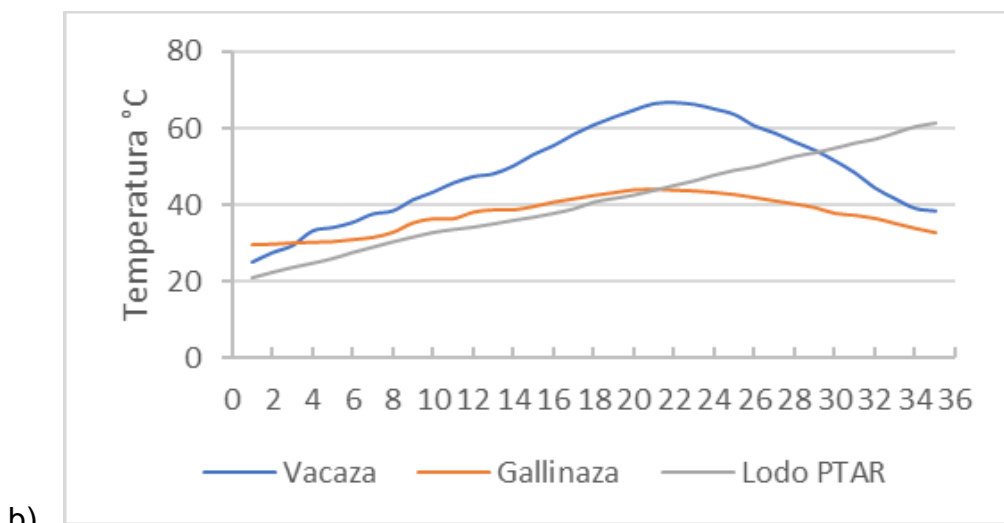
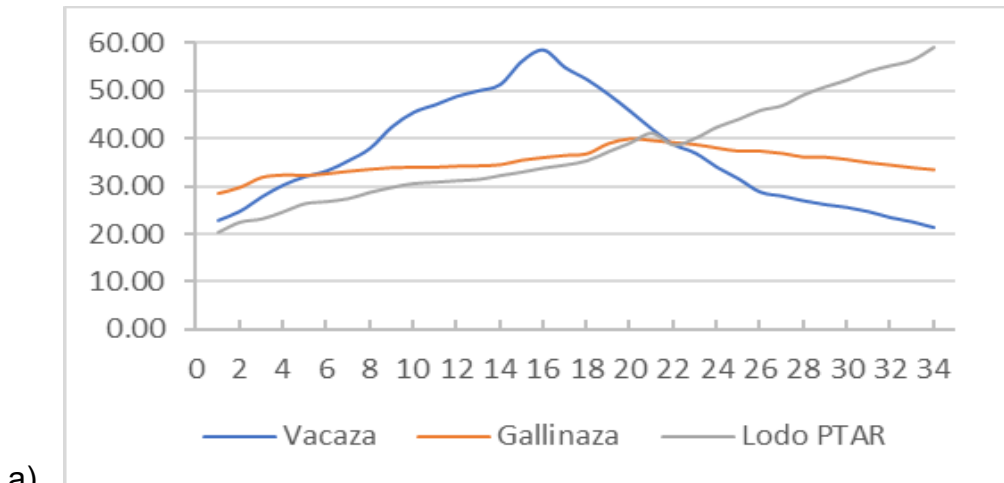
4.2. INOCULACIÓN DE LOS ACELERADORES MICROBIANOS (GALLINAZA, LODO PTAR, VACAZA) EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE.

Conforme se avanzó con el proceso de compostaje se evidenció la ausencia de olores desagradables y presencia de vectores como moscas, sobre todo en el tratamiento con lodos de PTAR en las tres repeticiones, la calidad del compost se evaluó durante más de 30 días, donde se logró obtener compost adecuado en 33.33 días en promedio, correspondiente a la mezcla de vacaza con residuos orgánicos domiciliarios como se observa en las tres repeticiones, donde se encontró que los parámetros se encuentran acorde a un compost estandarizado.

En las tres repeticiones se evaluó la temperatura todos los días, respecto a la vacaza los valores extremos no presentaron diferencias significativas y la variación de la curva de temperatura en las tres repeticiones de la vacaza fue conforme al proceso estándar del proceso de compostaje (Figura 5a, 5b y 5c). El compostaje es realizado por una población diversa de microorganismos con especies de bacterias, hongos y actinobacterias que se alternan en las diferentes fases de degradación del material (Awasthi, et al., 2018).

Figura 5

Resultados de la variación de temperatura en las pilas de compost: a) repetición uno; b) repetición dos; c) repetición tres respecto al tiempo de descomposición.



En la primera repetición respecto a la pila de compostaje con Vacaza, durante la primera semana, se constató una temperatura promedio de 30.42°C, mientras que en la segunda semana se alcanzaron los valores más altos, con temperaturas cercanas a los 50°C, en las semanas tres y cuatro la temperatura fue bajando ligeramente hasta llegar a un promedio de 25.77 °C (Figura 5a), en esta misma repetición respecto al comportamiento de la temperatura para gallinaza fue avanzado ligeramente y sus valores no concuerdan con el proceso estándar de obtención de compost, así también respecto a lodos de PTAR los valores de temperatura muestran una elevación llegando a un máximo de casi 60 °C, sin embargo estos dos últimos no completaron el ciclo en el tiempo previsto la obtención de compost. La temperatura es crucial para el crecimiento de microorganismos. No solo la dinámica de las poblaciones, sino también el metabolismo microbiano depende en gran medida de la temperatura. La temperatura también juega un papel importante en el control del proceso de compostaje debido a su efecto sobre la estructura de la población microbiana (Meng y otros, 2018).

En la segunda repetición respecto a la pila de compostaje con Vacaza, durante la primera semana, se registró una temperatura promedio de 32.66°C mientras que en la semana dos se registraron los valores más altos con valores cercanos a 50 °C, en las semanas tres el promedio registrado es de 63.79 °C y cuatro la temperatura fue bajando ligeramente llegando a un promedio de 50.56 °C (Figura 5b), en esta misma repetición respecto al comportamiento de la temperatura para gallinaza fue avanzado ligeramente y sus valores no concuerdan con el proceso estándar de obtención de compost, así también respecto a lodos de PTAR los valores de temperatura muestran una elevación llegando a valores superiores a 60 °C, sin embargo estos dos últimos no completaron el ciclo en el tiempo previsto la obtención de compost.

En la tercera repetición respecto a la pila de compostaje con Vacaza, durante la primera semana, se registró una temperatura promedio de 28.11 °C mientras que en la semana dos se registraron los valores más altos con valores cercanos a 48 °C, en las semana tres la temperatura fue subiendo ligeramente hasta llegar a un promedio de 54.87 °C (Figura 5c), y en la cuarta semana la temperatura fue descendiendo hasta llegar a 34 °C ,en esta misma repetición

respecto al comportamiento de la temperatura para gallinaza fue avanzado ligeramente y sus valores no concuerdan con el proceso estándar de obtención de compost, así también respecto a lodos de PTAR los valores de temperatura muestran una elevación llegando a un valor de casi 60 °C, sin embargo estos dos últimos no completaron el ciclo en el tiempo previsto la obtención de compost.

Durante el proceso de compostaje, una serie de poblaciones de microorganismos se desarrollan de manera compleja, influenciadas por cambios en la temperatura, disponibilidad de nutrientes, concentración de oxígeno, contenido de agua, pH y la acumulación de compuestos antibióticos (Laich, 2010). De estas las poblaciones las más importantes son: bacterias, actinomicetos y hongos filamentosos (Cariello y otros, 2007, pág. 49)

Salazar (2014) manifiesta que, “el compostaje aeróbico típico es un proceso de autocalentamiento en el que el metabolismo microbiano impulsa la temperatura por encima de 50 °C, seguidas de temperaturas altas sostenidas entre 60 y 80 °C, y luego seguidas de un enfriamiento gradual de la pila de abono.

“Es crucial asegurar una adecuada aireación para mantener el proceso en condiciones aerobias, además de mantener una humedad cercana al 50% en base húmeda (%Hbh) para facilitar la actividad de los microorganismos descomponedores”. (Escobar y otros, 2012, pág. 55).

4.3. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS ACELERADORES MICROBIANOS EN EL COMPOST.

