



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Optimización del proceso de compostaje de los
residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del
distrito de Tiabaya**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Amanqui Pari, Julia Giovanna (ORCID:0000-0002-1450-2031)

ASESOR:

Mg. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID:0000-0002-0750-2877)

LINEA DE INVESTIGACION:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA-PERU

2021

Dedicatoria

Dedico esta investigación a Dios, por bendecir mis pasos, por darme la fortaleza, paciencia y perseverancia en momentos difíciles ante la realidad que atravesamos a nivel mundial, por darme salud para poder continuar con mis objetivos.

A mi madre por su gran amor, dedicación y ejemplo como mujer luchadora, por haber confiado en mí, por su apoyo incondicional; a mis hermanos por haber creído en mi para cumplir este gran meta que por mucho tiempo perseguí sin rendirme.

Agradecimiento

A mi Dios todopoderoso

Por cuidar mis pasos y darme la firmeza en mis objetivos.

A mi gran familia, en especial a mi gran madre, este logro se los debo a ustedes, que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

A todos mis profesores que contribuyeron en sus enseñanzas las ganas de perseguir mis sueños.

A todas las personas, amistades, que compartieron sus conocimientos para alcanzar este gran logro.

A la Municipalidad de Tiabaya por el apoyo técnico y profesional de sus trabajadores.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Caratula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de Tablas | v |
| Índice de gráficos..... | vi |
| Índice de figuras..... | vii |
| Resumen | viii |
| Abstract..... | ix |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| II. MARCO TEORICO..... | 6 |
| III. METODOLOGIA | 29 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 29 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 29 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 30 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 31 |
| 3.5. Procedimientos | 32 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 45 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 46 |
| IV. RESULTADOS..... | 47 |
| V. DISCUSION..... | 71 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 75 |
| VII. RECOMENDACIONES | 77 |
| REFERENCIAS: | 78 |
| ANEXOS | |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Descripción de parámetros óptimos para aireación en el proceso de compostaje | 23 |
| Tabla 2. Descripción de parámetros óptimos para Humedad en el proceso de compostaje | 24 |
| Tabla 3. Descripción de parámetros óptimos para Temperatura en el proceso de compostaje | 25 |
| Tabla 4. Descripción de parámetros óptimos para PH en el proceso de compostaje | 26 |
| Tabla 5. Parametos para determinar la calidad del compost- NCh2880..... | 27 |
| Tabla 6. Requisitos Sanitarios NCh2880 | 27 |
| Tabla 7. Áreas Verdes del Distrito de Tiabaya..... | 34 |
| Tabla 8. Lugares o Puntos de recolección de residuos orgánicos | 36 |
| Tabla 9. Composición de compostaje de pilas 1 y pila 2 | 37 |
| Tabla 10. Composición de PILA 1 (Grupo Control) | 38 |
| Tabla 11. Composición de PILA 1 (Grupo Control)..... | 40 |
| Tabla 12. Volumen de Pilas de proceso de compostaje | 42 |
| Tabla 13. Método del Puño Cerrado para determinar el % de Humedad. | 43 |
| Tabla 14. Resultados de Laboratorio de análisis de parámetros fisicoquímicos...51 | |
| Tabla 15. Resultados de Laboratorio de análisis de parámetros microbiológicos.63 | |
| Tabla 16. Determinación de la calidad del Compost logrado PILA 1 de acuerdo a los resultados de laboratorio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según la NCH 2880. | 64 |
| Tabla 17. Determinación de la calidad del Compost logrado PILA 2 de acuerdo a los resultados de laboratorio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según la NCH 2880 (ver anexo 4)..... | 65 |
| Tabla 18. Aplicación de SPSS para determinar Prueba de Normalidad de parámetros de proceso de compostaje | 66 |
| Tabla 19. Resultado de la prueba de Normalidad..... | 67 |
| Tabla 20. Aplicación de SPSS para los parámetros de seguimiento y control de las pilas de tratamiento para Prueba de Levene y Prueba T de Student para muestras independientes. | 68 |

Índice de gráficos

| | |
|--|----|
| <i>Grafico 1.</i> Comparación de Tiempo (días) de pilas de compostaje. | 47 |
| <i>Grafico 2.</i> Comportamiento de temperatura de pila 1 y pila 2 en el proceso de compostaje. | 48 |
| <i>Grafico 3.</i> Comportamiento del pH en pila 1 y pila 2 en el proceso de compostaje. | 49 |
| <i>Grafico 4.</i> Comportamiento de la humedad en pila 1 y pila 2 en el proceso de compostaje | 50 |
| <i>Grafico 5.</i> Resultado de análisis de pH de compost logrado | 52 |
| <i>Grafico 6.</i> Resultado de análisis de Conductividad Eléctrica..... | 53 |
| <i>Grafico 7.</i> Resultado de análisis de Humedad de Compost Logrado | 54 |
| <i>Grafico 8.</i> Resultado de análisis de Materia Orgánica de Compost Logrado | 55 |
| <i>Grafico 9.</i> Resultado de análisis de Relación Carbono/Nitrógeno de Compost Logrado | 56 |
| <i>Grafico 10.</i> Resultado de análisis de Tamaño máximo de partículas de Compost Logrado | 57 |
| <i>Grafico 11.</i> Resultado de análisis de Tamaño máximo de partículas de Compost Logrado | 58 |
| <i>Grafico 12.</i> Resultado de análisis de Fosforo de Compost Logrado | 59 |
| <i>Grafico 13.</i> Resultado de análisis Potasio disponible en el Compost Logrado..... | 60 |
| <i>Grafico 14.</i> Resultado de porcentaje de calcio disponible en el Compost Logrado | 61 |
| <i>Grafico 15.</i> Resultado de porcentaje de magnesio disponible en el Compost Logrado | 62 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Operaciones y procesos para el Manejo de los Residuos Sólidos..... | 20 |
| <i>Figura 2.</i> Fases de Proceso de Compostaje | 21 |
| <i>Figura 3.</i> Diagrama del desarrollo de la investigación..... | 33 |
| <i>Figura 4.</i> Diseño de Pila 1 de compostaje de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes..... | 39 |
| <i>Figura 5.</i> Diseño de Pila 2 de compostaje de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes..... | 41 |
| <i>Figura 6.</i> Control de Temperatura de pila 1 y pila 2 | 42 |
| <i>Figura 7.</i> Control de humedad de proceso de compostaje de pilas..... | 43 |
| <i>Figura 8.</i> Muestra de comparación de resultados para determinar pH..... | 44 |
| <i>Figura 9.</i> Volteo de pilas de tratamiento..... | 44 |
| <i>Figura 10.</i> Toma de muestras de compost para análisis de Laboratorio..... | 45 |

Resumen

Con el fin de determinar el efecto de la optimización el proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes, deficiencias en el control y seguimiento del compostaje, con diseño experimental se elaboró dos pilas de tratamiento midiendo la temperatura, pH y humedad, determinando que no existe efecto significativo en optimización del proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes, la temperatura de pila 1 fue 54°C, pH inicial 7.8 y pH final 7.8, humedad inicial 60% y humedad final 38%, de acuerdo a la normativa en consulta NCH2880, se encuentra dentro de los rangos óptimos para determinar la calidad del compost y catalogarse de alta calidad, por cumplir los requisitos de la norma en consulta, siendo óptimos para la reutilización del compost como abono en plantas y suelos, para el tiempo transcurrido para el desarrollo del proceso de compostaje de ambas pilas, es normal para el tipo de sustratos utilizados, por lo que se observa que la mejor opción para optimizar el proceso de compostaje en el tratamiento es la pila 2, debido a que cumple con los requisitos para calidad y tuvo menor tiempo para lograr un compost estable.

Palabras clave: Proceso de compostaje, residuos orgánicos, calidad de compost.

Abstract

In order to determine the effect of optimizing the composting process of organic waste from green areas, deficiencies in the control and monitoring of composting, with an experimental design, two treatment piles were developed, measuring temperature, pH and humidity. determining that there is no significant effect on optimization of the composting process of organic waste from green areas, the temperature of pile 1 was 54°C, initial pH 7.8 and final pH 7.8, initial humidity 60% and final humidity 38%, according to the regulations in consultation NCH2880, it is within the optimal ranges to determine the quality of the compost and be classified as high quality, for meeting the requirements of the standard in consultation, being optimal for the reuse of compost as fertilizer in plants and soils, for the time elapsed for the development of the composting process of both piles, it is normal for the type of substrates used, so it is observed Note that the best option to optimize the composting process in the treatment is pile 2, because it meets the requirements for quality and had less time to achieve stable compost.

Keywords: Composting process, organic waste, compost quality.

I. INTRODUCCIÓN

La actividad humana viene impactando negativamente al ambiente, convirtiéndose en un problema para la sociedad, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), resalta la forma insostenible de todas las actividades humanas, dando como resultado el calentamiento global y un cambio climático incontrolable, donde sus efectos negativos se acrecentaran en el transcurso de los años, impactando directamente en la agricultura y la alimentación, esto ha generado preocupación a nivel global, por ello proponen la sostenibilidad como el pilar de todas las actividades a fin de garantizar la continuidad de nuestros ecosistemas (FAO, 2017), en la actualidad se cuenta con herramientas que ofrecen alternativas y estrategias para generar enmiendas orgánicas para los cultivos, produciendo compost a partir del reciclaje de residuos orgánicos, teniendo como finalidad reducir la contaminación y gastos en fertilizantes.

Conforme a lo publicado por Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018), en la actualidad se realiza el manejo residuos sólidos a cielo abierto, siendo la principal fuente de generación de gases de efecto invernadero y responsable del cambio climático debido a las grandes cantidades de residuos orgánicos que emanan y generan gas metano, ocasionando un impacto 24 veces más poderoso sobre el clima que el CO₂, por lo que se plantea como solución el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para ser dispuestos finalmente mediante el proceso de compostaje, que pueden ser reutilizados en el mejoramiento de suelos.

El estado peruano mediante Ley 29332,(2009) y sus modificatorias, buscan el progreso continuo de la eficacia de los servicios públicos suministrados por los municipios del estado a nivel regional, distrital y local, donde los residuos orgánicos que se generan a nivel nacional pueden ser valorizados aplicando distintas tecnologías, por ello a través del Ministerio del Ambiente, mediante la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos (DGRS), a través de la Meta 3, que consta en la Implementación manejo integrado de los residuos sólidos municipales por medio del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal, donde las entidades del estado como son los municipios del tipo A,

B, C, D y E, gestionaran la valorización de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en beneficio del ambiente (MINAM , 2021).

Del mismo modo la Ley General del ambiente (Ley 28611, 2005) como parte de la responsabilidad del estado, tiene como objetivo constituir los principios y normas que se encargan de dirigir la política ambiental, regular la gestión a nivel ambiental del estado peruano, así como las operaciones de la población y la sociedad en conjunto, todo ello con la finalidad de salvaguardar el medio ambiente contribuyendo a lograr los objetivos del desarrollo sostenible de nuestro país.

Se cuenta también con La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L. 1278, 2020), donde establece la regulación de las obligaciones, derechos, responsabilidades de las actividades productivas de la sociedad, donde busca preservar un manejo y gestión de los residuos sólidos, implementando herramientas de prevención o minimización de residuos desde la fuente, reutilización, programas de reciclaje, compostaje de residuos orgánicos entre otras técnicas que garanticen el bienestar y cuidado del medio ambiente

En el departamento de Arequipa se generan alrededor de 359,000.00 toneladas al año de residuos sólidos municipales entre las 8 provincias, por otro lado, en el año 2020 debido al inicio de la nueva enfermedad COVID-19, agudizo la mala gestión residuos generados durante la pandemia, evidenciado debilidades significativas ante las elevadas cifras ocasionadas por la disposición de residuos sólidos (Defensoria del Pueblo, 2020).

La mala gestión de estos residuos a falta de programas o seguimiento adecuado, conllevan su transporte y disposición al botadero Quebrada Honda ubicado en el distrito de Yura- Arequipa, lo que significa un costo económico considerable para la municipalidad, perjudica el alcance del cumplimiento de metas y objetivos de la entidad, pero lo más importante es que al desechar estos residuos al botadero no serían aprovechados las posibilidades y alternativas que ofrece su tratamiento y transformación.

Para Medina y Valdivia (2020, p. 5), los residuos solidos son un gran problema para el medio ambiente, sin la correcta disposicion final generan impacto

perjudicial para las poblaciones debido al desarrollo y consumismo, en su investigación aprovecho los residuos sólidos orgánicos, favoreciendo a la disminución de impactos negativos al ambiente, así mismo según los estudios de Cardenas y Tejada (2019, p. 6), los residuos de poda pueden ser valorizados por distintas técnicas para evitar su disposición final al botadero Quebrada Honda, torrenteras y la realización de incineraciones clandestinas.

La Municipalidad de Tiabaya, realiza el mantenimiento de áreas verdes, poda de árboles, corte de césped, desmalezado de hierbas, etc., trabajos realizados a través de la Gerencia de Servicios Comunales, como parte de los procesos implementados para el tratamiento, gestión y manejo de los residuos sólidos municipales, en este caso los residuos orgánicos son tratados mediante el proceso de compostaje como alternativa de reaprovechamiento de estos residuos, por lo que a falta de un buen control y seguimiento de este proceso, genera la acumulación de materia orgánica, consecuentemente este material entra en proceso de descomposición generando la emisión de gas metano, aparición moscas, ratas, entre otros, sumado a los impactos ambientales, económicos y sociales dentro del distrito.

Por ello para el sustento de esta investigación de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2017, p. 73) es necesario realizar la justificación y la necesidad de efectuar un estudio, exponiendo las razones por las cuales se realizó la presente investigación, por ello la relevancia del presente llega a ser importante debido a que, considerando que en el Perú una persona genera alrededor de 0.58 kg. de residuos y el 57.5% de residuos son residuos orgánicos, siendo los que ocasionan las emisiones de gases de efecto invernadero entre otros impactos significativos al ambiente. (MINAM, 2021), por lo la presente investigación contribuirá de la siguiente manera:

El valor teórico de esta investigación es aportar al conocimiento existente sobre el compostaje, como herramienta de optimización del proceso de compostaje, permitiendo conocer la calidad de la materia orgánica obtenida de los residuos de áreas verdes, los cuales pueden ser reutilizados como abono.

Las implicaciones practicas de esta investigacion nacen de la necesidad solucionar y mejorar el proceso de compostaje de los residuos organicos de las areas verdes del distrito de Tiabaya, donde con la probabilidad de realizar control continuo de los procesos de reaprovechamiento de residuos, favoreceran la optimizacion del proceso de compostaje.

Asi mismo esta investigacion tiene como utilidad metodologica, la aplicación de metodos cientificos, analisis de parametros fisicos, quimicos y biologicos, han sido estudiados para determinar la calidad del compost, por lo que podran ser utilizados para otras investigaciones .

La relevancia social, esta investigacion mejorara la gestion y manejo de los residuos organicos de las areas verdes del distrito de Tiabaya, esto reducira los gastos generados por tratamientos de urgencia, asi mismo genera prestigio y buena imagen para la institucion.

La justificacion ambiental de este estudio esta basado en que ayudara a determinar como al optimizar el proceso compostaje, se disminuira los impactos al ambientales, mejorara la gestion de los residuos, lo que se reflejaria en la reutilizacion del compost en las areas verdes como fertilizante de suelos.

Para el desarrollo de la investigacion se estima conveniente continuar con el compostaje en pilas, sistema de compostaje implementado actualmente por la Subgerencia de Medio Ambiente unidad organica de la Gerencia de Servicios Comunales.

De acuerdo a los autores Cabezas, Naranjo y Torres (2018, p. 37) el planteamiento del problema en una investigacion son los hechos, sucesos que han motivado el estudio, donde se desea conocer la interrogante planteada ante la realidad que desea investigarse, por lo que se plantea la pregunta general siguiente: ¿De qué manera se optimizara el proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya.? y los problemas específicos; primer problema específico: ¿Cómo se desarrolla la optimización del proceso de compostaje de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya?, segundo problema específico ¿Cuáles

son los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del compost logrado en las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya? y por ultimo tercer problema específico ¿Cómo es la calidad del compost logrado en las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya, según la NCH2880?.