Tabla 5

Estándares de compost según IIAP y FAO.

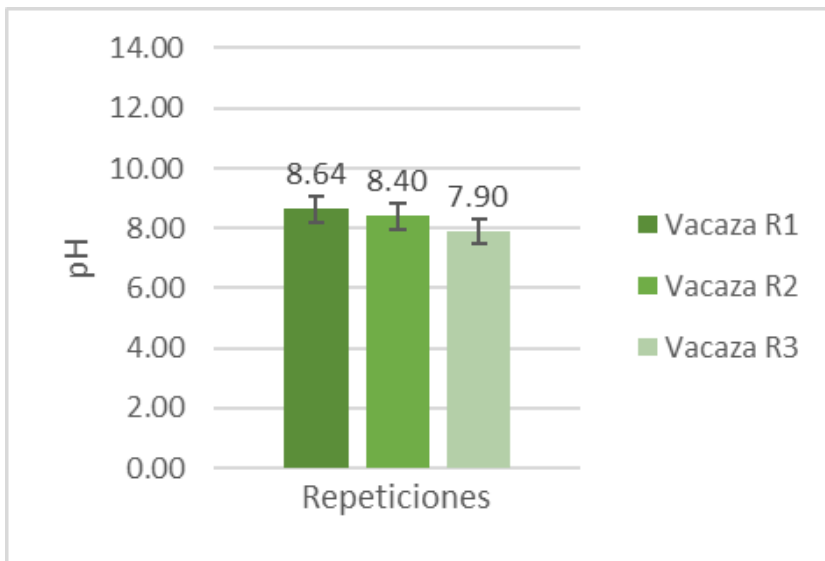
Parámetro	FAO	IIAP	Parámetro	Vacaza R1	Vacaza R2	Vacaza R3	Prom Vacaza
CE (dS.m-1)		2.0 - 4.0	CE	6.07	6.00	5.40	5.82
pH	6.5 - 8.5	7.0 - 8.3	pH	8.64	8.40	7.90	8.31
Materia Orgánica (%)	> 20	-	Materia Orgánica				
Humedad (%)	30 - 40	-	Humedad				
Nitrógeno Total (%)	0.3 - 1.5	0.8 - 1.5	Nitrógeno	1.14	1.20	0.95	1.10
P2O5 (%)	0.1 - 1.0	0.4 - 1.0	Fósforo	0.85	0.78	0.92	0.85
K2O (%)	0.3 - 1.0	0.6 - 1.5	Potasio	2.74	1.90	2.00	2.21
CaO (%)	-	2.0 - 6.0	Calcio	0.83	1.70	1.30	1.28
MgO (%)	-	0.2 - 0.7	Magnesio	0.98	0.75	0.50	0.74
C:N	10:1 - 15:1	-	C:N				
Tiempo de obtención (días)	150	150	Tiempo de obtención	34.00	35.00	31.00	33.33

Nota: (Castillo, 2019) (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2010).

Haung (1980) manifiesta que, las características químicas importantes de los estiércoles son: pH, conductividad eléctrica, nutrientes, metales tóxicos y otras propiedades bioquímicas.

Figura 6

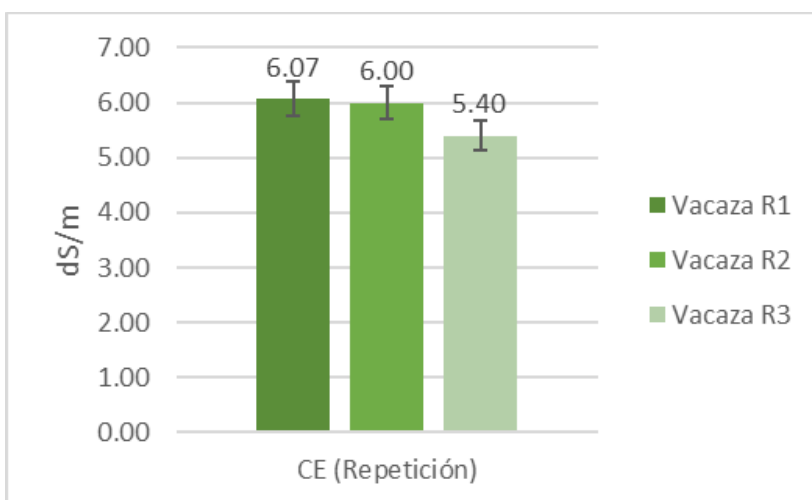
Resultados de la variación de pH en las repeticiones con Vacaza al 10%



Respecto a los resultados obtenidos sobre la variación del pH de la pila de compostaje con Vacaza, podemos observar que el valor de pH más alto es 8.64 correspondiente a Vacaza R1, el valor más bajo 7.90 resultado del análisis de Vacaza R3 y un resultado intermedio de la Vacaza R2 obteniendo un valor de 8.40 pH.

Figura 7

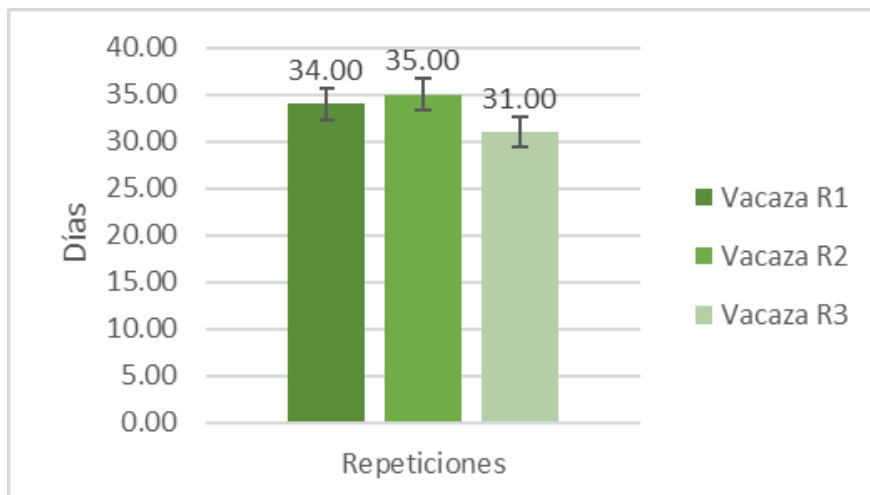
Resultados de la variación de la conductividad eléctrica en las repeticiones con Vacaza al 10%



La variación de la conductividad eléctrica en Vacaza R1 y Vacaza R2 muestra una diferencia no considerable, siendo el valor más alto 6.07 (dS.m-1) perteneciente a Vacaza R1, Vacaza R2 obteniendo un valor de 6.00 (dS.m-1) y el valor más bajo 5.40 (dS.m-1) de Vacaza R3 (Figura 7). Por otro lado, en otro proyecto, el tratamiento que mostró los mejores resultados fue el que utilizó el inóculo de microorganismos. Este tratamiento mantuvo un contenido de humedad óptimo y alcanzó la temperatura ideal, entre 48 y 54°C, durante un período prolongado (Alarcon y otros, 2019, pág. 64)

Figura 8

Resultados de la variación del tiempo de obtención en las repeticiones con Vacaza al 10%



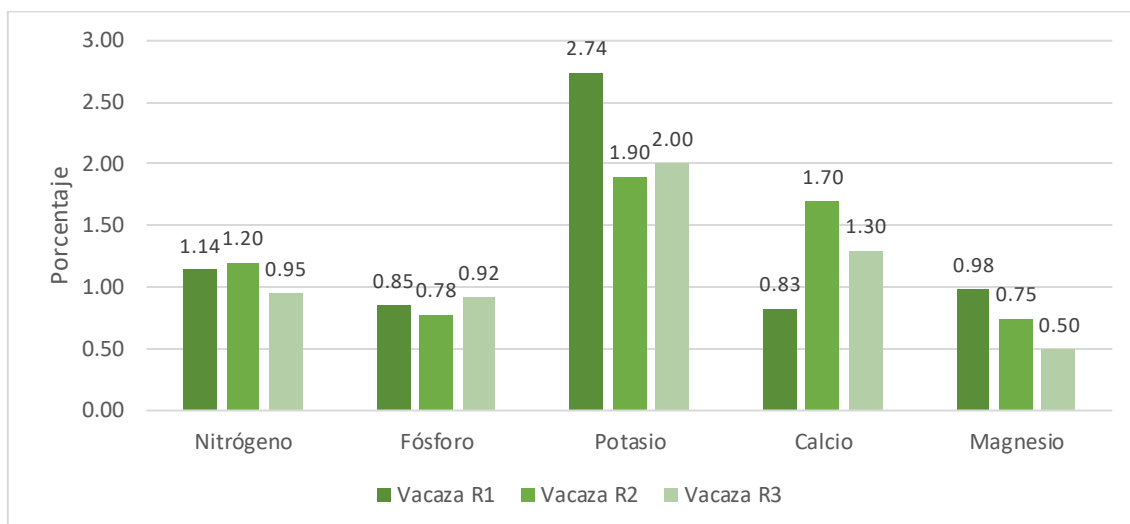
Los resultados del tiempo de obtención en los que se llevó a cabo el proceso de obtención del compost respecto a Vacaza R1 se dio en un lapso de 34 días, la segunda repetición con una diferencia de un día más, y la tercera repetición con 31 días de obtención de compost (Figura 8).