Consecuentemente esta investigación tiene como objetivo general: Determinar el efecto de la optimización el proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya y los objetivos específicos son los siguientes; primer objetivo específico es realizar el seguimiento y control de la optimización del proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya, el segundo objetivo específico consta de, Analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del compost logrado de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya y el tercer objetivo específico del estudio es, determinar la calidad del compost logrado en las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya según la NCH2880.

De acuerdo con Hernández et al. (2017, p. 143) tomando en cuenta el enfoque cuantitativo de esta investigación es que surge la hipótesis a partir de las relaciones de causalidad entre las variables y la forma en cómo se manifiestan, por consiguiente la hipótesis general de este estudio es: Existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya, así mismo se desprende la hipótesis nula; no existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya y la hipótesis alterna; si existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya.

II. MARCO TEORICO

Considerando las investigaciones previas a nivel internacional para Ferreira, Días y Vasconcelos (2018 p. 467-474) en la publicación del tema Efecto del compost de residuos orgánicos domiciliarios vegetales y estiércol en el crecimiento de lechuga, resaltan que el proceso de compostaje es una alternativa para reutilizar los residuos sólidos orgánicos al transformarlos en biofertilizantes para los cultivos, lo que permite y evita su disposición final en los rellenos sanitarios, tuvo como objetivo evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del compost el cual fue utilizado en el desarrollo y productividad de la lechuga crespa (*Lactuca sativa L.*), utilizaron residuos orgánicos domiciliarios y estiércol de bovino en una relación de 1:1 alternando los montículos de compost con podas de árboles triturados, manejaron compost maduro al 20, 40, 60, 80 y 100% de concentración, resultando y favoreciendo en un 63% en la altura de las plantas y 75% en la cantidad de número de hojas del cultivo de lechuga.

Para los autores Utama, Nuni y Nurul (2017, p. 31-35) en su investigación sobre la utilización de bacterias en el compostaje de estiércol, hierbas y pasto de pantano, muestra la liberación de CO₂, pH y C orgánico y N total, tuvieron como resultados la dependencia de la dinámica de las poblaciones bacterianas presentes en el compostaje de los materiales que utilizaron siendo un factor primordial en el aumento del tiempo de compostaje, esto ocasiono la disminución de liberación de CO₂, observaron igual incremento en los niveles de pH con excepción de la composición de 100% de estiércol, del mismo modo demostraron que la mejor composición se obtiene mezclando un 10% de estiércol y 90% de hierba de pantano.

Para Malcheva, Yordanova y Nustorova (2019, p. 1-6), tuvieron como objetivo el estudio de la influencia del compostaje en la actividad microbiana del suelo, se elaboraron tres tipos de compost, dos elaborados en primavera con restos vegetales y el segundo agregaron estiércol de conejo; y el último elaborado en otoño a base de tallos de tomate, pimiento, y residuos de puerros frescos), posteriormente aplicaron el compost en 5t/ha de cultivos de tomates y realizaron análisis agroquímicos y micromicetos, como resultado el compost de

primavera aumento la actividad de los microorganismos y el abono de otoño no mostro aumento de cantidad pero si tuvo una actividad mayor.

Para los autores De Rezende, Fraga, Ferreira y Lazarini (2017, p.1-13) en su investigación titulada Use of Dregs From fat and Residuary oil Purification in Composting, utilizo para la composición y obtención del compost residuos de aceite de frituras, para ello el experimento en campo se compuso de pasto, estiércol de ganado, residuos de grasa y aceite; el experimento realizado en el invernadero derivado del experimento de campo fue a base de sorgo y estiércol, donde acotan que las heces en dosis diferentes no afectan el producto final, así mismo los compost realizados a base de pasto napier con estiércol de ganado presentaron conductividad eléctrica más óptima para ser usados como fertilizante orgánico, del mismo modo el compost resultado de la adición de orujo de ricino resulta más nutritivo y el compuesto por pasto de napier + orujo de ricino tuvo mayor rendimiento de masa en comparación del compost de pasto de napier +estiércol.

Del mismo modo para Dabrowska, Sobieraj, Koziel , Bieniek y Białowiec (2020, p. 5451), señalan que conocer los parametros cineticos de la presencia de CO durante el compostaje de residuos biologicos es primordial para estimar la cantidad de gas emitido a fin de minimizar impactos negativos al ambiente y proteger la seguridad de los trabajadores del procesamiento del compost, para efectos utilizaron residuos de verdes, estiercol de ganado y aserrin esterilizadas y no esterilizadas, se controlaron los reactores de temperatura con la concentracion de CO, O2 Y CO2 cada 12 horas, observaron aumento de CO al tener temperaturas en condiciones bioticas entre 10 a 50°C, disminuyendo en temperaturas de 70°C sirviendo de referencia en la viavilidad, mitigacion y la valorizacion de CO durante la bioestabilizacion de residuos biologicos.

Los investigadores Lin, Xu, Ge y Li (2018, p.1) en el artículo titulado Improving the sustainability of organic waste management practices in the food-energywater nexus: A comparative review of anaerobic digestion and composting, menciona como la digestión anaeróbica (DA) favorece el proceso de compostaje, siendo métodos de manejo de residuos loables para la reutilización y la generación productos de valor agregado este estudio, examina

el potencial para mejorar la sostenibilidad de la gestión de residuos, mejorar el proceso y la valorización de los productos finales, enfatiza en las formas de acortar el período de compostaje y reducir el olor y los gases de efecto invernadero (GEI), la DA es favorable en términos de menores emisiones de GEI debido a la producción de biogás como fuente energía renovable, el estudio menciona también que no se ha encontrado ningún sistema de aireación o aditivo que sea eficaz en reducir las emisiones de GEI y olores.

Según la investigación realizada por Camacho, Uribe, Newcomer, Masters y Kinyua (2018, p. 339-341) en el tema titulado Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña, tuvo como objetivo un estudio de forma no experimental y económica donde se realizaron pruebas de laboratorio para probar que los microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO) cuentan con cualidades optimas como inoculante efectivo para la optimización del proceso del compost de mejor calidad, la utilización de los compuestos mencionados no alteran otros parámetros que afecten la calidad de este abono, incluyendo el pH, la CE y la relación C/N, no disminuye la capacidad de maduración, estabilidad e inocuidad del compost final por lo que se concluye que es viable encaminar en los estudios de estos compuestos como agentes optimizadores del proceso de obtención para el compost.

Los autores Monroy y Prada (2019, p. 14) con el objetivo de lograr la optimización del proceso de compostaje, identificando los problemas a falta de control y técnica de procesamiento de los residuos orgánicos generados por la poda de césped, residuos de restaurantes y hojas secas de árboles, llevo a cabo el seguimiento de los parámetros de temperatura, pH y humedad de los grupos de tratamiento. Después de 113 días obtuvo resultados, para posteriormente realizar el envío de muestras a laboratorio para el análisis respectivo, cuyos resultados no alcanzaron los estándares establecidos en la NTC 5167, elegido por los autores, siendo así es que plantean la construcción de una planta piloto, a fin de mejorar las condiciones y calidad del proceso de compostaje.

Para Marin (2019, p. 1-4) en su nota de divulgación considera que los biofertilizantes orgánicos son una alternativa viable para combatir la contaminación, esto por las grandes cantidades de residuos generados que

representan una fuente de contaminación ambiental muy relevante debido a su descomposición al aire libre, sirven como aporte al sector agrícola al convertir dichos residuos en abono orgánico, favorecen para combatir la desertificación, permiten el desarrollo y crecimiento adecuado de los cultivos incrementando los beneficios de la vegetación, el resultado es la oportunidad de realizar los tratamientos mediante el composteo que favorecen el obtener productos con nutrientes capaces de dar fertilidad a los suelos.

De acuerdo a la investigación de Sánchez, Parra, Ortega y Acevedo (2018, p. 156-162) en su estudio titulado Producción de abono orgánico mediante el compostaje aerotérmico de residuos de poda, menciona que la disponibilidad de los recursos naturales benefician la economía de las instituciones y estos al no ser manejados adecuadamente, ocasionan impactos elevados al ambiente por el mal manejo de los residuos, por ello esta investigación tiene el objetivo de producir abono por medio del proceso de compostaje de tipo aerotérmico a partir de residuos de poda, se diseñaron tres pilas de 1,50m de alto y 1,50m de diámetro, con relación de C:N de 35:1, ajustaron la humedad al 70%, con volteo manual cada semana en tres meses, se realizaron los controles diarios de temperatura, pH y humedad; para las muestras microbiológicas y físico-químicas fueron semanales, para los parámetros de calidad se basaron en la normativa NTC 5167 de las variables físico-químicas, los resultados mostraron el cumplimiento de los parámetros microbiológicos logrando demostrar la efectividad del proceso aerotérmico utilizado.

En Ecuador para Macas (2020, p. 11) realizó la investigación acerca de la utilización del proceso de compostaje como herramienta de gestión de tratamiento de los residuos orgánicos de ganadería, habilitó una caseta techada con un diseño al azar basado en tres tratamientos y un control de tres replicas, basado utilizando la metodología de Mollinedo, trabajando con diferentes concentraciones de aditivos de residuos agropecuarios, realizó un seguimiento semanal, control de temperatura, pH y humedad para un seguimiento más exhaustivo del estado de la materia orgánica, con relación a la temperatura existieron diferencias significativas relacionado al aumento de temperatura que se da en la mitad del ciclo, con relación al pH, encontró diferencias entre las

semanas y no entre los tratamientos y para humedad tuvo diferencia entre tratamientos, la relación al costo/beneficio se estimó valores mayores en el control, tratamiento 2 y tratamiento 3, excepto el tratamiento 1 con valor mínimo y es importante resaltar que el control obtuvo la mayor relación costo/beneficio con 1,31, siendo el tratamiento con más rentabilidad económica.

En Chile Cueto (2017, p. 52) la investigación se basó en seleccionar las tecnologías posibles para gestionar los residuos orgánicos de poda y jardinería, por ser residuos segregados desde su origen, eligieron el compostaje considerando la utilización de un reactor PFR vertical basado en la tecnología aeróbica, eligieron también la biodigestión anaeróbica seca termofílica como parte de la tecnología anaeróbica, como parte de la investigación realizaron la gasificación utilizando la tecnología de valorización, logrando concluir como mejor opción de tratamiento para el manejo de los residuos orgánicos provenientes de poda y jardinería, es la reutilización de estos residuos para producir compost a base de un procedimiento reactor PFR (Plug Flow Reactor) vertical siguiendo las etapas de ingeniería conceptual con la supervisión y control profundo guiándose en los tres aspectos considerados en la investigación.

Mejias, Komilis, Gea y Sánchez (2017, p. 22-28) los investigadores consideraron la evaluación del efecto del flujo de aire y la manera que opto para la aireación en el compostaje de desechos orgánicos no urbanos que son generados en grandes cantidades alrededor de todo el planeta, realizaron la evaluación respirométrica mediante dos pruebas de flujo de aire constante de tres caudales de aire fijos y control de tasa de flujo, obtuvieron resultados que demuestran que no se requieren altos flujos de aire para establecer la máxima actividad respiratoria, lo que ahorra energía y previene escape de gases en tratamientos de compostaje de material orgánico a gran escala.

Los investigadores Oliveira L, Oliveira D., Stolte, Silva y Gomes (2017, p. 229-237) realizaron un estudio sobre la correcta disposición de los residuos provenientes de las actividades como desafío hacia un desarrollo sostenible, el alto costo del tratamiento de los residuos en las municipalidades conlleva a realizar la gestión integral de los residuos como parte de la reducción de fuentes,

reutilización, reutilización, reciclaje, compostaje y disposición final en vertederos, por ello al examinar las alternativas para el compostaje de los residuos orgánicos, analizó los impactos ambientales bajo la técnica de revisión literaria, recolección de datos en el área a cargo de la gestión de los residuos de la entidad investigada, categorizando el cambio climático, debilidad del ozono, proliferación de partículas y toxicidad humana y del agua dulce; mostraron que el compostaje domiciliario genera una reducción en los días de recolección de residuos orgánicos, para tener un efecto positivo en las emisiones de efecto invernadero derivadas del transporte y recolección, demostraron que el compostaje doméstico incide mayoritariamente en la capacidad de reducir las emisiones de CO₂.

Alkarimiah y Suja (2019, p. 9979-9996) investigaron sobre el proceso de descomposición biológica orgánica en condiciones aeróbicas y controladas, los factores que pueden afectar el proceso de compostaje y la relación entre ellos, se centra en los factores técnicos que afectan el logro de fase termofílica de la técnica del proceso para la obtención del compost, particularmente con un sistema de reactor cerrado, mencionan que los factores técnicos de revisión son la frecuencia de rotación, la frecuencia de aireación y la humedad inicial de la mezcla de compost para el sistema de compostaje de reactor cerrado, factores que provocan un aumento significativo de la temperatura termofílica en el reactor cerrado, proceso de compostaje, es fundamental que se alcance la temperatura termofílica. Al aumentar la temperatura termofílica, también aumenta el número de microorganismos termófilos, provocando la rápida degradación de los biorresiduos.

Henrique, Rocha, Silva y Lamarte (2018, p. 558-565) en su investigación consideraron como objetivo evaluar el potencial de los residuos sólidos considerando los vegetales generados en los jardines para producir compost orgánico, el experimento fue composta de hojas, ramas, hojas picadas, estiércol, hilos de pasto, plantas acuáticas, con lo que determinaron los niveles de N, P y K, eligieron un experimento aleatorio, la adición de estiércol influye en la descomposición de los residuos vegetales triturados, teniendo como resultado compost más estables en temperatura.

En la revista los investigadores Jordão, Paiva, Firmo, Inácio, Rotunno y Filho, (2017, p. 809-813) en su estudio titulado Low cost automatic station for compost temperature monitoring, resaltan que el monitoreo de la temperatura de manera diaria es un procedimiento importante para controlar el proceso de compostaje, ello debido a la limitación de costos, es así que tuvieron como objetivo desarrollar una estación automática con US \$150 dólares, capaz de monitorear la temperatura del aire en dos puntos diferentes en una pila de compost, las mediciones que realizaron fueron satisfactorias y compatibles con el proceso y de acuerdo con la demanda ambiental del compostaje.

Para los investigadores Saran, Meneghine, Célico, Pinheiro y Alves (2017, p. 263-278) investigaron el compost orgánico a partir de residuos de biomasa como alternativa para sustituir parcial o total de fertilizantes minerales para el cultivo de hortalizas, evaluaron los efectos del compost en la calidad del agua de un arroyo utilizado principalmente para el riego de cultivos agrícolas, analizaron el número total de coliformes (*Escherichia coli*) donde las concentraciones químicas y variables físicas mostraron valores esperados en relación a los estándares nacionales e internacionales de calidad del agua, el uso del abono orgánico en las áreas agrícolas observaron que no influye negativamente en los registros de calidad para agua a nivel superficial, por lo que el proceso de compostaje de residuos animales y vegetales y el uso del compost obtenido puede ser una alternativa sostenible para el destino adecuado de estos residuos.

En Costa Rica para los investigadores Rojas, Monge y Herrera (2020, p. 60-70) tuvieron como objetivo el análisis del manejo y uso de los residuos sólidos de tipo orgánico, calcularon las cantidades de residuos generados, encuestaron la percepción de los usuarios sobre el problema, desde una perspectiva innovadora que fomente la utilización de las tecnologías que faciliten los procesos de recolección de residuos orgánicos, tomando en cuenta los objetivos para evitar que los residuos sean llevados al vertedero y reducir así el impacto al medio ambiente, fomentando economías circulares, por lo que resalta la necesidad de abordar la problemática de diferentes maneras, por tener una dinámica de constante cambio de personal, períodos de recreo, avances

tecnológicos, modificación de sistemas de gestión y también en la legislación, trabajar en la sensibilización y educación de la población y saber cuál es la reducción del desperdicio de alimentos de usuarios sobre este problema.

En Malasya Kadir, Azhari y Jamaludin, (2016, p. 5025) autores de la investigación *An Overview of Organic Waste in Composting*, donde mencionan que los residuos orgánicos que son provenientes de residuos agrícolas, mercados, cocina, alimentos sólidos de procedencia urbana y municipales, los mismos al no ser tratados adecuadamente ocasionan problemas al entorno, por ello resaltan el compostaje como una alternativa de bajo costo para solucionar los problemas, mencionado los residuos de frutas, plantas, residuos de jardín y otros, los cuales después del proceso de resultarían como nutrientes para mejoramiento de suelos, abono de cultivos, y para la gestión ambiental, por ello existen muchos factores que contribuyen a la calidad del compost obtenido en concentraciones de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio como macronutrientes comunes en los fertilizantes, presencia de metales pesados en proporciones que se puedan aplicar sin causar efectos nocivos, resaltan los factores de la temperatura, el pH, la humedad y la relación carbono/nitrógeno (C:N) parámetros que contribuyen a la eficiencia del proceso de obtención del compost.