El envejecimiento del compost de residuos verdes estudiado por 4 o 9 semanas adicionales más allá de un período de curado típico utilizado en las operaciones comerciales de compostaje de residuos verdes condujo a algunos cambios significativos en las características del compost y las cantidades, formas y tiempos de liberación de los componentes durante la escorrentía de aguas pluviales (Al-Bataina y otros, 2016, pág. 74). El contenido de nitrógeno (%) y la densidad aparente del compost incremento con el aumento de la edad del

compost, mientras que el contenido de carbono (%) y el contenido de sólidos volátiles (%) disminuyeron a medida que aumentaba la edad del compost.

Figura 9

Resultados de la variación de los porcentajes de nutrientes (Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) en las repeticiones con Vacaza al 10%.



Respecto a las características químicas del compost obtenido en de la mezcla de vacaza y residuos orgánicos domiciliarios, la más alta concentración de nutrientes correspondiente a los valores de Vacaza R1 se registró en el porcentaje de Potasio (2.74%), el siguiente nutriente que supera los valores del 1% es de Nitrógeno (1.14%), y los nutrientes menores al 1%, se observa en el Magnesio (0.98 %), Fosforo (0.85 %) y Calcio (0.83%). En los valores de Vacaza R2 se observa a Potasio (1.90%) como nutriente con mayor concentración, descendiendo con el registro de los valores de Calcio (1.70 %), Nitrógeno (1.20%), Fósforo (0.78 %), Magnesio (0.75 %). Los más bajos índices de concentración corresponde a los valores de Vacaza R3, siendo Potasio (2.00 %) y Calcio (1.30 %) los nutrientes con el valor más alto en mencionada repetición, los demás no superan el valor de 1%, Nitrógeno (0.95 %), Fósforo (0.92 %), Magnesio (0.50 %) (Figura 9).

Durante el compostaje, el nitrógeno orgánico contenido en el estiércol fresco inicial se degrada en amoníaco-N por una amplia variedad de microorganismos. En ausencia de oxígeno, el NO₃ puede ser convertido en productos gaseosos como óxido nítrico (NO), por varios microbios como aceptor de electrones respiratorios.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las características físicas de los residuos domiciliarios recolectados de las 100 viviendas del sector II-B, según la muestra del estudio, revelaron que un 71.9% correspondía a residuos de tipo orgánico, lo que representa una proporción considerablemente alta, encontrándose en condiciones favorables para la obtención de compost.
- Se logró inocular los tres aceleradores microbianos (vacaza, lodo de PTAR y gallinaza) con los residuos orgánicos, siendo la vacaza al 10%, en sus tres repeticiones, el acelerador microbiano que cumplió en menor tiempo el proceso de compostaje y, además, de haber cumplido con las fases del proceso de compostaje (Mesófila, termófila, enfriamiento y maduración), en comparación con los otros aceleradores microbianos.
- Se evaluó la eficiencia de los aceleradores microbianos en la obtención de compost, mostrando que se obtuvo una mayor eficiencia con la Vacaza, encontrándose que, los parámetros de conductividad eléctrica, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, establecidos del compost, estaban dentro de los valores aceptables.
- El acelerador microbiano Vacaza al 10% demostró ser el más efectivo en la optimización del proceso de compostaje de residuos orgánicos domiciliarios, logrando obtener el compost en un promedio de 33 días.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere desintegrar o triturar los residuos orgánicos en partículas más pequeñas, para acelerar el proceso de compostaje, es recomendable reducir el tamaño de los residuos orgánicos antes de agregarlos a la pila de compost. Al fragmentarlos en partículas más pequeñas, se incrementa la superficie expuesta, lo que facilita la acción de los microorganismos responsables de la biodegradación.
- Se aconseja asegurar la temperatura adecuada de la pila de compost (alrededor de 55-65°C) ya que garantiza un proceso de compostaje eficiente. Estas temperaturas indican que los microorganismos están trabajando de manera óptima, ya que temperaturas más elevadas favorecen la descomposición de la materia orgánica y eliminan patógenos .
- La humedad del compost es importante controlar. Si la pila de compost está demasiado seca, la actividad microbiana se ralentiza, impidiendo una descomposición adecuada, genera malos olores y la producción de compuestos indeseables. Esto en colaboración con un área con buen drenaje previene el exceso de humedad, factores esenciales para la rápida descomposición de los residuos y la producción de un compost de alta calidad en menor tiempo.
- Se recomienda que este proyecto sirva como un precedente para futuros estudios y proyectos enfocados en profundizar en los aspectos económicos del proceso de compostaje. Este enfoque contribuiría a generar un marco más sólido para la toma de decisiones sobre la viabilidad económica del compostaje a partir de los residuos orgánicos domiciliarios y además pueda servir a los municipios a mejorar el manejo de los residuos sólidos en los Distritos y a desarrollar modelos que equilibren la inversión en tiempo y costos para obtener compost de calidad de la manera más rentable posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon, J., Gordillo, Y., & Riera, G. (2019). *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE MEDIANTE LA INTRODUCCION DE UN ABONO MICROBIAL QUE CONTIENE Streptomyces sp, Aspergillus niger Y Lactobacillus sp.*
- Alarcon, J., Gordillo, Y., & Rivera, G. (2019). *Optimización del proceso de compostaje mediante la introduccion de un abono microbial que contiene streptomyces sp, aspergillus niger y lactobacillus sp.* Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Alarcon, J., Gordillo, Y., & Rivera, G. (2019). *Optimización del proceso de compostaje mediante la introduccion de un abono microbial que contiene streptomyces sp, aspergillus niger y lactobacillus sp.* Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Al-Bataina, B., Young, T., & Ranieri, E. (2016). Effects of compost age on the release of nutrients. *International Soil and Water Conservation Research*, 7.
- Álvarez, G. (1992). *Estudios de hongos patógenos. Manejo de plaga y enfermedades.* . Editorial Salguero & Dardón.
- Araiza, J., Chávez, J., & Moreno, J. (2017). Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados. *Revista Internacional de Contami*, 691-699.
<https://doi.org/https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.04.12>
- Awasthi, S., Wong, J., Wang, Q., Zhang, Z., Kumar, S., & Awasti, M. (2018). Evaluación de la dinámica microbiana durante el compostaje de residuos de alimentos post consumo. *Tecnología de biorecursos* .
- Cariello, M., Castañeda, L., Riobo, I., & Gonzales, J. (2007). Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos. *R.C.Suelo*.
- Cayuela, M., Sanchez, M., & Roig, A. (2006). *Evaluation of two different aeration systems for composting two-phase olive mill wastes.* Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS)-Artículos.
- Cupe, B., & Juscamaita, J. (2018). *TRATAMIENTO DE LODOS RESIDUALES DE UNA INDUSTRIA CERVECERA A TRAVÉS DE FERMENTACIÓN HOMOLÁCTICA PARA LA PRODUCCIÓN ACELERADA DE ABONO ORGÁNICO.* Lima: Ecología Aplicada.
- Dalzell, H., Biddlestone, A., Gray, K., & Thurairajan, K. (1991). *Manejo del suelo: Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales.* Boletín de suelos de la FAO .
https://books.google.com.pe/books?id=WgZ47ud_bpoC&lpg=PP1&dq=bibliogrup%3A%22Bolet%3%ADn%20de%20suelos%20de%20la%20FAO%22&hl=es&pg=PR2#v=onepage&q&f=true
- Diario el Peruano. (24 de Junio de 2023). *EL Peruano*. Editora Perú:
<https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias->

debasura#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%2C%20se%20genera,org%C3%A1nica%20como%20alimentos%20o%20vegetales.