Para Hettiarachchi, Meegoda y Yu (2018, p. 2483) autores de la investigación titulada *Organic Waste Buyback as a Viable Method to Enhance Sustainable Municipal Solid Waste Management in Developing Countries*, mencionan que la mayoría de países no cuentan con una gestión adecuada de residuos sólidos urbanos a falta de conciencia, falta de tecnologías, financiamientos y falta de gobiernos adecuados que dicten las regulaciones para monitorear y proponer una gestión adecuada de los residuos, ante ello refieren dos fortalezas disponibles como son los mercados disponibles en países en desarrollo y los programas de recompra de residuos orgánicos, como alternativas de reaprovechamiento de residuos, por ello mencionan que la recolección de desechos orgánicos separados desde la fuente de origen y posteriormente encontrar mercados estables para productos procesados provenientes de los residuos orgánicos como son el compost y el biogás, siendo necesario la

intervención de políticas que apoyen los programas para comercialización que ayudaran a promover el reciclaje como medida de sostenibilidad.

Para los investigadores De Jesus Debernardi, Aguilar y Núñez (2020, p. 81-88) en el estudio titulado Composting of byproducts from the orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) and Sugarcane (*Saccharum spp. hybrids*) Agroindustries, consideraron que siendo un problema global el manejo, disposición y tratamiento de los residuos agroindustriales que requieren su tratamiento en la producción sustentable de alimentos, forrajes entre otros, señalan que los cítricos y caña de azúcar que generan residuos o subproductos necesitan un tratamiento especial para ser reutilizados por ser de composición acida. En ese sentido aplicaron el compostaje en pilas para la obtención de compost estable físico y químicamente, en este caso obtuvieron un promedio de temperatura de 55 °C y un pH de 9,1 al final del proceso, la relación carbono/nitrógeno fue de (27:5) materia orgánica 65,5% y como resultado para macro y microelementos del abono orgánico, mejoraron sus características para su aprovechamiento en la agricultura agroecológica.

Para los autores Sarpong, Oduro- Kwarteng, Gyasi, Buamah, Donkor, Awuah, y Baah, (2019, p. 45-54), en su investigación titulada Biodegradation by composting of municipal organic solid waste into organic fertilizer using the black soldier fly (*Hermetia illucens*)(Diptera: Stratiomyidae) larvae, tuvieron como objetivo la evaluación del potencial del compostaje a base de larvas de mosca soldado negro y posteriormente analizar la calidad del abono orgánico con fines de uso agrícola, utilizaron residuos de mercado, restaurante y hogares, posteriormente evaluaron el sustrato y el compost obtenido de acuerdo a los niveles de NPK, relación C:N, así mismo realizaron la evaluación y presencia de niveles de toxicidad para metales pesados como As, Cd, Fe, Pb y Ni; es su estudio las larvas degradaron más del 50% del sustrato total en 2 semanas, obtención de alto porcentaje de aumento de los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio obteniendo un 41,2 % y en relación a los metales pesados se redujeron a niveles aceptables de acuerdo a los estándares de organismos reguladores.

A nivel nacional para Contreras, Del Carpio y Urquiaga (2018, p. 39) investigaron con la finalidad de contribuir con el ambiente a través del

tratamiento de los residuos orgánicos de áreas verdes para producir biofertilizante utilizando microorganismos eficientes (EM), para efecto de la investigación consideraron controlar la densidad, porcentaje de humedad, relación Carbono: Nitrógeno, contenido N, P, K; evaluaron el potencial hidrógeno y la conductividad eléctrica del compost, en el proceso de compostaje crearon ambientes óptimos y efectivos para la degradación de los residuos orgánicos, siguieron un diseño para su investigación de acuerdo a la estimulación creciente de EM para los análisis con pre prueba y post prueba, tomando un grupo como testigo conformado por tres cajones con volumen 1m³ repleto de residuos provenientes de poda de árboles, hiervas y arbustos, y dos grupos con las mismas características del grupo inicial donde recibieron estímulos de 1 litro y 6 litros de EM en condición activada.

Para Vargas, (2021, p. 3) en su investigación considero la recopilación de datos sobre las técnicas del compostaje y los distintos métodos que pueden ser aplicados para su optimización afirma que el aprovechamiento de los residuos sólidos es deficiente ocasionando la disposición final en botaderos informales y quema de residuos, conociéndose que los residuos orgánicos son de mayor porcentaje, resalta la necesidad de buscar técnicas para realizar la valorización con técnicas de compostaje de material orgánico que ayuden a reducir el impacto ambiental, gracias al elevado contenido de nutrientes puede ser usado como fertilizante de suelo, aplicación en zonas degradadas.

En Lima Guizado, (2018, p. 142) en su investigación pudo determinar la efectividad del uso de la gallinaza para el proceso de obtención del compost bajo la técnica de pilas dinámicas utilizando residuos orgánicos de vegetales, residuos de poda de pastos y gallinaza, mediante 4 tratamientos para el análisis de los factores fisicoquímicos del material y siendo el más óptimo por la capacidad degradaría fue menor a 15mm según norma NCH 2880-2004 y calidad obtenida en el proceso.

Para Olave, (2019, p.9 y 77) el objetivo de su estudio fue establecer una técnica de compostaje mediante el método de pilas de volteo manual bajo la proliferación de los microorganismos beneficiosos para el tratamiento de los residuos sólidos de tipo orgánico los cuales son generados en las viviendas, por

lo que se refleja la necesidad de establecer la clasificación del compost como abono o acondicionador de suelo, así mismo considero los parámetros indicados en la Norma técnica peruana NTP 311.557:2013, Norma chilena NCh2880.Of2004 y Norma española Real decreto 506/2013 para el análisis de los resultados de su investigación, obtuvo resultados de compost de clase B de acuerdo a los resultados de metales pesados, libre de microorganismos patógenos y con valor nutricional alto; para la normativa peruana: compost como abono orgánico sólido de acuerdo a los resultados de metales pesados, microorganismos patógenos y valores nutricionales; y para la normativa española: compost de clase C de acuerdo a los resultados de metales pesados, libre de microorganismos patógenos y por los valores nutricionales le corresponde la pertenencia al grupo 2, en relación al tipo de fertilizante se le pudo denominar como abono de tipo orgánico NPK de origen vegetal y animal.

Aguilar (2018 p. 12) en su investigación basada en la optimización del proceso de compostaje a partir de los residuos de mercados, utilizó maderas planas las cuales fueron recubiertas con geomembrana y adicionó un activador biológico como acelerador de sus tratamientos, obtuvo resultados que alcanzaron temperaturas de 49.6° C y 48.8 °C, donde gracias a la aplicación de los activadores se redujo el tiempo de descomposición, sus tratamientos mantuvo un pH de 10, alcanzó buena concentración en cuanto a los parámetros de nitrógeno, fósforo y potasio.

Para Pillco (2020, p. 13) según los objetivos planteados de su investigación utilizó el método de análisis de varianza ANOVA y la técnica de prueba de Tukey, lo que le sirvió para realizar el contraste de medias en las pruebas al azar utilizando microorganismos eficientes, analizó el tiempo de descomposición, la granulometría, T° promedio y pH tomando como modelo la norma de calidad Chilena 2880 y otros considerados por el investigador, en los tres tratamientos realizados obtuvo parámetros generales lo que le valió que los insumos utilizados en el proceso de obtención del compost lograron influir en la descomposición, temperatura, pH, tamaño de partículas o granulometría y la calidad del abono orgánico alcanzado gracias al uso de EM.

En Tarapoto Melendez y Sánchez (2019, p.14) los investigadores evaluaron el efecto de EM utilizados en el compostaje de los residuos organicos, mediante el diseño experimental al azar y tres repeticiones, analizaron la temperatura, pH y porcentaje de humedad con resultados optimos del mismo modo pudieron determinar la relacion C/N de los cuatro tratamientos con dosis diferentes de la solucion utilizada de EM, de acuerdo al seguimiento continuo realizaron las correcciones del proceso de acuerdo los lineamientos dados en los manuales, identifico que los valores para: N, P, K, Cd, porcentaje de humedad y otros factores no cumplen con la norma Chilena 2880 para determinar la calidad del Compost, de los cuatro tratamientos el T2 resulto favorable para su aprovechamiento como abono orgánico.

A nivel local para Suni (2018 p. 133), utilizo desechos orgánicos para tres pilas de compostaje de residuos provenientes de un mercado de abastos, elaboro pilas de compostaje con el método estadístico al azar, considero la evaluación de los valores físico y químicos desde el inicio del proceso para la obtención del compost , los resultados mostraron homogeneidad en la semana 12, para las condiciones de calidad estos se pudieron determinar en la semana 21 según la Norma Chilena 2880 y la FAO pudo clasificarse como clase A, con porcentaje de rentabilidad al 44,69%; de acuerdo a las características de las cantidades generadas de residuos se podría elaborar 555,124.8 toneladas/año de abono orgánico compost que podrían ser aprovechados en la fertilización de suelos agrícolas.

Del Carpio (2017, p. 6) de acuerdo al diagnostico basado en la caracterización de residuos sólidos, el porcentaje de residuos sólidos domiciliarios son de 42,65% como residuos orgánicos degradables y otros en menor porcentaje, bajo la realización de encuestas se pudo conocer que un 43 % indica que el manejo de los residuos es óptimo y un 8 % considera que el manejo es deficiente, como parte de la importancia del estudio realizo la estimación de la instalación de un relleno sanitario tomando consideraciones en la reutilización de materia orgánica por lo que se requiere la implementación de área procesamiento de compostaje lo que favorecería la vida útil de relleno sanitario, minimizando las emisiones de GEI y contaminación.

Para Cardenas y Tejada (2019, p.5) realizaron una investigación de la gestión de los residuos sólidos orgánicos provenientes de trabajo de mantenimiento de áreas verdes, los cuales son tratados incorrectamente y por consiguiente desaprovechan los beneficios del material orgánico, a fin de identificar los impactos considerables por una mala gestión realizaron la evaluación a través de una Matriz de evaluación de impactos ambientales llamado Conesa del tipo Simplificado, obteniendo como resultado la identificación de 3 de consideración relacionados a la emisión de gases de efecto invernadero, dióxido de carbono y metano, menoscabo de los paisajes por la contaminación de los residuos, aparición de puntos críticos. Siendo así determinaron que el proceso de obtención del compost favorece la aplicación de controles, reducción de costos que ayuden a disminuir los impactos negativos al ambiente, ocasionados por la mala o ausente gestión de los residuos sólidos.

Para Córdova (2016, p.108), en su trabajo de investigación utilizó los microorganismos eficientes para la elaboración de compost de residuos orgánicos, considerando los restos de verdura, frutas entre otros, desarrollaron 3 pilas de compostaje: pila tipo 1 compuesta por residuos orgánicos y estiércol de ganado camélido, la pila tipo 2 compuesta por residuos orgánicos, estiércol de ganado camélido y como inoculante agregaron microorganismos eficientes (EM) y la pila tipo 3 residuos orgánicos, aserrín y como inoculante agregaron microorganismos eficientes (EM), monitoreo los parámetros fisicoquímicos como el pH, toma de temperatura y humedad, pudiendo establecer que los procesos de compostaje de las pilas tipo 1 y 2 podrían obtener resultados de compost aceptable con los respectivos seguimientos y ajustes en el proceso de compostaje.

El Decreto Legislativo (D.L.1278, 2020) basado en la Gestión y Manejo Económico y Ambiental de los Residuos Sólidos, establece que las municipalidades tienen el deber de valorizar los residuos orgánicos generados por los trabajos de mantenimiento de áreas verdes, mercados municipales y los residuos provenientes de los domicilios, donde los trabajos programados en parques y jardines son los principales abastecedores del compost, humus o

biochar, entre otras posibilidades de realizar el intercambio del material excedente entre municipalidades.

De acuerdo al Manual de Organización y Funciones-MOF (2013, pag. 57-60) de la Municipalidad distrital de Tiabaya, la Gerencia de Servicios Comunes y las unidades orgánicas como Sub Gerencia de Limpieza Pública, Parques y Jardines y la Sub Gerencia de Medio Ambiente, de manera coordinada son las encargadas de velar por el cumplimiento y manejo de los residuos sólidos municipales, así como de realizar gestiones necesarias para la reutilización de los materiales reutilizables a fin de reducir los impactos al medio ambiente.

La entidad cuenta con un plan de Gestión de residuos sólidos aprobado mediante Ordenanza Municipal 274-2016-MDT (2016), documento que establece los principios y responsabilidades para ejecutar y gestionar el manejo de los residuos sólidos de las actividades productivas dentro del distrito, mediante la Sub Gerencia de Medio Ambiente y a través de la Resolución Gerencial 041-2021-GM-MDT, aprobado con la finalidad de dar cumplimiento al Plan de Trabajo de la meta 3 denominado Implementación de un Sistema Integrado de Residuos Sólidos Municipales, tiene el objetivo de establecer las pautas y procedimientos para el cumplimiento de la Meta 3, esto como parte de la Implementación del sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales, del programa de Incentivo a la Mejora de la Gestión Municipal; así mismo concientizar y orientar a la población sobre la importancia de buen manejo de los residuos sólidos municipales que minimicen los impactos al ambiente y salud de los pobladores del distrito de Tiabaya.

Teniendo como base que los residuos sólidos son aquellos considerados como materia prima o insumo para otras industrias, se deja atrás la concepción como basura, abre paso a que se puedan dar valor al desperdicio de otras industrias por ser residuos reaprovechables, todo ello sosteniéndose en la prioridad de reducir los residuos, lograr la eficiencia en el uso de los materiales y ver los residuos como recurso y no amenaza, con el fin de incentivar la necesidad de reducir la generación de residuos sólidos (D.L.1278, 2020), los cuales se clasifican según su origen y peligrosidad.



Figura 1. Operaciones y procesos para el Manejo de los Residuos Sólidos.

Fuente: Minam (2017)

Para el proceso de compostaje según Bohórquez (2019, p. 10) menciona que es primordial considerar los factores ambientales involucrados con el metabolismo de los microorganismos que participan en las fases del proceso de degradación como son la temperatura, oxígeno, humedad, pH, tamaño de partículas y relación C/N, factores que prescriben la velocidad de las actividades de oxidación, y el desarrollo de las características físicas y químicas en el proceso de obtención del compost.

El compost se define como el resultado del proceso de degradación de los residuos orgánicos, donde por interacción de los microorganismos se obtiene partículas finas dando paso al abono orgánico aprovechable y equilibrado para mejorar la estabilidad y estructura de los suelos y plantas, considerando que estos se clasifican en abonos orgánicos sólidos y líquidos. Córdova (2016, p. 17).