- Dinda, S. (2005). A theoretical basis for the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 403-413.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.007>.
- Escobar, N., Mora, J., & Romero, N. (2012). Identificación de poblaciones microbianas en composta de residuos orgánicos de fincas cafeteras de Cundinamarca. *Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural*.
- FAO. (2013). *Manual de Compostaje del agricultor*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Guizado, M. (2018). "Eficiencia de la gallinaza en la elaboración de compost mediante pilas dinámicas, a partir de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión". Lima: Universidad Peruana Unión.
- Haug, G. (1980). *Propiedades Estiercol*.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Higa, T. (2002). *Una revolución para salvar la tierra*. Tarragona: Disponible en www.tierra.org/articulos/art00906.html.
- Jaramillo, G., & Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- José, M. (2020). "Efecto de la regulación del pH y relación C/N en el proceso de compostado con la aplicación de bacterias ácido lácticas en residuos orgánicos". Lima: Universidad Científica del Sur.
- Karol, Z. (2018). *Comparación de dos tipos de compost tratados con diferentes aceleradores biológicos aprovechando los residuos orgánicos del sector de Pianguapí –Esmeraldas*. Esmeraldas: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-tata, P., & Van, F. (2018). A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *International Bank for Reconstruction and Development*.
- Kiehl, F. (1985). *Fertilizantes orgánicos*. Sao Paulo: Editora Agronomica Ceres Ltda, Sao Paulo.
- Laich, F. (2010). El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje. *Instituto Canario de Investigaciones Agrarias*.
- Loyza, R., & Gallegos, R. (2020). Efecto del uso de tres tipos de aceleradores biológicos en el compostaje de residuos orgánicos de mercados, parques y jardines de Arequipa. Arequipa: ÑAWPARISUN - Revista de Investigación Científica.
- Madden, B., Florin, N., Mohr, S., & Giurco, D. (2019). Using the waste Kuznets's curve to explore regional variation in the decoupling of waste generation and socioeconomic indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, , 674-686.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.025>

- Martínez, E. (2005). *Efecto de compost elaborada a base de gallinaza sobre la producción de tomate en invernadero*. México: Universidad Autónoma Agraria.
- Mejía, J. (2021). *Determinación de la calidad de compost orgánico producido en pilas de compostaje, utilizando residuos orgánicos agropecuarios: Bagazo de Caña de Azúcar (Saccharu spp), Vacaza, Gallinaza y Cuyaza; en el Distrito de Pillco Marca Región Huánuco-Perú-2020-2021*. Huánuco: Universidad de Huánuco.
- Méndez, P. (2019). *Evaluación de Microorganismos de Montaña MM como aceleradores de compostaje para la producción de cultivos aromáticos*. Bogotá: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia>.
- Meng, Q., Xu, X., Zhang, W., Cheng, L., & Men, M. (2018). Diversity and abundance of denitrifiers during cow. *Revista Argentina de Microbiología*, 8.
- MINAM. (2019). *Guía Para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales*. MINAM.
- MINAM. (24 de mayo de 2024). <https://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cexposiciones%5C2012%5CRESIDUOS3r.pdf>
- Monroy, A., & Prada, L. (2019). *Optimización del proceso de compostaje para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en el Parque Jaime Duque ubicado en el municipio de Tocancipá, Cundinamarca*. Bogotá: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria.
- Navarro, P., Moral, H., Gómez, L., & Mataix, B. (1995). *Residuos Orgánicos y Agricultura*. España: Espagráfic.
- Núñez, A. (1992). *Fertilización química y orgánica en dos especies en condiciones de invernadero*. Universidad Técnica de Ambato.
- Pedraza, C. (1985). *Manejo y propiedades del estiércol de lechería*.
- Rengifo, I. (2021). *Optimización del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos, en el distrito de Contamana, Provincia de Ucayali, Departamento Loreto*. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor*. Santiago: Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Salazar Arce, T. (2014). Actividad microbiana en el proceso de compostaje aerobio de residuos sólidos orgánicos. *Revista de Investigación Universitaria*.
- Sunil, K. (2011). Composting of municipal solid waste. *Criticak Reviews in Biotechnology*, 14.
- VIU. (28 de 07 de 2023). *Universidad Internacional de Valencia*. <https://www.universidadviu.com/ec/actualidad/nuestros-expertos/cuales-son-los-tipos-de-investigacion-cientifica>
- Wilson, G., Parr, J., & Sikora, L. (1983). *experiences with organic waste composting in developing countries*. En «El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina». Roma(Italia): FAO.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: " BIO OPTIMIZACIÓN PARA OBTENCIÓN DE COMPOST CON DISTINTOS ACELERADORES MICROBIANOS, PUCALLPA 2023"

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	Unidad de Medida
¿Será posible optimizar la obtención de compost mediante aceleradores microbianos?	Optimizar la obtención de compost mediante aceleradores microbianos.	Hipótesis Nula: Los aceleradores microbianos permiten obtener compost en un tiempo mayor de 35 días.	Independiente: X: Aceleradores microbianos	Parámetros	- Eficiencia - Tiempo - Proporción	- % - días - unidad
¿Cuáles son las características físicas de los residuos orgánicos domiciliarios?	Detallar aspectos físicos de los residuos orgánicos domiciliarios.	Hipótesis de Investigación: Los aceleradores microbianos permiten obtener compost en un tiempo óptimo de 35 días.	Dependiente: Y: Obtención del compost	Parámetros monitoreables	- Temperatura. - Humedad. - pH. - Nitrógeno. - Fósforo. - Potasio.	- °C - % - unidad de pH - % - % - %
¿Qué cantidad de inóculo se inserta en el proceso de compostaje?	Inocular los aceleradores microbianos en el proceso de compostaje.					
¿Cuál es el acelerador microbiano más eficiente?	Evaluar la eficiencia de los aceleradores microbianos en el compost.					

Anexo 2. Ficha de registro de datos de la 1ra, 2da y 3ra Repetición diaria de vacaza al 10%

1ra Repetición - Tipo de acelerador: Vacaza(V) 10%							
N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	22.1	13:20	22.9	19:20	23.1	22.70
2	7:10 a. m.	23.8	13:20	24.6	19:20	25.5	24.63
3	7:10 a. m.	26.1	13:20	27.5	19:20	29.3	27.63
4	7:10 a. m.	29.2	13:20	30.4	19:20	30.9	30.17
5	7:10 a. m.	31.3	13:20	31.9	19:20	32.5	31.90
6	7:10 a. m.	32.5	13:20	33.1	19:20	33.8	33.13
7	7:10 a. m.	34.4	13:20	36.3	19:20	35.1	35.27
8	7:10 a. m.	36.2	13:20	38.1	19:20	39.4	37.90
9	7:10 a. m.	40.6	13:20	42.8	19:20	43.7	42.37
10	7:10 a. m.	44.3	13:20	45.9	19:20	46.1	45.43
11	7:10 a. m.	46.4	13:20	47.1	19:20	47.6	47.03
12	7:10 a. m.	47.6	13:20	48.5	19:20	50.4	48.83
13	7:10 a. m.	49.4	13:20	50.1	19:20	50.5	50.00
14	7:10 a. m.	50.8	13:20	51.2	19:20	51.9	51.30
15	7:10 a. m.	55.4	13:20	56.4	19:20	56.8	56.20
16	7:10 a. m.	57.8	13:20	58.5	19:20	59.4	58.57
17	7:10 a. m.	55.3	13:20	55.1	19:20	54.2	54.87
18	7:10 a. m.	53.1	13:20	52.3	19:20	51.7	52.37
19	7:10 a. m.	50.8	13:20	49.6	19:20	47.3	49.23
20	7:10 a. m.	47.6	13:20	45.2	19:20	44.2	45.67
21	7:10 a. m.	43.1	13:20	41.8	19:20	40.9	41.93
22	7:10 a. m.	39.3	13:20	38.6	19:20	38.2	38.70
23	7:10 a. m.	37.8	13:20	36.9	19:20	35.9	36.87
24	7:10 a. m.	35.6	13:20	33.2	19:20	32.9	33.90
25	7:10 a. m.	32.9	13:20	31.1	19:20	30.3	31.43
26	7:10 a. m.	29.1	13:20	28.8	19:20	28.1	28.67
27	7:10 a. m.	28.0	13:20	27.8	19:20	27.7	27.83
28	7:10 a. m.	27.1	13:20	26.9	19:20	26.5	26.83
29	7:10 a. m.	26.2	13:20	26.1	19:20	25.8	26.03
30	7:10 a. m.	25.6	13:20	25.4	19:20	25.3	25.43
31	7:10 a. m.	24.9	13:20	24.6	19:20	24.1	24.53
32	7:10 a. m.	23.8	13:20	23.2	19:20	22.9	23.30
33	7:10 a. m.	22.6	13:20	22.5	19:20	22.1	22.40
34	7:10 a. m.	21.7	13:20	21.2	19:20	20.7	21.20