Las técnicas de compostaje dependen de los factores como el tiempo que durara el proceso, espacio disponible, contar con la debida seguridad higiénica para el proceso, tipo de material a utilizar y el clima de la zona. Las técnicas de compostaje se realizan mediante dos sistemas: los sistemas abiertos se desarrollan al aire libre y los sistemas cerrados se desarrollan mediante depósitos o bajo cubierta. Román, Martínez y Pantoja (2013, p. 47)

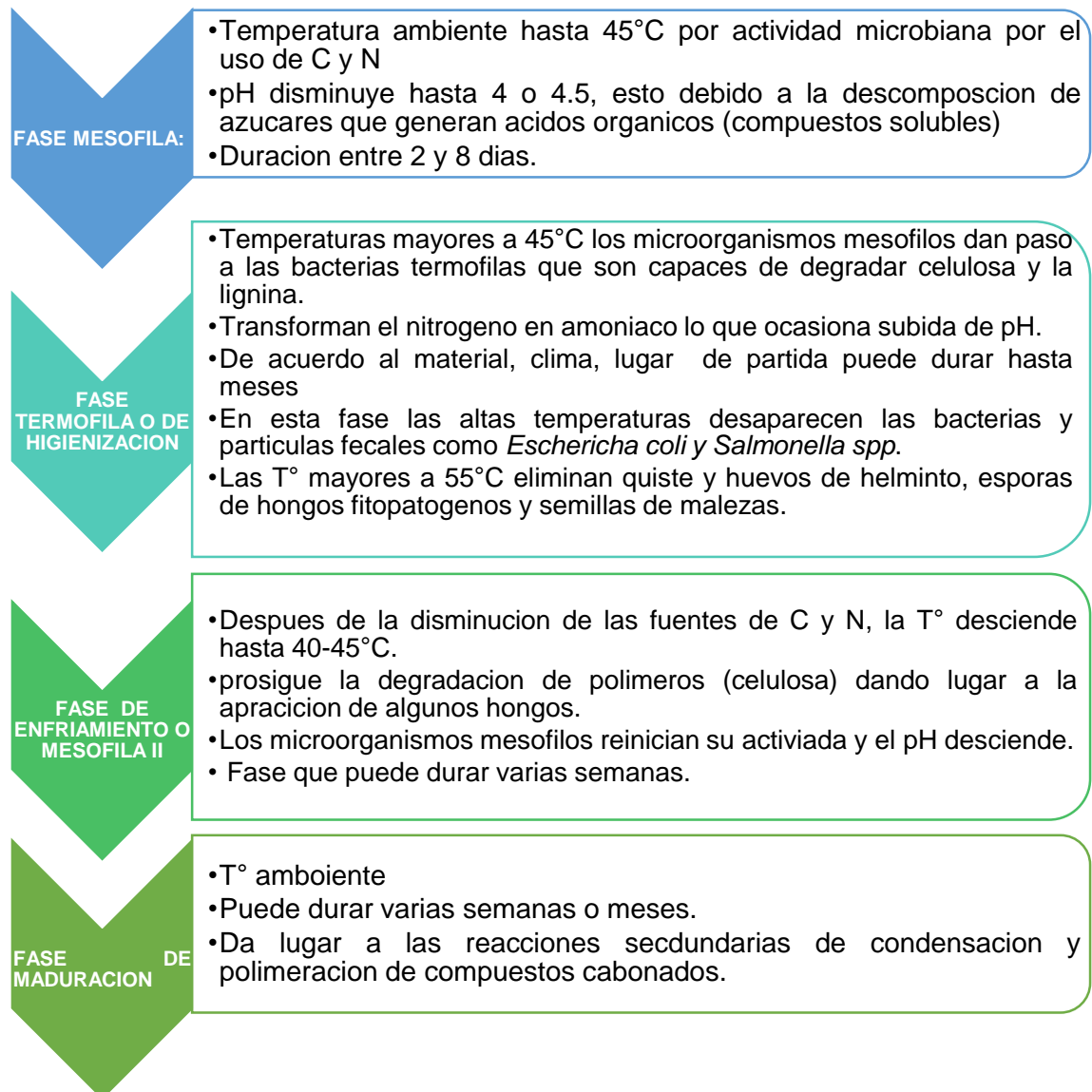


Figura 2. Fases de Proceso de Compostaje

Fuente: Roman et al. (2013)

Para el proceso de compostaje se requiere cumplir y dar seguimiento a las etapas que encaminen la obtención de un compost de calidad, por lo que se deberá llevar un control y seguimiento que evite la fitotoxicidad del material por no dar término del proceso correctamente, se debe considerar el posible bloqueo biológico del nitrógeno por no obtener la relación carbono/nitrógeno equilibrado, lo que conllevaría al agotamiento de las reservas de nitrógeno en el suelo. Del mismo modo el exceso de presencia de amonio y nitratos en plantas y la contaminación de los cuerpos de agua al ser tomados por plantas que perjudicarían la calidad del fruto y la salud humana. Román et al. (2013, p. 27)

En tal sentido en el proceso de compostaje intervienen los procesos metabólicos por la presencia de microorganismos que utilizan el oxígeno para producir biomasa debido a la interacción del carbono y nitrógeno, dando paso a los cambios de los parámetros fisicoquímicos presentes en las fases de compostaje tal y como se describe en la Figura 2:

La generación de los residuos orgánicos proviene de actividades de limpieza y mantenimiento de áreas verdes, los cuales, al poseer cualidades de descomposición, producen lixiviación, presencia de malos olores, atraen insectos, entre otros vectores, por ende, los residuos orgánicos al recibir el tratamiento adecuado pueden ser aprovechados mediante el proceso de compostaje con resultados benéficos al obtener el llamado abono orgánico, útil para el acondicionamiento de suelos y crecimiento plantas. Contreras et al (2018, p.8).

De acuerdo Román et al. (2013, p. 25-29) se debe realizar el monitoreo y seguimiento del proceso biológico los cuales determinaran el crecimiento y la reproducción de los microorganismos que determinaran los parámetros como la oxigenación, la humedad, temperatura, pH, relación carbono/nitrógeno respectivo de las pilas de compostaje.

Por ello para el oxígeno o aireación en un proceso aeróbico dependerá de la cantidad de volteos realizados o tipo de aireación que reciba el proceso, esto permitirá que los microorganismos respiren para la liberación de dióxido de carbono (CO₂), evitando la compactación o encharque, al tener poca aireación

genera exceso de humedad, ya que no permite la evaporación del agua convirtiendo en un ambiente anaeróbico lo que provocaría los malos olores, a continuación, se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de parámetros óptimos para aireación en el proceso de compostaje

| Porcentaje de aireación | Problema | | Soluciones |
|-----------------------------|---------------------|---|--|
| < 5 % | Baja aireación | Deficiente evaporación de agua, ocasiona incremento de humedad creando condiciones anaeróbicas. | Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación . |
| 5% - 15% Rango ideal | | | |
| > 15% | Exceso de aireación | Temperatura bajas y evaporación del agua, ocasiona retraso en el proceso de descomposición por insuficiente agua. | Picado del material para reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación, regular la humedad, agregando agua al material o adición de material orgánico fresco (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros). |
| Porcentaje de aireación | Problema | | Soluciones |
| < 5 % | Baja aireación | Deficiente evaporación de agua, ocasiona incremento de humedad creando condiciones anaeróbicas. | Volteo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación . |
| 5% - 15% Rango ideal | | | |
| > 15% | Exceso de aireación | Temperatura bajas y evaporación del agua, ocasiona retraso en el proceso de | Picado del material para reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación, regular la humedad, agregando agua al |

| | | | |
|--|--|---------------------------------------|---|
| | | descomposición por insuficiente agua. | material o adición de material orgánico fresco (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros). |
|--|--|---------------------------------------|---|

Fuente: Román et al. (2013)

Para el control de la humedad el cual está relacionado a los microorganismos que cuentan con la característica del agua de facilitar la interacción de los nutrientes y elementos energéticos, el cual dependerá del tamaño y estado físico de las partículas y del proceso empleado para la obtención del compost, para determinar la humedad se puede utilizar el método sencillo de la técnica del puño cerrado.

Tabla 2. Descripción de parámetros óptimos para Humedad en el proceso de compostaje

| Porcentaje de humedad | Problema | | Soluciones |
|------------------------------|----------------------|--|---|
| <45% | Humedad insuficiente | Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos. | Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas. |
| 45% - 60% Rango ideal | | | |
| >60% | Oxígeno insuficiente | Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis. | Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas. |

Fuente: Román et al. (2013)

En relación a la temperatura el proceso de compostaje puede iniciar a temperatura ambiente subiendo hasta los 65°C llegando a la fase de maduración nuevamente a temperatura ambiente, así mismo se determina que

a mayor tiempo y temperatura la velocidad de descomposición es mayor y se realiza una higienización óptima del producto en proceso de compostaje.

Tabla 3. Descripción de parámetros óptimos para Temperatura en el proceso de compostaje

| Temperatura °C | Causas asociadas | | Soluciones |
|---|------------------------------------|---|--|
| Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C) | Humedad insuficiente | Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja. | Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros) |
| | Material Insuficiente | Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada. Añadir más material a la pila de compostaje. | Añadir más material a la pila de compostaje. |
| | Déficit de nitrógeno o baja C: N. | El material tiene una alta relación C: N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana. | Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol |
| Altas temperaturas (T ambiente >70°C) | Ventilación y humedad insuficiente | La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso. | Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso. |

Fuente: Román et al. (2013)

Del mismo modo para el control y seguimiento del potencial de hidrogeno (pH) como indicador en el desarrollo y proceso del compostaje, se tendrá en cuenta el procedimiento y origen de los residuos orgánicos, el cual tiende a acidificarse por la formación de los ácidos orgánicos, conversión del amonio en amoniaco

en la fase termófila dando como resultado la subida del pH y alcalinidad del medio y posteriormente terminar con un producto estable y/o neutro.

Tabla 4. Descripción de parámetros óptimos para PH en el proceso de compostaje

| pH | Causas asociadas | | Soluciones |
|------------------------------|----------------------------|---|--|
| < 4,5 | Exceso de ácidos orgánicos | Exceso de ácidos orgánicos Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio. Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C: N. | Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N. |
| 4,5 – 8,5 Rango ideal | | | |
| >8,5 | Exceso de nitrógeno | Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C: N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio. | Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín) |

Fuente: Román et al. (2013)

Seguidamente la conductividad eléctrica ayuda determinar la cantidad de sales solubles presentes el producto, las cuales pueden ser reguladas de acuerdo a los residuos orgánicos utilizados en el proceso. (Huamani, 2019, p.61)

La Norma chilena NCh2880 (2003) estipula los parametros y características que determinaran la calidad del compost obtenido, el cual se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5. Parametos para determinar la calidad del compost- NCh2880

| DESCRIPCION | | NCH 2880 | |
|--------------------------------|--|----------------|----------------|
| PARAMETROS FISICOQUÍMICOS | UNIDADES | COMPOST TIPO A | COMPOST TIPO B |
| pH (1:5) | - | 5 a 7.5 | 7.5 a 8.5 |
| Conductividad. Eléctrica (1:5) | mmho/cm | <= 5.0 | 5.0 - 12.0 |
| Humedad | % | 30% - 45% | 30% - 45% |
| Materia Orgánica | % | >=45 | >= a 25 |
| Relación: C/N | - | 10 a 25 | 10 a 40 |
| Tamaño de partícula | % | <=15mm | <=15mm |
| Nitrógeno | % | 1.0 a 3.0 | 0.5 a 1.0 |
| Fósforo Total | % | 0.8 a 2.5 | 0.6 a 0.8 |
| Fósforo Soluble (en extracto) | mg/L | <=5 | <=5 |
| Potasio Disponible | % | 0.5 a 2.0 | 0.35 a 0.5 |
| Calcio | % | 1.0 a 2.5 | 2.5 a 6.0 |
| Magnesio | % | 0.5 a 1.0 | 1.0 a 3.0 |
| Olores | No tener olores desagradables como olores amoniacales, compuestos sulfurosos, mercaptanos, azufre reducido Debe presentar olor característico a este producto | | |

Fuente: Instituto Nacional de Normalización de Chile

Tabla 6. Requisitos Sanitarios NCh2880

| Tipo de microorganismo | Tolerancia |
|-----------------------------|--|
| Coliformes fecales | < a 1000 nmp por gramo de compost, en base seca |
| Salmonella sp | 3 nmp en 4 g de compost, en base seca |
| Huevos de helmintos viables | 1 en 4g de compost, en base seca (solo será exigible por requerimiento de la autoridad competente) |
| Nmp: Numero más probable | |

Fuente: Instituto Nacional de Normalización de Chile

Del mismo modo los macronutrientes como N, P y K, cumplen un rol primordial para favorecer el desarrollo de los microorganismos y ser aprovechados en la síntesis de enzimas por digestión y los mecanismos de interacción celular con el entorno.

III. METODOLOGÍA

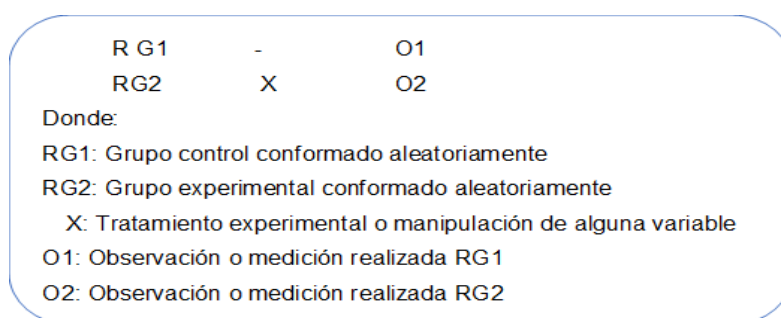
3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación está basada en un enfoque cuantitativo, donde se utilizó la recolección de datos numéricos, que ayudaron a realizar los controles y seguimiento necesarios para la optimización del proceso de compostaje de los residuos orgánicos de las áreas verdes del distrito de Tiabaya.

Tipo de investigación: este estudio se considera aplicada (CONCYTEC, 2018) con fines prácticos, desarrollada en la realidad del área involucrada, donde se realizó la descripción de los valores y los resultados obtenidos en el proceso de compostaje, así mismo se realizó una sola medición al compost logrado a nivel laboratorio, por lo que se considera que esta investigación es de tipo experimental.

Diseño de investigación: se utilizó el diseño experimental puro con post prueba únicamente y un grupo de control Hernández et al. (2018, p. 174) por lo que se realizó la transformación de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes, con y sin la adición de ceniza de madera y tallos y roca fosfórica (fosfato monoamónico), los mismos que fueron agregados de acuerdo a los parámetros y condiciones presentes en el proceso de compostaje para obtener compost óptimo y realizar la comparación de las 2 pilas de tratamiento, según la normativa Chilena NCh2880.

El diseño se diagrama de la siguiente manera:



3.2. Variables y operacionalización

Las variables estudiadas de esta investigación son de tipo cuantitativa, por lo que se desprenden las variables siguientes:

Variable independiente: Proceso de compostaje, tomando en cuenta la definición conceptual se entiende lo siguiente:

Compostaje: se define como el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener compost, abono para la agricultura (MINAM, 2021).

Proceso de compostaje es la acción que consiste en la transformación aerobia de la materia orgánica por parte de diferentes tipos de agentes microbianos como bacterias y hongos; donde los factores físico químicos y biológicos que influyen sobre su metabolismo, con el objetivo de acelerar la descomposición de los residuos utilizados para la obtención de un producto estable de calidad biológica y química. Bohórquez (2019).

Variable dependiente: residuos orgánicos, se define de la siguiente manera según el autor Cachay (2018) los residuos orgánicos son aquellos restos de origen biológico (animal o vegetal) que se degradan de forma natural, donde a través de un seguimiento óptimo puede reutilizarse para el tratamiento de suelos y abonos (compost, humus, otros).

Para el caso de la operacionalización de las variables se encuentra anexada en la Tabla 1 de la investigación estudiada (ver anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Estuvo constituida por los residuos orgánicos como podas de árboles, limpieza y mantenimiento de los jardines, plazas, parques, estadios, laderas, hojas de árboles, malezas y diversidad de plantas de las áreas verdes públicas del distrito de Tiabaya.

Muestra: La muestra de investigación estuvo conformada por 2 pilas compuestas por los residuos orgánicos recolectados de según el mantenimiento realizado por el área de mantenimiento de parques y jardines, los cuales fueron recolectados y trasladados a los puntos de acopio temporal de la Planta de Compostaje ubicado en el Estadio Municipal del distrito de Tiabaya

Muestreo: Para el análisis de las muestras del compost obtenido se realizó en el laboratorio de Análisis Biológicos ID, donde se determinó los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la pila 1 y pila 2 de compost en etapa de maduración. Geográficamente el distrito de Tiabaya se encuentra ubicado en la región de Arequipa, con un clima templado, con pocas precipitaciones de lluvia al año, la temperatura fluctúa entre 13°C a 25 °C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recopilación de la información se utilizó la técnica de observación y recopilación de datos, dado el estudio experimental demandó la observación directa en campo y apunte de las características y parámetros encontrados en el proceso de la investigación.

Para el registro de los parámetros fisicoquímicos los cuales fueron recopilados cada semana durante el desarrollo de proceso de compostaje, fueron transcritos en las Fichas de seguimiento en campo, para su posterior registro y análisis en la base de datos (Excel 2016) los trabajos se realizaron bajo la supervisión del área con el técnico responsable de las operaciones de campo de la entidad.