2da Repetición - Tipo de acelerador: Vacaza(V) 10%

N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	24.5	13:20	25.1	19:20	25.9	25.17
2	7:10 a. m.	26.1	13:20	27.5	19:20	29.3	27.63
3	7:10 a. m.	28.3	13:20	29.7	19:20	30.4	29.47
4	7:10 a. m.	32.7	13:20	33.2	19:20	33.9	33.27
5	7:10 a. m.	34.1	13:20	34.1	19:20	34.2	34.13
6	7:10 a. m.	34.5	13:20	36.2	19:20	35.8	35.50
7	7:10 a. m.	37.4	13:20	37.8	19:20	37.8	37.67
8	7:10 a. m.	38.2	13:20	38.5	19:20	38.7	38.47
9	7:10 a. m.	40.2	13:20	41.7	19:20	42.1	41.33
10	7:10 a. m.	42.3	13:20	43.6	19:20	44.1	43.33
11	7:10 a. m.	44.8	13:20	45.5	19:20	46.8	45.70
12	7:10 a. m.	47.1	13:20	47.3	19:20	47.6	47.33
13	7:10 a. m.	47.8	13:20	48	19:20	48.4	48.07
14	7:10 a. m.	49.5	13:20	50.2	19:20	50.8	50.17
15	7:10 a. m.	52.7	13:20	53.1	19:20	53.5	53.10
16	7:10 a. m.	54.8	13:20	55.2	19:20	56.3	55.43
17	7:10 a. m.	57.9	13:20	58.4	19:20	58.7	58.33
18	7:10 a. m.	60.3	13:20	60.8	19:20	61.2	60.77
19	7:10 a. m.	62.6	13:20	62.9	19:20	62.9	62.80
20	7:10 a. m.	63.8	13:20	64.7	19:20	65.4	64.63
21	7:10 a. m.	65.9	13:20	66.3	19:20	66.7	66.30
22	7:10 a. m.	66.7	13:20	66.5	19:20	66.4	66.53
23	7:10 a. m.	66.3	13:20	66.1	19:20	65.8	66.07
24	7:10 a. m.	65.3	13:20	64.8	19:20	64.5	64.87
25	7:10 a. m.	64.1	13:20	63.5	19:20	62.7	63.43
26	7:10 a. m.	61.3	13:20	60.7	19:20	59.4	60.47
27	7:10 a. m.	59.1	13:20	58.6	19:20	58.2	58.63
28	7:10 a. m.	57.2	13:20	56.4	19:20	55.3	56.30
29	7:10 a. m.	54.9	13:20	54.1	19:20	53.5	54.17
30	7:10 a. m.	52.4	13:20	51.2	19:20	50.7	51.43
31	7:10 a. m.	49.3	13:20	48.7	19:20	46.8	48.27
32	7:10 a. m.	45.7	13:20	44.3	19:20	43.1	44.37
33	7:10 a. m.	42.5	13:20	41.6	19:20	40.6	41.57
34	7:10 a. m.	39.4	13:20	39.1	19:20	38.8	39.10
35	7:10 a. m.	38.6	13:20	38.4	19:20	38.3	38.43

3ra Repetición - Tipo de acelerador: Vacaza(V) 10%							
N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	21.4	13:20	22.7	19:20	23.9	22.67
2	7:10 a. m.	24.2	13:20	24.6	19:20	24.7	24.50
3	7:10 a. m.	25.1	13:20	25.4	19:20	25.8	25.43
4	7:10 a. m.	26	13:20	26.7	19:20	27.3	26.67
5	7:10 a. m.	27.6	13:20	27.9	19:20	28.4	27.97
6	7:10 a. m.	28.9	13:20	29.5	19:20	30.1	29.50
7	7:10 a. m.	30.4	13:20	30.8	19:20	31.2	30.80
8	7:10 a. m.	31.8	13:20	32.4	19:20	32.9	32.37
9	7:10 a. m.	33.5	13:20	34	19:20	34.4	33.97
10	7:10 a. m.	34.9	13:20	35.6	19:20	36.1	35.53
11	7:10 a. m.	36.3	13:20	36.9	19:20	37.5	36.90
12	7:10 a. m.	37.9	13:20	38.7	19:20	39.4	38.67
13	7:10 a. m.	40.6	13:20	41.2	19:20	41.9	41.23
14	7:10 a. m.	41.5	13:20	42.9	19:20	43.6	42.67
15	7:10 a. m.	44.2	13:20	44.8	19:20	43.2	44.07
16	7:10 a. m.	44.7	13:20	45.6	19:20	46.1	45.47
17	7:10 a. m.	46.8	13:20	47.4	19:20	48.3	47.50
18	7:10 a. m.	48.8	13:20	49.9	19:20	50.5	49.73
19	7:10 a. m.	51.1	13:20	51.6	19:20	51.9	51.53
20	7:10 a. m.	52.3	13:20	52.6	19:20	53	52.63
21	7:10 a. m.	53.2	13:20	53.4	19:20	53.6	53.40
22	7:10 a. m.	53.7	13:20	53.6	19:20	53.5	53.60
23	7:10 a. m.	53.5	13:20	53.3	19:20	53.1	53.30
24	7:10 a. m.	52.9	13:20	52.7	19:20	52.4	52.67
25	7:10 a. m.	52.1	13:20	51.6	19:20	50.9	51.53
26	7:10 a. m.	50.2	13:20	49.8	19:20	49.4	49.80
27	7:10 a. m.	48.9	13:20	48.4	19:20	47.9	48.40
28	7:10 a. m.	47.3	13:20	46.7	19:20	46.1	46.70
29	7:10 a. m.	45.7	13:20	45.2	19:20	44.7	45.20
30	7:10 a. m.	43.3	13:20	42.8	19:20	42.2	42.77
31	7:10 a. m.	41.5	13:20	41.1	19:20	40.5	41.03

Anexo 3. Ficha de registro de datos de la 1ra, 2da y 3ra Repetición diaria de gallinaza al 10%

1ra Repetición - Tipo de acelerador: Gallinaza(G) 10%							
N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	28.2	13:20	28.4	19:20	28.5	28.37
2	7:10 a. m.	28.9	13:20	29.3	19:20	30.8	29.67
3	7:10 a. m.	31.4	13:20	31.8	19:20	32.1	31.77
4	7:10 a. m.	32.3	13:20	32.3	19:20	32.3	32.30
5	7:10 a. m.	32.0	13:20	32.2	19:20	32.4	32.20
6	7:10 a. m.	32.4	13:20	32.6	19:20	32.7	32.57
7	7:10 a. m.	32.9	13:20	33.2	19:20	33.2	33.10
8	7:10 a. m.	33.4	13:20	33.5	19:20	33.7	33.53
9	7:10 a. m.	33.8	13:20	33.9	19:20	33.9	33.87
10	7:10 a. m.	34.0	13:20	34.1	19:20	33.8	33.97
11	7:10 a. m.	33.9	13:20	34.0	19:20	34.0	33.97
12	7:10 a. m.	34.1	13:20	34.2	19:20	34.2	34.17
13	7:10 a. m.	34.2	13:20	34.3	19:20	34.3	34.27
14	7:10 a. m.	34.3	13:20	34.6	19:20	34.6	34.50
15	7:10 a. m.	35.3	13:20	35.4	19:20	35.7	35.47
16	7:10 a. m.	35.9	13:20	36.1	19:20	36.1	36.03
17	7:10 a. m.	36.2	13:20	36.5	19:20	36.8	36.50
18	7:10 a. m.	36.8	13:20	36.8	19:20	36.9	36.83
19	7:10 a. m.	36.9	13:20	40.0	19:20	40.2	39.03
20	7:10 a. m.	40.1	13:20	40.1	19:20	39.9	40.03
21	7:10 a. m.	39.8	13:20	39.6	19:20	39.6	39.67
22	7:10 a. m.	39.5	13:20	39.3	19:20	38.9	39.23
23	7:10 a. m.	38.9	13:20	38.8	19:20	38.7	38.80
24	7:10 a. m.	38.7	13:20	38.0	19:20	37.5	38.07
25	7:10 a. m.	37.5	13:20	37.3	19:20	37.4	37.40
26	7:10 a. m.	37.4	13:20	37.6	19:20	37.2	37.40
27	7:10 a. m.	37.1	13:20	36.9	19:20	36.8	36.93
28	7:10 a. m.	36.0	13:20	36.1	19:20	36.3	36.13
29	7:10 a. m.	36.2	13:20	36.2	19:20	35.9	36.10
30	7:10 a. m.	35.8	13:20	35.7	19:20	35.3	35.60
31	7:10 a. m.	35.1	13:20	34.9	19:20	34.8	34.93
32	7:10 a. m.	34.8	13:20	34.6	19:20	33.9	34.43
33	7:10 a. m.	33.9	13:20	33.9	19:20	33.8	33.87
34	7:10 a. m.	33.8	13:20	33.4	19:20	33.1	33.43