Los instrumentos necesarios para el proceso de la investigación fueron los siguientes:

Materiales y equipos utilizados en campo

Equipos

- Termómetro digital tipo espiga, el cual fue usado para la medición de temperatura de las pilas de compostaje.
- Balanza con capacidad de peso 100Kg, utilizado para realizar el pesaje del compost.
- Tiras reactivas para prueba de pH
- Tubos de polipropileno de 50ml para manipulación de líquidos.
- Chipadora Trituradora de ramas
- Bolsa para muestreo

Herramientas utilizadas para el armado de pilas

- Cuaderno de apuntes para la observación y recolección de datos.

- Etiquetas para toma y envío de muestras al laboratorio.
- Cinta métrica utilizada para medir el volumen de las pilas de tratamiento.
- Rollo de plástico, utilizado para el tapado de las pilas.
- Manguera de $\frac{3}{4}$ para punto de conexión de agua.
- Horquillas utilizado para la remoción y volteo de pilas
- Sacos de polietileno utilizados para la recolección de pasto, hojas y llenado de material orgánico compost.
- Bolsas usadas para acopio de material residual.
- Zaranda para separar el material fino del grueso del compost.
- Pala para volteo manual de pilas
- Carretillas utilizado para el acopio y acarreo de material orgánico.
- Insumos para el armado y elaboración del compost
- Residuos orgánicos restos de verduras y frutas, residuos orgánicos frescos procedentes de corte de césped, hojas secas, poda de árboles, pasto, hojas secas y restos de flores.
- Estiércol de ganado vacuno
- Agua
- Ceniza de madera y tallos secos
- Roca fosfórica (Fosfato monoamónico).

Equipos de Seguridad y Bioseguridad Personal

- Mascarillas descartables como equipo de bioseguridad ante la enfermedad por el Covid-19.
- Zapatos de seguridad como medida de protección en el área de trabajo.
- Guantes de seguridad para la manipulación y protección de las manos.
- Alcohol de 70° para desinfección.

3.5. Procedimientos

La Municipalidad de Tiabaya cuenta con una planta de compostaje ubicado en las instalaciones (zona este) del Estadio Municipal del distrito de Tiabaya, lugar donde se realiza el manejo y procesamiento de compost provenientes de los residuos orgánicos recolectados de como parte de sus funciones, los residuos son recolectados en unidades vehiculares, estos son acopiados temporalmente en espacios que rápidamente rebasan la capacidad de almacenamiento, por ello debido a la pausada elaboración del compost y

escases de personal, ocasionaban problemas de acumulación, mal aspecto, presencia de moscas, ratas, etc.

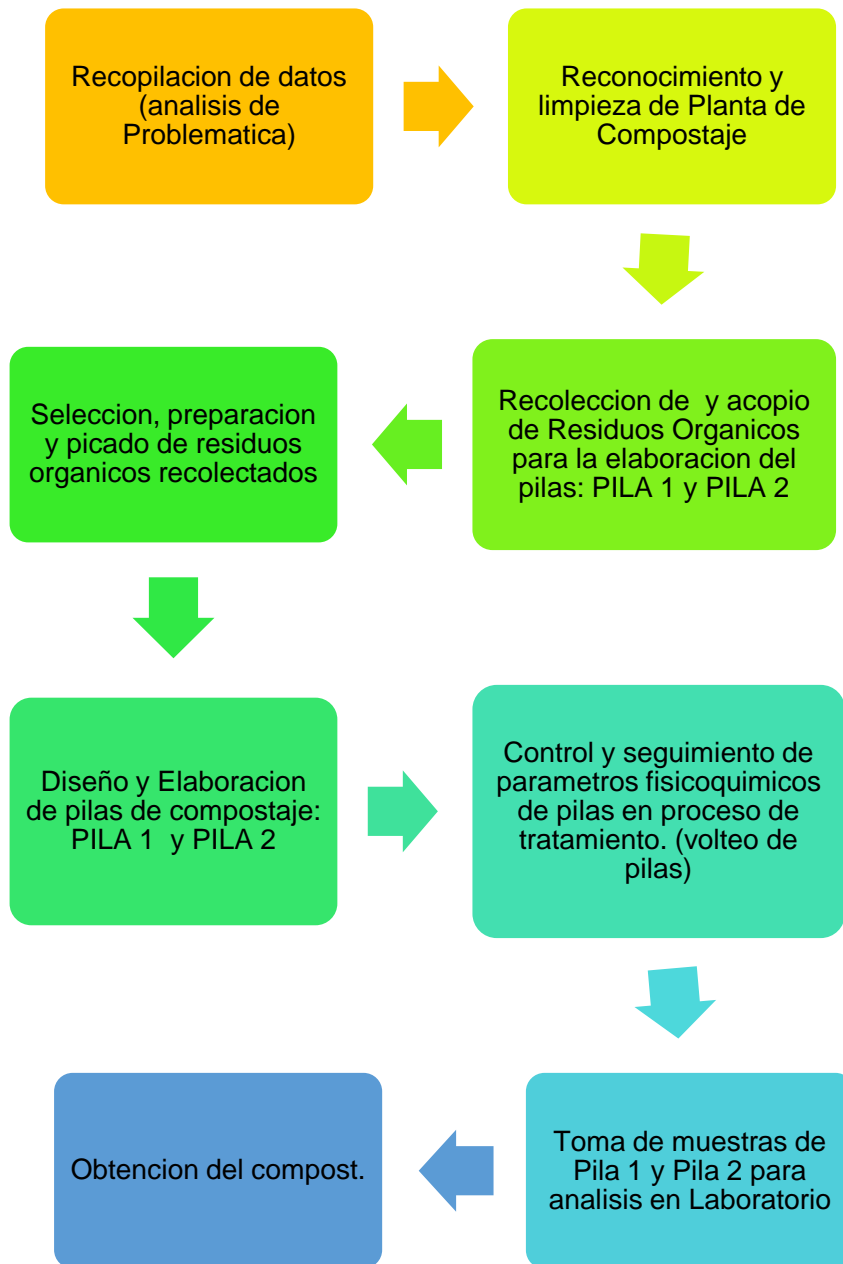


Figura 3. Diagrama del desarrollo de la investigación

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el trámite documentario respectivo para solicitar la autorización a la Municipalidad de Tiabaya y poder realizar la investigación, donde después de obtener la aprobación, se procedió a realizar las coordinaciones con la Gerencia de Servicios Comunes, para el reconocimiento de la planta de Compostaje y proceder con la elaboración de los dos tratamientos para la

obtención del compost más óptimo, en la tabla 3 se detalla el área total de las áreas verdes del Distrito de Tiabaya, áreas verdes que son competencia de la Sub Gerencia de Parques y Jardines en coordinación con la Sub Gerencia de Medio Ambiente para brindar la limpieza y mantenimiento de los espacios públicos alternando los lugares según prioridad cada 15 días.

Tabla 7. *Áreas Verdes del Distrito de Tiabaya*

| Nro. | Descripción | Área (m2) |
|-------------|---|------------------|
| 1 | Plaza Principal de Tiabaya | 149.19 |
| 2 | Parque Pedro Paulet Mostajo | 67.95 |
| 3 | Arboles ubicados en Av. Arequipa y calles de cercado de Tiabaya | 564.65 |
| 4 | Pasaje de Calle Junín y Astas de Km 8 Panamericana Sur | 109.41 |
| 5 | Parque José Olaya | 89.84 |
| 6 | Parque Miguel Grau | 129.65 |
| 7 | Parque de la Pera | 154.87 |
| 8 | Ladera del Francisco Mostajo | 112.39 |
| 9 | Coliseo Mariano J. Valdivia | 174.4 |
| 10 | Parque San Isidro | 684.16 |
| 11 | Parque Urb. Perales | 94.46 |
| 12 | Estadio de Tiabaya | 9418.45 |
| 13 | Parque Comité 7-San José | 122.43 |
| 14 | Ladera de comité 7-San José | 631.24 |
| 15 | Plaza principal de San José | 436.29 |

| | | |
|-------------------|---------------------------------|--------------------|
| 16 | Triangulo Carlos Echavarría | 47.46 |
| 17 | Complejo de San José | 22.77 |
| 18 | Parque Pampas Nuevas | 552.9 |
| 19 | Parque Ampliación Pampas Nuevas | 552.9 |
| 20 | Estadio de Pampas Nuevas | 3518.33 |
| 21 | Parque Micaela Bastidas | 657.03 |
| 22 | Estadio Micaela Bastidas | 4318.16 |
| 23 | Mirador San Pedro | 122.1 |
| 24 | Ladera de 8 de Diciembre | 263.58 |
| 25 | Cementerio de Tiabaya | 1166.36 |
| 26 | Plaza Principal de Alata | 49.36 |
| 27 | Parque de Patasagua | 357.57 |
| 28 | Estadio de Patasagua Alto | 3268.23 |
| 29 | Plaza Principal de Tunales | 215.01 |
| Total área | | 28117.47 m2 |

Fuente: Sub Gerencia de Medio Ambiente de la Municipalidad de Tiabaya.

La ubicación de la Planta de Compostaje comprende un área total de 100m², de diseño triangular, con techo y paredes forradas con malla rachell, los climas presentados por temporada fueron favorables para la implementación del proceso de compostaje, al tener ausencia de lluvias y un clima templado, fue una ventaja para el desenlace de la investigación, se contó con el punto de agua necesario para el control de la humedad de las pilas en tratamiento.

La recopilación de datos de campo fue necesaria para realizar el diagnóstico del manejo y tratamiento de los residuos orgánicos los cuales son acopiados en cada punto de trabajo designado por la Sub Gerencia de Parques y

Jardines de la Gerencia de Servicios Comunales, una vez realizadas las tareas de corte, poda de árboles y limpieza de áreas verdes, estos son acopiados de manera temporal, seguidamente son recolectados y trasladados al llamado punto de acopio de planta de compostaje, ubicado en el Estadio Municipal de Tiabaya, posteriormente estos fueron utilizados para la formación de las pilas de tratamiento, en la tabla 8 se detalla los lugares o puntos de recolección de los residuos orgánicos.

Tabla 8. *Lugares o Puntos de recolección de residuos orgánicos*

| Nro. | Lugar o punto de Recolección | Tipo de Residuo |
|-------------|-------------------------------------|---|
| 1 | Estadio Municipal de Tiabaya | Pasto, malezas, restos de verduras y frutas |
| 2 | Árboles de Av. Arequipa | ramas y hojas |
| 3 | Parque de la Urbanización Perales | Pasto, ramas, restos de flores, hojas y malezas |
| 4 | Plaza principal de Tiabaya | Pasto, ramas y hojas, malezas, restos de flores |
| 5 | Estadio de Micaela Bastidas | Pasto, restos de flores, malezas |

Fuente: Elaboración Propia

Para la adquisición de estiércol de ganado vacuno y roca fosfórica, la Sub Gerencia de Medio Ambiente realizó las coordinaciones internas con la entidad para la dotación de dichos insumos, del mismo modo, las cenizas de madera y tallos, fueron recolectadas por la quema como leña de los trabajos para el calentamiento y preparación de mezcla asfáltica, utilizadas en el tapado de grietas y huecos de avenidas y calles del distrito.

Así mismo se utilizó residuos orgánicos recolectados y acopiados de trabajos de limpieza y mantenimientos anteriores, los cuales fueron restos de pasto y hojas secas; para lograr la comparación de los 2 grupos de tratamiento.

Para el picado de los residuos orgánicos se utilizó un equipo triturador necesario para reducir el volumen de ramas y hojas de gran tamaño, esto a fin de favorecer y acelerar el tiempo de descomposición para la obtención del compost, del mismo modo se realizó la selección de los restos de residuos inorgánicos como, botellas, restos de plástico, envolturas, vidrio, entre otros.

Para el diseño y elaboración de las pilas de compostaje, se continuo con el sistema de pilas de volteo, implementado por la Sub Gerencia de Medio Ambiente de la entidad, se decide continuar con el mismo sistema, por lo que se diseñan dos pilas para el tratamiento, realizado de manera aleatoria, los cuales se denominaron como Pila 1 (grupo control) y Pila 2 (grupo experimental) que se diseñaron con los materiales descritos en la tabla 6.

Tabla 9. *Composición de compostaje de pilas 1 y pila 2*

| Grupo | Descripción | Volumen de pila (m3) |
|--------------------------------|--|----------------------|
| Pila 1 (Grupo Control) | Hojas secas y restos de flores y maleza, césped fresco+ residuos de verduras y frutas + compost maduro + estiércol vacuno | 21.06 m3 |
| Pila 2 (Grupo Experimental) | Pasto fresco + pasto seco + ramas trituradas + hojas secas + restos de flores y malezas + estiércol vacuno + ceniza de ramas y tallos + roca fosfórica | 28.32 m3 |

Fuente: Elaboración propia

Pila 1: grupo control, para el diseño de la Pila 1 de Compostaje, consto de 4 capas de residuos orgánicos provenientes de los trabajos de corte de césped, restos de frutas y verduras, restos de desmalezado de las áreas

verdes dando 60 cm de altura, estas fueron colocadas alternando los materiales recolectados por los trabajos de limpieza y mantenimiento de las áreas verdes designados por el área usuaria, a continuación, en la *Figura 4*, se desarrolla la elaboración de cada capa del proceso de compostaje para el grupo presente.

Tabla 10. *Composición de PILA 1 (Grupo Control)*

| Nro. de capa | Tipo de residuo | Porcentaje |
|---------------------|---|-------------------|
| 1 | Hojas secas + pasto seco | 25% |
| 2 | Estiércol vacuno | 16.70% |
| 3 | Frutas y verduras+ Pasto fresco + flores +malezas | 50% |
| 4 | Compost maduro | 8.30% |
| Total | | 100% |

Fuente: elaboración propia

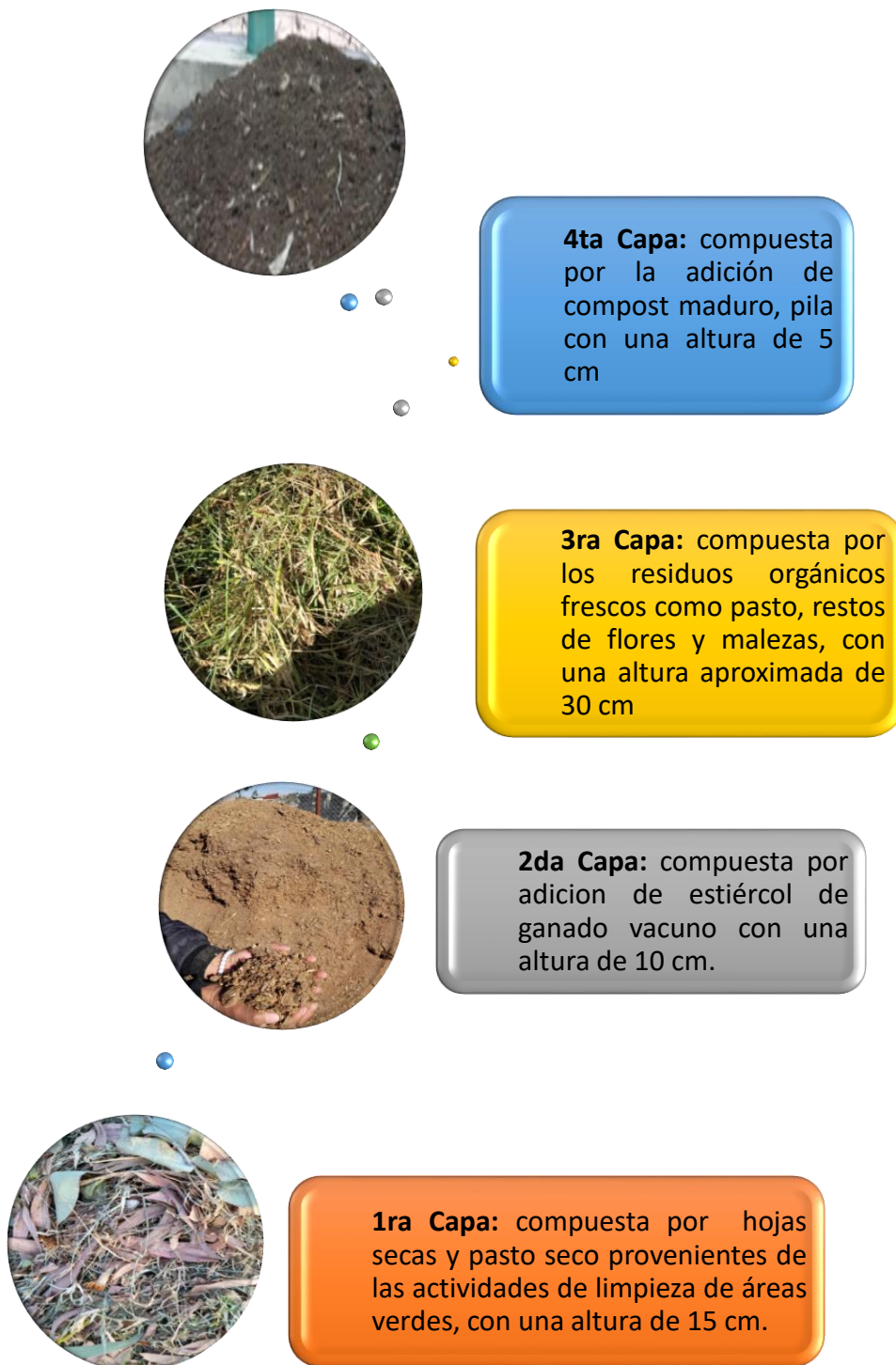


Figura 4. Diseño de Pila 1 de compostaje de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes.