2da Repetición - Tipo de acelerador: Gallinaza(G) 10%

N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	29.4	13:20	29.5	19:20	29.7	29.53
2	7:10 a. m.	29.7	13:20	29.8	19:20	29.6	29.70
3	7:10 a. m.	29.9	13:20	30.0	19:20	30.1	30.00
4	7:10 a. m.	30.1	13:20	30.2	19:20	30.2	30.17
5	7:10 a. m.	30.3	13:20	30.4	19:20	30.4	30.37
6	7:10 a. m.	30.6	13:20	30.9	19:20	31.2	30.90
7	7:10 a. m.	31.3	13:20	31.4	19:20	31.8	31.50
8	7:10 a. m.	32.5	13:20	32.8	19:20	33.2	32.83
9	7:10 a. m.	33.4	13:20	33.7	19:20	33.9	35.33
10	7:10 a. m.	34.8	13:20	35.3	19:20	35.9	36.43
11	7:10 a. m.	36.2	13:20	36.4	19:20	36.7	36.43
12	7:10 a. m.	36.9	13:20	37.1	19:20	37.6	38.20
13	7:10 a. m.	37.9	13:20	38.2	19:20	38.5	38.80
14	7:10 a. m.	38.7	13:20	38.8	19:20	38.9	38.80
15	7:10 a. m.	39.3	13:20	39.7	19:20	40.1	39.70
16	7:10 a. m.	40.4	13:20	40.9	19:20	41.3	40.87
17	7:10 a. m.	41.6	13:20	41.7	19:20	41.9	41.73
18	7:10 a. m.	42.3	13:20	42.6	19:20	43	42.63
19	7:10 a. m.	43.1	13:20	43.4	19:20	43.6	43.37
20	7:10 a. m.	43.9	13:20	44.2	19:20	44.3	44.13
21	7:10 a. m.	44.3	13:20	44.2	19:20	44.3	44.27
22	7:10 a. m.	44.1	13:20	44	19:20	43.9	44.00
23	7:10 a. m.	43.8	13:20	43.9	19:20	43.7	43.80
24	7:10 a. m.	43.6	13:20	43.4	19:20	43.2	43.40
25	7:10 a. m.	43.1	13:20	42.9	19:20	42.6	42.87
26	7:10 a. m.	42.3	13:20	42.1	19:20	41.8	42.07
27	7:10 a. m.	41.5	13:20	41.2	19:20	40.9	41.20
28	7:10 a. m.	40.7	13:20	40.3	19:20	40.1	40.37
29	7:10 a. m.	39.7	13:20	39.5	19:20	39	39.40
30	7:10 a. m.	38.2	13:20	37.9	19:20	37.5	37.87
31	7:10 a. m.	37.3	13:20	37.7	19:20	37.1	37.37
32	7:10 a. m.	36.8	13:20	36.6	19:20	36.2	36.53
33	7:10 a. m.	35.6	13:20	35.1	19:20	34.8	35.17
34	7:10 a. m.	34.2	13:20	33.9	19:20	33.5	33.87
35	7:10 a. m.	33.1	13:20	32.7	19:20	32.4	32.73

3ra Repetición - Tipo de acelerador: Gallinaza(G) 10%

N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	27.8	13:20	27.9	19:20	28.2	27.97
2	7:10 a. m.	28.4	13:20	28.6	19:20	28.9	28.63
3	7:10 a. m.	29	13:20	29.2	19:20	29.3	29.17
4	7:10 a. m.	30.1	13:20	30.3	19:20	30.6	30.33
5	7:10 a. m.	30.8	13:20	31.1	19:20	31.3	31.07
6	7:10 a. m.	31.5	13:20	31.7	19:20	31.9	31.70
7	7:10 a. m.	32.1	13:20	32.2	19:20	32.4	32.23
8	7:10 a. m.	32.6	13:20	32.7	19:20	32.9	32.73
9	7:10 a. m.	33.1	13:20	33.4	19:20	33.6	33.37
10	7:10 a. m.	33.8	13:20	34	19:20	34.3	34.03
11	7:10 a. m.	34.5	13:20	34.7	19:20	34.9	34.70
12	7:10 a. m.	35.1	13:20	35.3	19:20	35.5	35.30
13	7:10 a. m.	35.7	13:20	35.9	19:20	36.2	35.93
14	7:10 a. m.	36.4	13:20	36.6	19:20	36.7	36.57
15	7:10 a. m.	37	13:20	37.1	19:20	37.3	37.13
16	7:10 a. m.	37.6	13:20	37.6	19:20	37.8	37.67
17	7:10 a. m.	37.9	13:20	38.1	19:20	38.2	38.07
18	7:10 a. m.	38.4	13:20	38.6	19:20	38.8	38.60
19	7:10 a. m.	38.9	13:20	39.2	19:20	39.4	39.17
20	7:10 a. m.	39.6	13:20	39.8	19:20	40.1	39.83
21	7:10 a. m.	40.4	13:20	40.6	19:20	40.9	40.63
22	7:10 a. m.	41.2	13:20	41.5	19:20	41.8	41.50
23	7:10 a. m.	42	13:20	42.2	19:20	42.5	42.23
24	7:10 a. m.	42.8	13:20	43.1	19:20	43.4	43.10
25	7:10 a. m.	43.6	13:20	43.8	19:20	44.1	43.83
26	7:10 a. m.	44	13:20	44.1	19:20	44.2	44.10
27	7:10 a. m.	44.1	13:20	43.9	19:20	43.8	43.93
28	7:10 a. m.	43.9	13:20	44.7	19:20	44.6	44.40
29	7:10 a. m.	44.5	13:20	44.4	19:20	44.2	44.37
30	7:10 a. m.	44.3	13:20	44.1	19:20	43.9	44.10
31	7:10 a. m.	43.7	13:20	43.6	19:20	43.5	43.60

Anexo 4. Ficha de registro de datos de la 1ra, 2da y 3ra Repetición diaria de lodo de PTAR al 10%

1ra Repetición - Tipo de acelerador: Lodo PTAR(L) 10%							
N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	19.7	13:20	20.1	19:20	21.5	20.43
2	7:10 a. m.	21.9	13:20	22.7	19:20	23.1	22.57
3	7:10 a. m.	23.1	13:20	23.2	19:20	23.4	23.23
4	7:10 a. m.	24.2	13:20	24.7	19:20	25.3	24.73
5	7:10 a. m.	26.1	13:20	26.4	19:20	26.8	26.43
6	7:10 a. m.	26.8	13:20	26.9	19:20	26.9	26.87
7	7:10 a. m.	27.1	13:20	27.6	19:20	27.8	27.50
8	7:10 a. m.	28.5	13:20	28.7	19:20	29.2	28.80
9	7:10 a. m.	29.4	13:20	29.9	19:20	30.2	29.83
10	7:10 a. m.	30.5	13:20	30.8	19:20	30.6	30.63
11	7:10 a. m.	30.7	13:20	30.9	19:20	31.1	30.90
12	7:10 a. m.	31.2	13:20	31.2	19:20	31.3	31.23
13	7:10 a. m.	31.4	13:20	31.5	19:20	31.6	31.50
14	7:10 a. m.	31.9	13:20	32.4	19:20	32.6	32.30
15	7:10 a. m.	32.7	13:20	32.8	19:20	33.6	33.03
16	7:10 a. m.	33.8	13:20	33.9	19:20	33.9	33.87
17	7:10 a. m.	34.1	13:20	34.5	19:20	34.9	34.50
18	7:10 a. m.	35.2	13:20	35.3	19:20	35.7	35.40
19	7:10 a. m.	36.8	13:20	37.2	19:20	37.9	37.30
20	7:10 a. m.	38.5	13:20	39.1	19:20	39.8	39.13
21	7:10 a. m.	40.7	13:20	41.2	19:20	41.5	41.13
22	7:10 a. m.	39.3	13:20	38.6	19:20	38.2	38.70
23	7:10 a. m.	39.1	13:20	39.5	19:20	41.7	40.10
24	7:10 a. m.	41.9	13:20	42.6	19:20	42.8	42.43
25	7:10 a. m.	43.3	13:20	44.2	19:20	44.7	44.07
26	7:10 a. m.	45.8	13:20	45.9	19:20	46.1	45.93
27	7:10 a. m.	46.2	13:20	46.7	19:20	47.8	46.90
28	7:10 a. m.	48.5	13:20	49.2	19:20	49.8	49.17
29	7:10 a. m.	50.3	13:20	50.8	19:20	51.4	50.83
30	7:10 a. m.	51.9	13:20	52.3	19:20	52.6	52.27
31	7:10 a. m.	53.8	13:20	54.1	19:20	54.3	54.07
32	7:10 a. m.	54.9	13:20	55.2	19:20	55.6	55.23
33	7:10 a. m.	56.1	13:20	56.3	19:20	56.7	56.37
34	7:10 a. m.	56.9	13:20	60.0	19:20	60.3	59.07

2da Repetición - Tipo de acelerador: Lodo PTAR(L) 10%

N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	20.4	13:20	20.9	19:20	21.3	20.87
2	7:10 a. m.	21.7	13:20	22.3	19:20	22.9	22.30
3	7:10 a. m.	23.3	13:20	23.6	19:20	23.8	23.57
4	7:10 a. m.	24.1	13:20	24.9	19:20	25.1	24.70
5	7:10 a. m.	25.5	13:20	25.9	19:20	26.3	25.90
6	7:10 a. m.	26.9	13:20	27.5	19:20	28.1	27.50
7	7:10 a. m.	28.4	13:20	28.9	19:20	29.4	28.90
8	7:10 a. m.	29.9	13:20	30.3	19:20	30.7	30.30
9	7:10 a. m.	31.2	13:20	31.5	19:20	31.9	31.53
10	7:10 a. m.	32.3	13:20	32.7	19:20	33.2	32.73
11	7:10 a. m.	33.4	13:20	33.4	19:20	33.7	33.50
12	7:10 a. m.	33.9	13:20	34.1	19:20	34.4	34.13
13	7:10 a. m.	34.7	13:20	35	19:20	35.2	34.97
14	7:10 a. m.	35.5	13:20	35.9	19:20	36.3	35.90
15	7:10 a. m.	36.5	13:20	36.7	19:20	37	36.73
16	7:10 a. m.	37.3	13:20	37.7	19:20	38.2	37.73
17	7:10 a. m.	38.6	13:20	38.9	19:20	39.2	38.90
18	7:10 a. m.	39.8	13:20	41	19:20	41.3	40.70
19	7:10 a. m.	41.5	13:20	41.5	19:20	41.9	41.63
20	7:10 a. m.	42.1	13:20	42.6	19:20	42.9	42.53
21	7:10 a. m.	43.3	13:20	43.9	19:20	44.1	43.77
22	7:10 a. m.	44.7	13:20	45	19:20	45.4	45.03
23	7:10 a. m.	45.9	13:20	46.2	19:20	46.7	46.27
24	7:10 a. m.	47.2	13:20	47.8	19:20	48.3	47.77
25	7:10 a. m.	48.8	13:20	49	19:20	49.2	49.00
26	7:10 a. m.	49.5	13:20	49.9	19:20	50.3	49.90
27	7:10 a. m.	50.7	13:20	51.4	19:20	51.8	51.30
28	7:10 a. m.	52.4	13:20	52.6	19:20	52.9	52.63
29	7:10 a. m.	53.1	13:20	53.6	19:20	54.1	53.60
30	7:10 a. m.	54.4	13:20	54.8	19:20	55.2	54.80
31	7:10 a. m.	55.8	13:20	56.1	19:20	56.5	56.13
32	7:10 a. m.	56.9	13:20	57.2	19:20	57.4	57.17
33	7:10 a. m.	58	13:20	58.5	19:20	59.9	58.80
34	7:10 a. m.	60.2	13:20	60.4	19:20	60.7	60.43
35	7:10 a. m.	60.9	13:20	61.4	19:20	61.7	61.33

3ra Repetición - Tipo de acelerador: Lodo PTAR(L) 10%

N° de día	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Hora de medición	Temperatura (t)	Prom
1	7:10 a. m.	20.7	13:20	20.8	19:20	20.8	20.77
2	7:10 a. m.	20.9	13:20	21.1	19:20	21.2	21.07
3	7:10 a. m.	22.4	13:20	22.6	19:20	22.8	22.60
4	7:10 a. m.	22.9	13:20	23.1	19:20	23.3	23.10
5	7:10 a. m.	23.5	13:20	23.7	19:20	23.9	23.70
6	7:10 a. m.	24.2	13:20	24.5	19:20	24.7	24.47
7	7:10 a. m.	25	13:20	25.3	19:20	25.6	25.30
8	7:10 a. m.	25.9	13:20	26.1	19:20	26.4	26.13
9	7:10 a. m.	26.7	13:20	27.1	19:20	27.4	27.07
10	7:10 a. m.	27.8	13:20	28.1	19:20	28.5	28.13
11	7:10 a. m.	28.9	13:20	28.3	19:20	28.8	28.67
12	7:10 a. m.	29.1	13:20	29.3	19:20	29.7	29.37
13	7:10 a. m.	30.2	13:20	30.5	19:20	30.9	30.53
14	7:10 a. m.	31.4	13:20	31.9	19:20	32.4	31.90
15	7:10 a. m.	32.9	13:20	33.2	19:20	33.7	33.27
16	7:10 a. m.	34.5	13:20	35	19:20	36.1	35.20
17	7:10 a. m.	36.6	13:20	37.1	19:20	37.6	37.10
18	7:10 a. m.	38.1	13:20	38.7	19:20	39.2	38.67
19	7:10 a. m.	40.2	13:20	40.6	19:20	41	40.60
20	7:10 a. m.	41.4	13:20	41.9	19:20	42.4	41.90
21	7:10 a. m.	42.9	13:20	43.4	19:20	43.8	43.37
22	7:10 a. m.	44.2	13:20	44.6	19:20	45.1	44.63
23	7:10 a. m.	45.5	13:20	46	19:20	46.6	46.03
24	7:10 a. m.	47.1	13:20	47.5	19:20	47.9	47.50
25	7:10 a. m.	48.4	13:20	48.7	19:20	49	48.70
26	7:10 a. m.	49	13:20	50.4	19:20	50.8	50.07
27	7:10 a. m.	51.4	13:20	51.9	19:20	52.5	51.93
28	7:10 a. m.	52.8	13:20	53.1	19:20	53.6	53.17
29	7:10 a. m.	53.9	13:20	54.5	19:20	55.1	54.50
30	7:10 a. m.	55.6	13:20	56.2	19:20	56.7	56.17
31	7:10 a. m.	57.2	13:20	57.7	19:20	58.2	57.70

Anexo 5. Promedio semanal de la temperatura en la 1ra, 2da y 3ra repetición con vacaza