Fuente: elaboración propia

Pila 2: grupo experimental para el diseño de la Pila 2 de Compostaje, consto de 5 capas de residuos orgánicos provenientes de los trabajos de poda, corte, desmalezado de las áreas verdes de 80 cm de altura, estas fueron colocadas alternando los materiales recolectados por los trabajos de limpieza y mantenimiento de las áreas verdes designados por el área usuaria, a continuación, en la *Figura 5*, se desarrolla la elaboración de cada capa del proceso de compostaje para el grupo presente.

Tabla 11. *Composición de PILA 1 (Grupo Control)*

| Nro. de capa | Tipo de residuo | Porcentaje |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 1 | hojas secas + pasto seco | 25% |
| 2 | estiércol vacuno | 12.50% |
| 3 | pasto fresco+ hojas+ flores + malezas | 37.50% |
| 4 | ceniza de ramas y tallos | 6.25% |
| 5 | poda de árboles triturado | 18.75% |
| Total | | 100% |

Fuente: elaboración propia

Así mismo a los 21 días del proceso de descomposición de la pila 2, se agregó 25 kg de roca fosfórica en polvo, como aditivo extra de la pila de compostaje, donde se observó y elevo el pH de la pila de tratamiento, e incremento en la temperatura.



Figura 5. Diseño de Pila 2 de compostaje de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes.

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. *Volumen de Pilas de proceso de compostaje*

| Nro. de Pila | Ancho de la Pila | Largo de la Pila | Alto de la Pila | Volumen de dada Pila |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | 3 m | 11.7 m | 0.6 m | 21.06 m ³ |
| 2 | 2.36 m | 15 m | 0.8 m | 28.32 m ³ |

Fuente: elaboración propia

Para realizar el control de los parámetros fisicoquímicos en el proceso de compostaje de las pilas de tratamiento, se llevaron a cabo de manera semanal, así como el volteo y riego de cada pila, empleando los siguientes procedimientos en campo:

Para el control de Temperatura se utilizó un termómetro tipo T con vástago de acero inoxidable de 30 cm, considerando que la temperatura es un parámetro que nos da a conocer la actividad de los microorganismos, según Córdova (2016, p. 66) reconoce que las pilas de compostaje en fase inicial presentan temperaturas acorde al ambiente, las que irán incrementándose como indicador de crecimiento de microorganismos que van consumiendo las Carbono y Nitrógeno, de este modo la temperatura ira descendiendo a temperatura ambiente.

El control de temperatura se realizó cada semana, en cada una de las pilas de tratamiento, antes de proceder con el volteo, colocando el termómetro en la parte central de cada pila de compostaje, introducida a una profundidad de 25 cm.



Figura 6. Control de Temperatura de pila 1 y pila 2

Fuente: elaboración propia

Para el control de humedad, a fin de poder determinar el porcentaje de humedad de cada pila de tratamiento de compostaje este se efectuó utilizando la Técnica del puño cerrado, realizado de acuerdo a las recomendaciones dadas por Córdova (2016, p. 65) sugerida por la FAO, con ciclos semanales en ambas pilas.



Figura 7. Control de humedad de proceso de compostaje de pilas
Fuente: elaboración propia

Primeramente, se ubica un punto medio de la pila de compostaje considerando las dimensiones de las pilas, se procede a tomar con la mano la cantidad necesaria del material en descomposición, seguidamente se cierra la mano en forma de puño durante el tiempo estimado de 5 segundos, de tal manera que se pueden observar las siguientes características descritas en la tabla 8.

Tabla 13. Método del Puño Cerrado para determinar el % de Humedad.

| | Descripción |
|------------|---|
| 15 al 20 % | No queda nada de material en la mano. |
| 30% | el material tiende a formar una bolita y al mismo tiempo fácil de desprenderse entre partículas. |
| 40% | Al ejercer presión en el puño, al tener contacto el material no se disgrega granuladamente y la mano se humedece. |
| 50% | Al ejercer presión con el puño gotea entre 5 a 6 gotas entre los dedos y el material mantiene la forma del puño. |
| 60% | Presencia de chorro entre los dedos, quedando residuos de agua en la mano |

Fuente: FAO

Para determinar el pH se utilizó las tiras reactivas, procediendo a tomar muestra de material de compost de la parte central de la pila, en una relación de 1/2 (muestra de compost/agua), se agregó 20ml de agua destilada por cada 10 gramos de muestra de compost, seguidamente se procede agitar por unos segundos y se introduce las tiras reactivas de pH (mantener por 3 segundos) en el tubo con la mezcla y se procedió a comparar el indicador universal de pH.

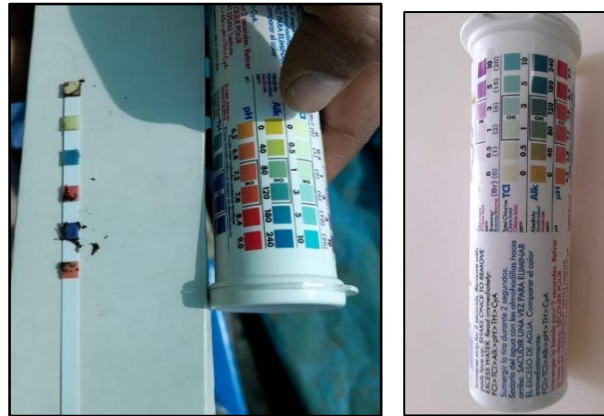


Figura 8. Muestra de comparación de resultados para determinar pH.
Fuente: elaboración propia

Para los volteos de cada pila se realizaron de acuerdo a Román et al (2013, p. 55) recomiendan realizar un volteo semanal, de tal modo y de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona se procedió con el volteo semanal, se observó los cambios y degradación paulatina del material orgánico, observando cambios en el color, aspecto de las pilas y olor característico por la actividad microbiana en cada fase.



Figura 9. Volteo de pilas de tratamiento.
Fuente: elaboración propia

Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos y biológicos de las pilas de tratamiento, necesarios para determinar la calidad del compost obtenido, se realizaron en el Laboratorio ID E.I.R.L (Laboratorio de análisis biológicos, veterinarios y agrícolas), ubicado en Majes Arequipa, donde se comprobaron los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, Densidad Aparente, Densidad Real, Humedad, tamaño de partículas, nitrógeno, fósforo total, potasio disponible, relación carbono nitrógeno, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de Humedad, porcentaje de Calcio y magnesio y determinación de parámetros microbiológicos, para la toma de muestras se realizó según las recomendaciones brindadas por el Laboratorio ID, enviados y rotulados respectivamente.



Figura 10. Toma de muestras de compost para análisis de Laboratorio.

Fuente: elaboración propia

Finalmente, para la obtención del compost, se observó que, en la etapa de maduración de las pilas de tratamiento, las temperaturas descendieron hasta llegar a temperatura ambiente, observándose una coloración marrón claro en la pila 1 y marrón oscuro en la pila 2, ambas con olor agradable característico y/o similar olor a tierra y esponjoso.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos se realizó la elección de la prueba estadística de acuerdo a Supo (2017), se desarrollaron 2 muestras independientes, donde se determinó las similitudes o diferencias en base a la prueba estadística T de Student, con un nivel de significancia de 0.05 o 5%, por ello

basado en el diseño de la presente investigación se consideró el diseño de tipo experimental, paramétrico, realizando la comparación de variables numéricas tomados y recopilados a lo largo del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, Student para muestras independientes (prueba de Levene) con los siguientes criterios de decisión:

Así mismo para el procesamiento de los datos se utilizó el software SPSS, para facilitar y organizar los datos de seguimiento y control realizado a las pilas de tratamiento y contraste de hipótesis.

Para el diseño de gráficos y tabulación de datos se utiliza el programa Excel.

3.7. Aspectos éticos

Para el inicio y desarrollo de la presente investigación se consideraron los siguientes puntos.

Consentimiento informado: Se realizó el trámite documentario para la autorización y desarrollo de la investigación en las inmediaciones de la Municipalidad de Tiabaya, logrando el compromiso ético de garantizar el buen manejo y veracidad de los datos recolectados en la presente investigación. Así mismo se logró la participación en forma voluntaria del área para el desarrollo de la optimización del proceso de compostaje

Los participantes recibieron un trato adecuado durante el tiempo que duró la investigación, respetando sus tiempos, disponibilidad y participación.

No se puso en riesgo a los participantes, por lo que se minimizó cualquier daño o exposición innecesaria, cumpliendo las responsabilidades y obligaciones propias, por lo que se manejó de manera adecuada los datos proporcionados y recopilados.

IV. RESULTADOS

En la presente investigación los resultados se desarrollan conforme a los objetivos de estudio y el diseño que logren exponer e interpretar los datos recopilados y registrados durante la optimización del proceso de compostaje de cada pila de tratamiento para la obtención del compost.

4.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1.1. Determinación de la influencia de la optimización en el proceso de compostaje

En relación al objetivo general de estudio a fin de determinar de qué manera la optimización influye en el proceso de compostaje, se elaboró 2 pilas de tratamiento con residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya, donde la pila 1 tuvo como fecha de inicio el 24 de marzo al 22 de setiembre del 2021, con una duración de 182 días calendarios, así mismo para la pila 2 de tipo de tratamiento experimental tuvo como fecha de inicio el 31 de marzo al 18 de agosto del 2021, con una duración de 140 días calendarios.

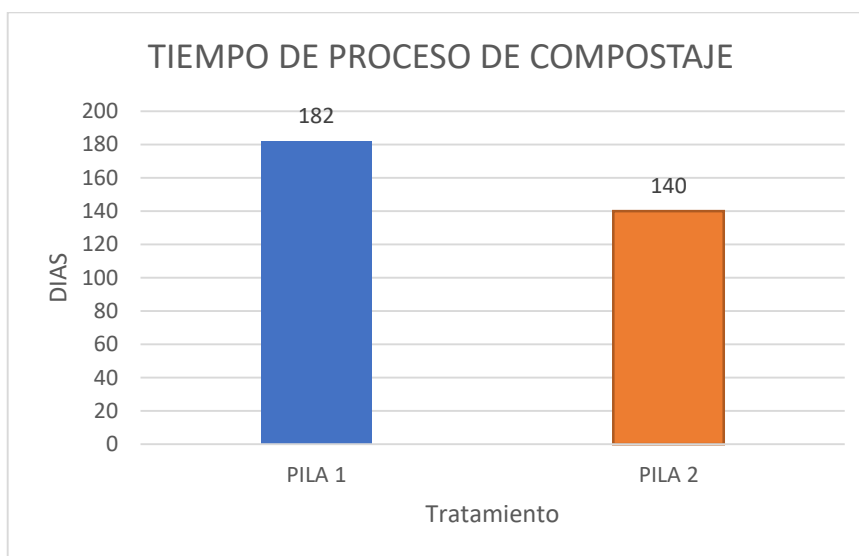


Gráfico 1. Comparación de Tiempo (días) de pilas de compostaje.

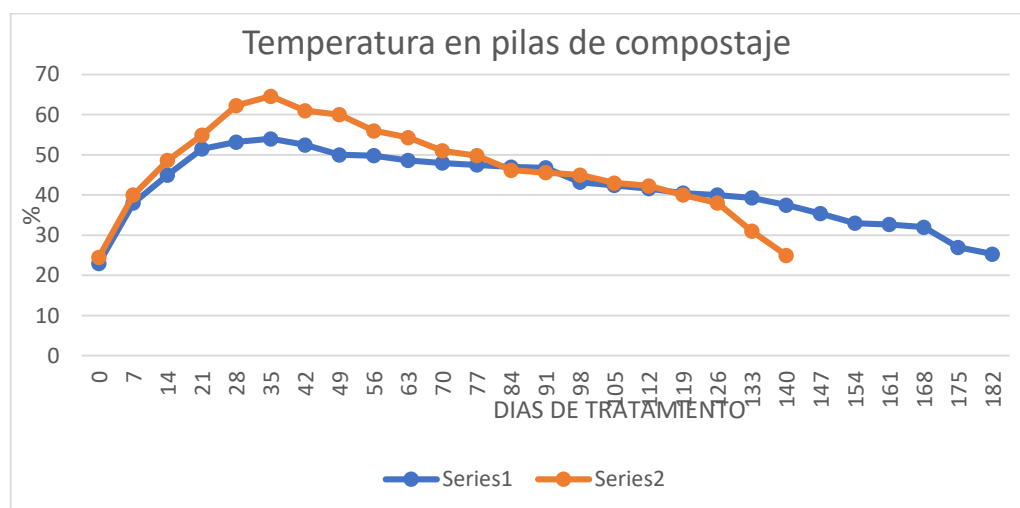
Fuente: elaboración propia

4.1.2. Control y seguimiento de parámetros de estudio

Conforme al primer objetivo específico de la presente investigación se realizó el seguimiento y control de los parámetros, donde la pila 1 tuvo una duración de 182 días y la pila 2 tuvo una duración de 140 días, hasta llegar a la fase de maduración lo cual fue evidenciado por la disminución de sus valores a temperatura ambiente.

4.1.2.1. Control y seguimiento de Temperatura

Para la obtención de los valores de la temperatura, se realizó el control y seguimiento en la planta de compostaje, cada 7 días desde el inicio de la elaboración de ambas pilas hasta la obtención del compost (Ver Anexo 3), con el uso de un termómetro tipo T, el control y seguimiento determino los valores tomados en cada semana del comportamiento de la temperatura, por lo que se pudo verificar que, la temperatura máxima alcanzada en la pila 2 fue de 64.2 °C y la temperatura máxima de la pila 1 fue 54 °C, recopilado durante el proceso de compostaje de ambas pilas de tratamiento.



Serie1=PILA1

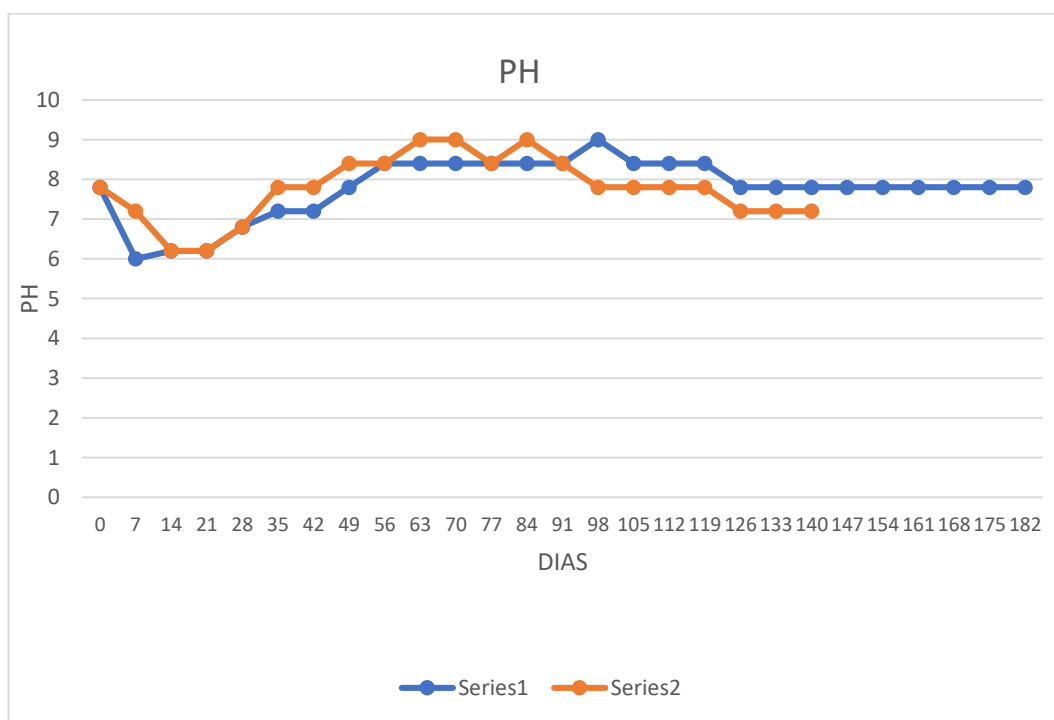
Serie2=PILA 2

Grafico 2. Comportamiento de temperatura de pila 1 y pila 2 en el proceso de compostaje.