1ra Repetición	Vacaza	Gallinaza	Lodo PTAR	Vacaza PROM
1	22.70	28.37	20.43	30.42
2	24.63	29.67	22.57	
3	27.63	31.77	23.23	
4	30.17	32.30	24.73	
5	31.90	32.20	26.43	
6	33.13	32.57	26.87	
7	35.27	33.10	27.50	
8	37.90	33.53	28.80	
9	42.37	33.87	29.83	49.97
10	45.43	33.97	30.63	
11	47.03	33.97	30.90	
12	48.83	34.17	31.23	
13	50.00	34.27	31.50	
14	51.30	34.50	32.30	
15	56.20	35.47	33.03	
16	58.57	36.03	33.87	
17	54.87	36.50	34.50	44.19
18	52.37	36.83	35.40	
19	49.23	39.03	37.30	
20	45.67	40.03	39.13	
21	41.93	39.67	41.13	
22	38.70	39.23	38.70	
23	36.87	38.80	40.10	
24	33.90	38.07	42.43	
25	31.43	37.40	44.07	25.77
26	28.67	37.40	45.93	
27	27.83	36.93	46.90	
28	26.83	36.13	49.17	
29	26.03	36.10	50.83	
30	25.43	35.60	52.27	
31	24.53	34.93	54.07	
32	23.30	34.43	55.23	
33	22.40	33.87	56.37	
34	21.20	33.43	59.07	

2da Repetición	Vacaza	Gallinaza	Lodo PTAR	Vacaza PROM
1	25.17	29.53	20.87	32.66
2	27.63	29.70	22.30	
3	29.47	30.00	23.57	
4	33.27	30.17	24.70	
5	34.13	30.37	25.90	
6	35.50	30.90	27.50	
7	37.67	31.50	28.90	
8	38.47	32.83	30.30	
9	41.33	35.33	31.53	48.06
10	43.33	36.43	32.73	
11	45.70	36.43	33.50	
12	47.33	38.20	34.13	
13	48.07	38.80	34.97	
14	50.17	38.80	35.90	
15	53.10	39.70	36.73	
16	55.43	40.87	37.73	
17	58.33	41.73	38.90	63.79
18	60.77	42.63	40.70	
19	62.80	43.37	41.63	
20	64.63	44.13	42.53	
21	66.30	44.27	43.77	
22	66.53	44.00	45.03	
23	66.07	43.80	46.27	
24	64.87	43.40	47.77	
25	63.43	42.87	49.00	50.56
26	60.47	42.07	49.90	
27	58.63	41.20	51.30	
28	56.30	40.37	52.63	
29	54.17	39.40	53.60	
30	51.43	37.87	54.80	
31	48.27	37.37	56.13	
32	44.37	36.53	57.17	
33	41.57	35.17	58.80	
34	39.10	33.87	60.43	
35	38.43	32.73	61.33	

3ra Repetición	Vacaza	Gallinaza	Lodo PTAR	Vacaza PROM
1	22.67	27.97	20.77	28.11
2	24.50	28.63	21.07	
3	25.43	29.17	22.60	
4	26.67	30.33	23.10	
5	27.97	31.07	23.70	
6	29.50	31.70	24.47	
7	32.80	32.23	25.30	
8	35.37	32.73	26.13	
9	37.97	33.37	27.07	47.50
10	41.00	34.03	28.13	
11	44.90	34.70	28.67	
12	46.67	35.30	29.37	
13	49.23	35.93	30.53	
14	50.67	36.57	31.90	
15	53.07	37.13	33.27	
16	56.47	37.67	35.20	
17	57.50	38.07	37.10	54.87
18	57.00	38.60	38.67	
19	56.83	39.17	40.60	
20	56.63	39.83	41.90	
21	54.40	40.63	43.37	
22	53.60	41.50	44.63	
23	52.30	42.23	46.03	
24	50.67	43.10	47.50	
25	49.53	43.83	48.70	42.91
26	48.80	44.10	50.07	
27	46.40	43.93	51.93	
28	43.70	44.40	53.17	
29	40.20	44.37	54.50	
30	37.77	44.10	56.17	
31	34.00	43.60	57.70	

Anexo 6. Resultados de análisis de compost



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n teléf.: 614 7800 anexo 226 / 349 3969 E mail: las-fia@lamolina.edu.pe



MATERIA ORGÁNICA

SOLICITANTE : ANYI STEFANY AZPUR PACAYA
 PROYECTO : "Bio optimización para obtención de compost con distintos aceleradores microbianos, Pucallpa 2023"
 UBICACIÓN : Compost de Vacaza
 RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
 FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 17 de enero de 2024

Número de muestra		N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	C.E dS ⁻¹	pH
Lab.	Campo							
20244	MV - 01	1.14	0.85	2.74	0.83	0.98	6.07	8.64

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO

Rocio Pastor Jáuregui
 Dra. Rocio Pastor Jáuregui
 JEFA DE LABORATORIO



MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

CARACTERIZACIÓN COMPLETA

- Análisis mecánico: textura por método Hidrómetro
- Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo-agua 1:1 y extracto de la pasta saturada
- pH: lectura de extracto de relación suelo-agua 1:1 y extracto de la pasta saturada
- Calcáreo total: método gaso- volumétrico
- Materia orgánica: método de Walkley y Black. % M.O = % C x 1.724
- Nitrógeno total: método Micro Kjeldahl
- Fósforo: método de Olsen Modificado, extracto. NaHCO₃ 0,5M, pH= 8,5
- Potasio disponible: extracto acetato de amonio 1N, pH 7,0
- Capacidad de intercambio catiónico: acetato de amonio 1N pH 7,0
- Cambiables: determinado en extracto amónico
 Ca²⁺: espectrofotometría de absorción atómica
 Mg²⁺: espectrofotometría de absorción atómica
 K⁺: espectrofotometría de absorción atómica
 Na⁺: espectrofotometría de absorción atómica

SALINIDAD y SODICIDAD (1 :3)

- Cationes solubles
 Ca²⁺: espectrofotometría de absorción atómica
 Mg²⁺: espectrofotometría de absorción atómica
 K⁺: espectrofotometría de absorción atómica
 Na⁺: espectrofotometría de absorción atómica
- Aniones solubles
 Cr: volumétrico: nitrato de plata
 CO₃²⁻: volumétrico: ácido clorhídrico
 HCO₃⁻: volumétrico: ácido clorhídrico
 SO₄²⁻: turbidimétrico: sulfato de bario
 NO₃⁻: colorimétrico
- Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona
- Boro soluble: colorimétrico: método de la curcumina

INTERPRETACIÓN Disponibles

C.E. (Sales) (dS m ⁻¹)	
< 2	Muy ligeramente salino
2 - 4	Ligeramente salino
4 - 8	Moderadamente salino
8 - 16	Fuertemente salino
> 16	Extremadamente salino

*Según respuesta de los cultivos

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total CaCO ₃ (%)	Fósforo P (ppm)	Potasio K (ppm)
Bajo	< 2%	< 1%	<7	<100
Medio	2 - 4%	1- 5%	7-14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	>14	> 240

EQUIVALENCIAS
 1 mmhos/cm = 1 dS m⁻¹
 1 meq/100gr = 1 cmol(+) Kg⁻¹

CIC efectiva cmol(+) Kg ⁻¹	
2 - 5	muy baja
5 - 10	baja
10 - 15	media
15 - 20	alta
> 20	muy alta

* CIC: Capacidad de Intercambiable de cationes

CIC total cmol(+) Kg ⁻¹	
0 - 10	muy baja
10 - 20	baja
20 - 35	media
35 - 45	media-alta
> 45	alta

Reacción del Suelo (pH)	
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido
5,6 - 6,0	Moderadamente ácido
6,6 - 7,3	Neutro
7,4 - 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino

Anexo 7. Galería Fotográfica

RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y ACELERADORES MICROBIANOS



Recolección de residuos del sector II-B Yarinacocha



Recolección de lodos de PTAR



Recolección de Gallinaza



Recolección de Vacaza

PROCESO DE TRITURACIÓN DEL RESIDUOS ORGÁNICOS



Residuos seleccionados para triturar



Máquina de Trituración de residuos orgánicos



Recolección de los residuos orgánicos triturados



Residuos orgánicos en la fase final del triturado

INOCULACIÓN DE ACELERADOS MICROBIANOS



Aceleradores microbianos
(Vacaza, Gallinaza y Lodos de
PTAR)



Residuos Orgánicos inoculados con
vacaza al 10%



Camas composteras inoculadas



Muestra de compost para análisis en
laboratorio