Fuente: elaboración propia

4.1.2.2. Control y seguimiento de pH

Para la obtención de los valores del pH, se realizó el control y seguimiento en la planta de compostaje, cada 7 días desde el inicio de la elaboración de ambas pilas hasta la obtención del compost (ver anexo 3), se utilizó las tiras reactivas que determinaron el pH de ambas pilas, este seguimiento se realizó al mismo tiempo del control de la temperatura y volteo de cada pila de tratamiento, el comportamiento del pH inicial de la pila1 fue de 7.8 y PH final 7.8, así mismo el pH inicial de la pila 2 fue 7.8 y pH final 7.2.



Serie1=PILA1

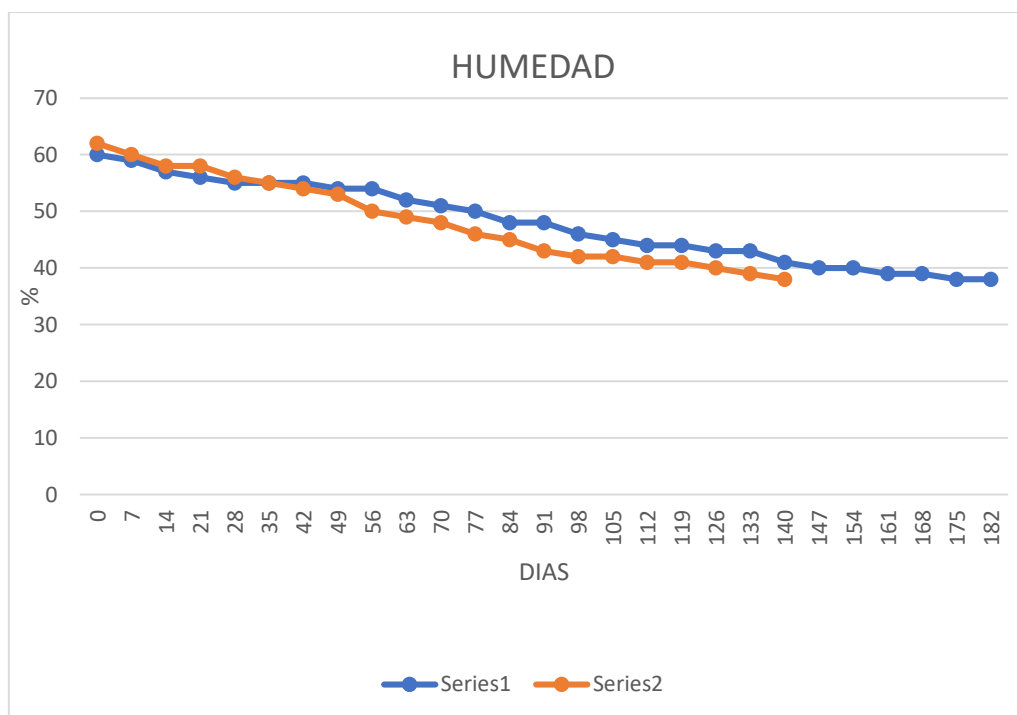
Serie2=PILA 2

Grafico 3. Comportamiento del pH en pila 1 y pila 2 en el proceso de compostaje.

Fuente: elaboración propia

4.1.2.3 Control y seguimiento de humedad

Para la obtención de los valores de la humedad se procedió a realizar la prueba mediante la técnica del puño cerrado, empleando el procedimiento líneas en el capítulo anterior, el control y seguimiento de la humedad fue recogido cada 7 días, conforme a cada volteo de ambas pilas, donde la pila 1 tuvo como humedad inicial 60% y humedad final 38%, así mismo la pila 2 tuvo una humedad inicial de 62 % y humedad final 38%, se consideró que cada pila fuera cubierta con plástico y así evitar la pérdida de la humedad, lo que podría ocasionar cambios inesperados en la temperatura en horas del día y noche (ver anexo 3).



Serie1=PILA1

Serie2=PILA 2

Grafico 4. Comportamiento de la humedad en pila 1 y pila 2 en el proceso de compostaje

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Seguidamente de acuerdo al segundo objetivo de la presente investigación se realizó el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del compost logrado las 02 muestras (grupo control y grupo experimental), fueron trasladadas al Laboratorio I+D E.I.R.L. Análisis Agrícola, Veterinario, Investigación y Desarrollo. (Ver Anexo 4).

Para la determinación de olor de las pilas de tratamiento de compost, se realizó directamente de la planta de compostaje lugar donde se desarrolló el proceso, para el caso de la pila 1 (grupo control) tuvo una duración de 182 días y para la pila 2 (grupo experimental) tuvo una duración de 140 días.

Tabla 14. Resultados de Laboratorio de análisis de parámetros fisicoquímicos

| DESCRIPCION | | COMPOST PILA 1 | COMPOST PILA 2 | NCH 2880 | |
|--------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| PARAMETROS FISICOQUÍMICOS | UNIDAD | RESULTADO | RESULTADO | COMPOST TIPO A | COMPOST TIPO B |
| pH (1:5) | - | 8.26 | 7.52 | 5 a 7.5 | 7.5 a 8.5 |
| Conductividad. Eléctrica (1:5) | mmho/cm | 8.106 | 6.142 | <= 5.0 | 5.0 - 12.0 |
| Humedad | % | 38.81 | 37.22 | 30% - 45% | 30% - 45% |
| Materia Orgánica | % | 39.81 | 35.76 | >=45 | >= a 25 |
| Relación: C/N | - | 15.71 | 14.92 | 10 a 25 | 10 a 40 |
| Partículas menores a 1.5 mm | % | 59.04 | 35.85 | <=15mm | <=15mm |
| Partículas entre 1.5 - 5 mm | % | 23.88 | 50.77 | | |
| Partículas entre 5 - 15 mm | % | 15.95 | 13.21 | | |
| Partículas mayores a 15 mm | % | 1.13 | 0.17 | | |
| Nitrógeno | % | 1.47 | 1.39 | 1.0 a 3.0 | 0.5 a 1.0 |
| Fósforo Total | % | 1.08 | 0.98 | 0.8 a 2.5 | 0.6 a 0.8 |
| Fósforo Soluble (en extracto) | mg/L | 3.8 | 4.9 | <=5 | <=5 |
| Potasio Disponible | % | 1.69 | 1.55 | 0.5 a 2.0 | 0.35 a 0.5 |
| Calcio | % | 2.37 | 1.91 | 1.0 a 2.5 | 2.5 a 6.0 |
| Magnesio | % | 0.72 | 0.59 | 0.5 a 1.0 | 1.0 a 3.0 |

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados del análisis del PH del compost logrado

De acuerdo al gráfico 5, se muestra resultado del análisis pH del compost logrado en ambas pilas de tratamiento, donde nos indica que el valor más alto se obtuvo en la pila 1 (grupo control) siendo de 8.2, el cual contenía 25% de hojas secas + pasto seco, 16.7% de estiércol vacuno, 50% de pasto fresco + flores + maleza y 8.3% de compost maduro; así mismo en la pila 2 (grupo experimental) se obtuvo un resultado de 7.52, conformado por 25 % de hojas secas + pasto seco, 12.5% de estiércol vacuno, 37.5 % de pasto fresco + hojas + flores + malezas, 6.25% de ceniza de ramas y tallos y 18.75% de poda de árboles triturado.

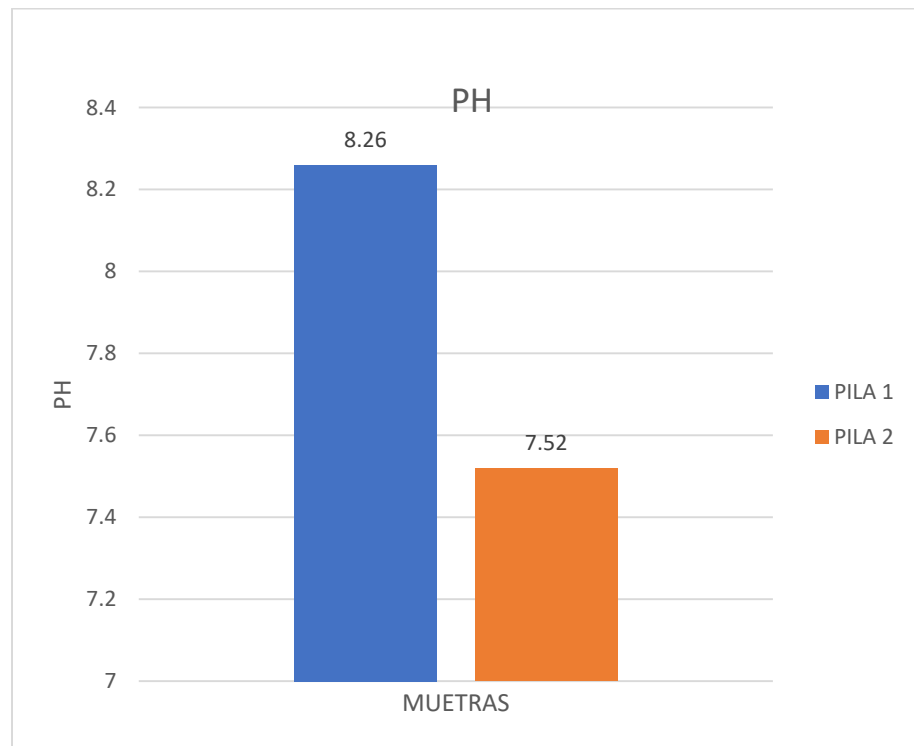


Grafico 5. Resultado de análisis de pH de compost logrado

Fuente: de Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados del análisis de la Conductividad Eléctrica del compost logrado

En el grafico 6, el resultado de la conductividad eléctrica del análisis de laboratorio muestra la diferencia de valores del compost logrado en ambas pilas de tratamiento, donde la pila 1 grupo control dio un resultado de 8.106 mmho/cm y la pila 2 grupo experimental dio un resultado de 6.142 mmho/cm, los valores se encuentran óptimos de acuerdo al rango del compost tipo B de la NCH 2880.

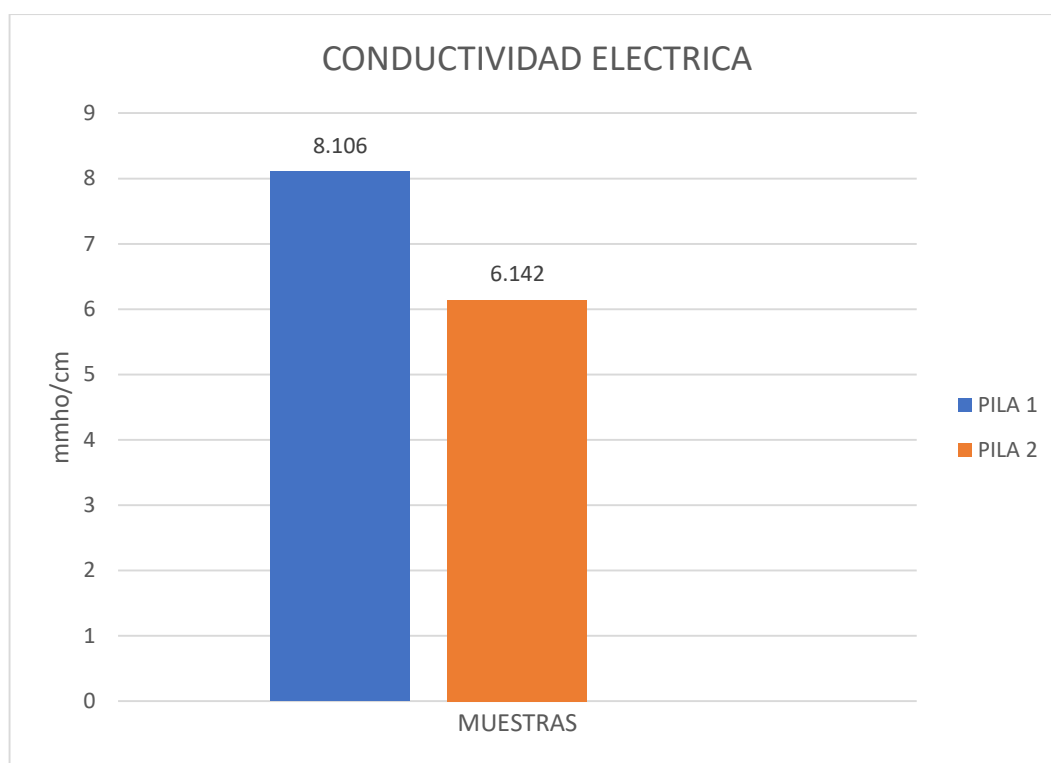


Grafico 6. Resultado de análisis de Conductividad Eléctrica

Fuente: de Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados del análisis de Humedad de compost logrado

De acuerdo al grafico 7, el resultado del análisis de la humedad del compost logrado en ambas pilas de tratamiento, se determinó que en la pila 1 grupo control obtuvo un resultado de 38.81 % de humedad y en la pila 2 grupo experimental obtuvo un resultado de 37.22 % de humedad, ambos valores se encuentran dentro del rango de la NCH 2880 que es de 30% a 45%.

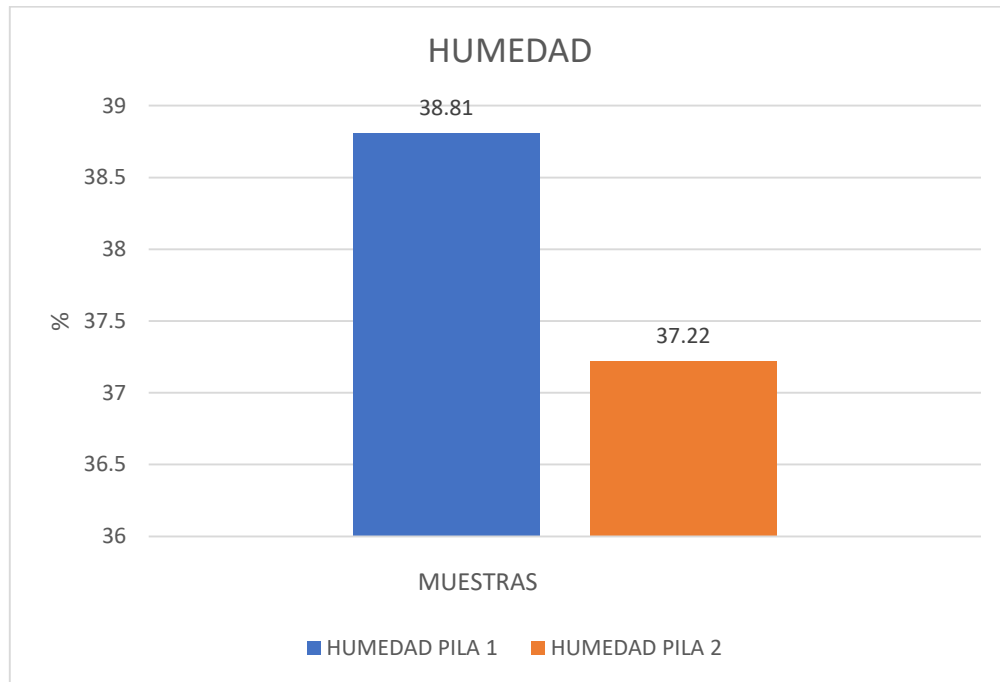


Grafico 7. Resultado de análisis de Humedad de Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados del análisis de Materia orgánica del compost logrado

De acuerdo al grafico 8, el resultado del análisis de % de la materia orgánica del compost logrado en ambas pilas de tratamiento, nos muestra resultados en la pila 1 grupo experimental es de 39.81% superior a la pila 2 grupo experimental que obtuvo un 35.76%, ambas pilas de tratamiento se encuentran dentro del rango óptimo para compost tipo B de la NCH 2880 que es de \geq a 25

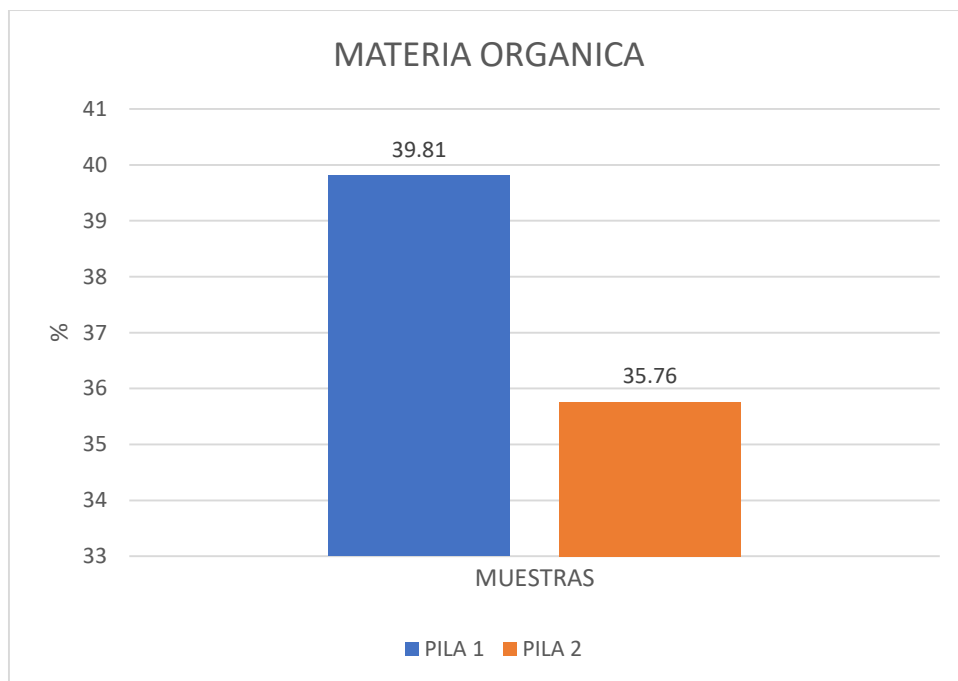


Grafico 8. Resultado de análisis de Materia Orgánica de Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados del análisis de Relación Carbono/Nitrógeno del compost logrado

Con referencia al gráfico 9, donde se describen los resultados del análisis de relación Carbono/Nitrógeno del compost logrado, se obtuvo como resultado en la pila 1 grupo experimental una relación de 15.71 y en la pila 2 grupo experimental una relación de 14.92, ambos valores se encuentran dentro del rango de 10 a 25 catalogado para compost tipo A, esto de acuerdo a la NCH 2880, norma tomada como referencia para determinación de calidad del compost logrado en la presente investigación.

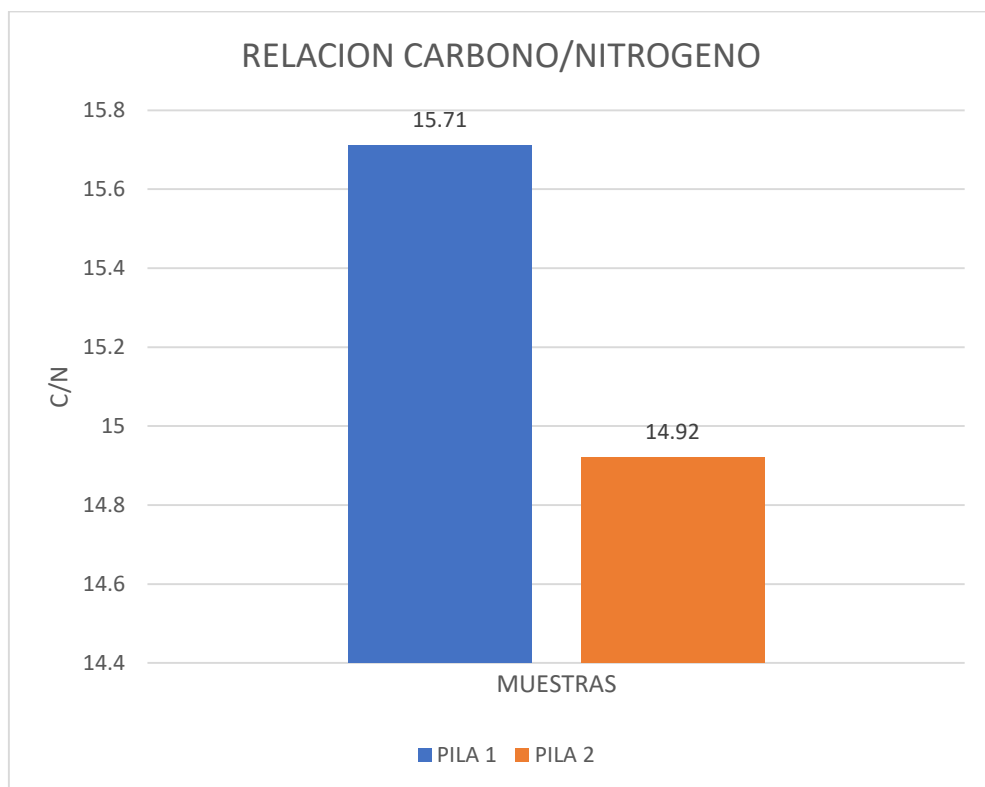


Grafico 9. Resultado de análisis de Relación Carbono/Nitrógeno de Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados de Tamaño máximo de partículas del compost logrado

Con relacional grafico 10, para la determinación del tamaño máximo de compost logrado en ambas pilas de tratamiento, según la NCH2880, estas deben encontrarse dentro del rango \leq a 15 mm, en relación a su mayor dimensión, por lo que en la pila 1 grupo control se obtuvo un resultado de 98.87% y en la pila 2 grupo experimental se logró obtener un 99.83 %, donde tanto en la pila 1 como en la pila 2 tienen mayor porcentaje de tamaño de partículas dentro del rango establecido por la norma en consulta.

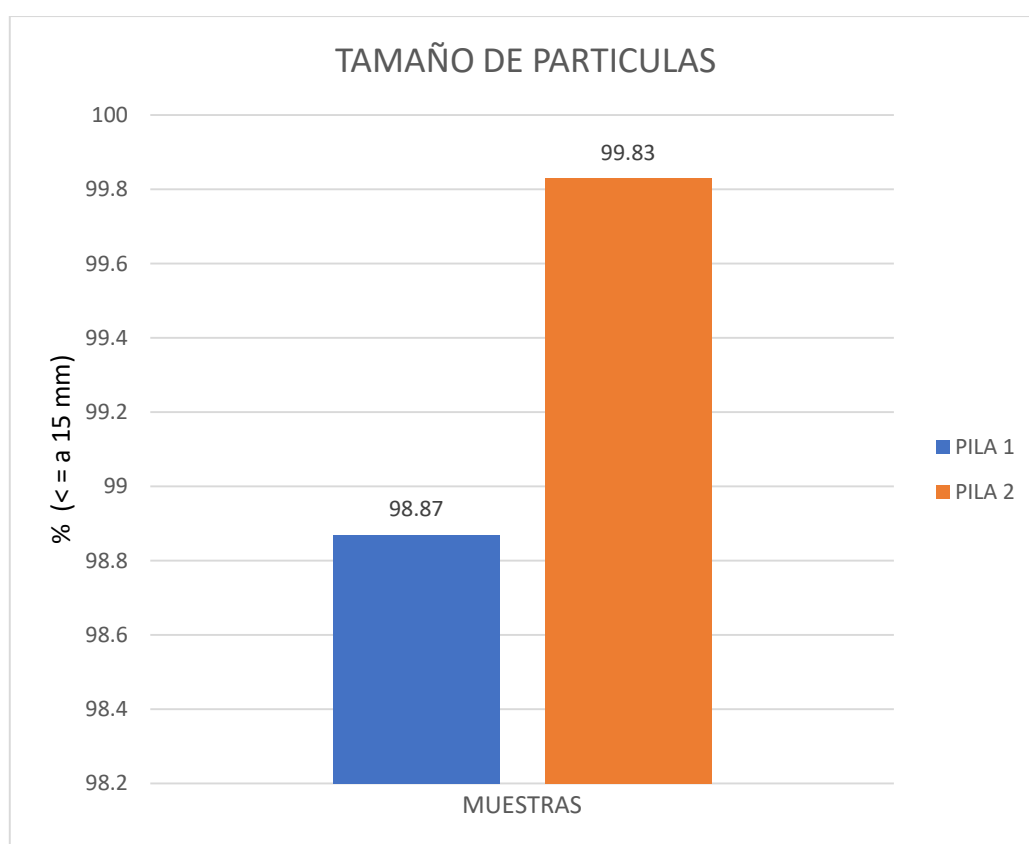


Grafico 10. Resultado de análisis de Tamaño máximo de partículas de Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados de análisis de contenido de Nitrógeno de compost logrado

En el grafico 11, se realiza la comparación del análisis de contenido de nitrógeno del compost logrado en ambas pilas de tratamiento, donde se obtuvo en la pila 1 grupo control 1.47 % de nitrógeno y en la pila 2 grupo experimental se 1.39% de contenido de nitrógeno, ambos valores se encuentran dentro del rango óptimo para catalogarse como compost tipo A, de acuerdo a la NCH 2880, norma en consulta del presente estudio.

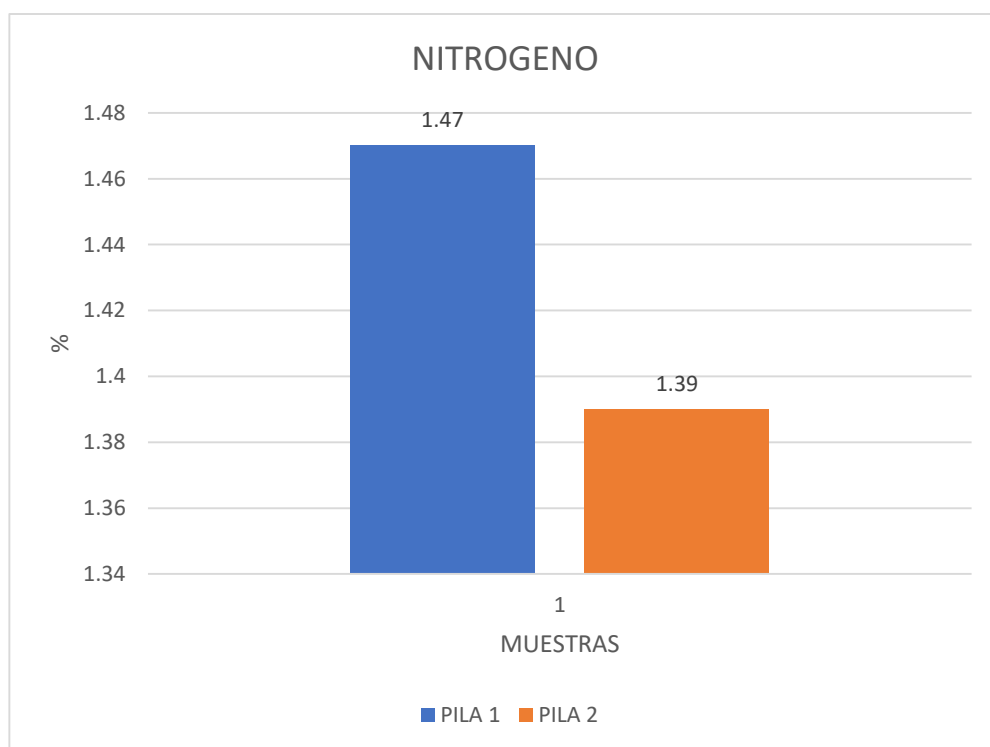


Grafico 11. Resultado de análisis de Tamaño máximo de partículas de Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados de análisis de contenido de Fosforo de compost logrado

Tomando como referencia el grafico 12, se realiza la comparación del análisis de contenido de fosforo del compost logrado en ambas pilas de tratamiento, donde se obtuvo en la pila 1 grupo control para contenido de fosforo se obtuvo 1.08% y fosforo soluble 3.8mg/L; comparando los resultados obtenidos en la pila 2 grupo experimental el contenido de fosforo fue de 0.98% y para contenido de fosforo soluble fue de 4.9 mg/L, ambos criterios están dentro del rango para compost Tipo A, de acuerdo a la norma consultada NCH2880 como referencia del presente estudio.

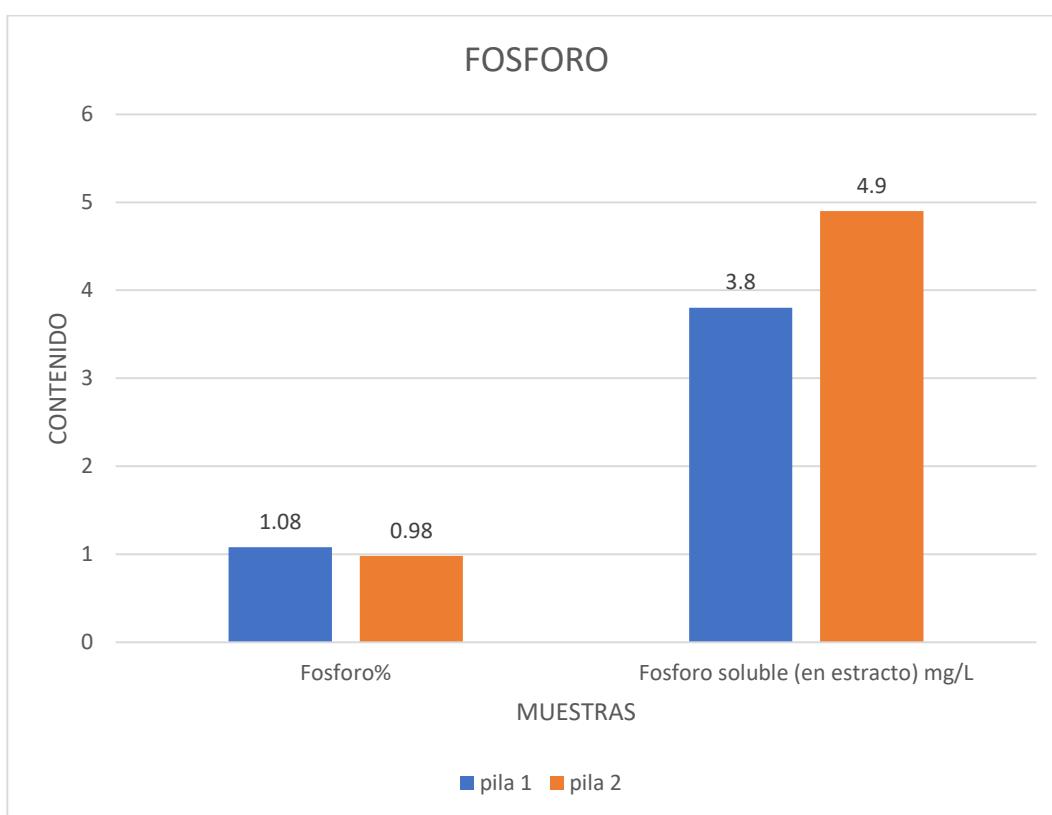


Grafico 12. Resultado de análisis de Fosforo de Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados de análisis de Potasio disponible en el compost logrado

En el grafico 13, se observa el análisis de potasio disponible en el compost logrado en ambas pilas de tratamiento, donde se obtuvo en la pila 1 grupo control para potasio disponible se obtuvo 1.69% y en comparación con la pila 2 de grupo experimental para porcentaje de potasio disponible se encontró un 1.55%, ambos valores se encuentran dentro del criterio para compost Tipo A, de acuerdo a la norma consultada NCH2880 como referencia del presente estudio.

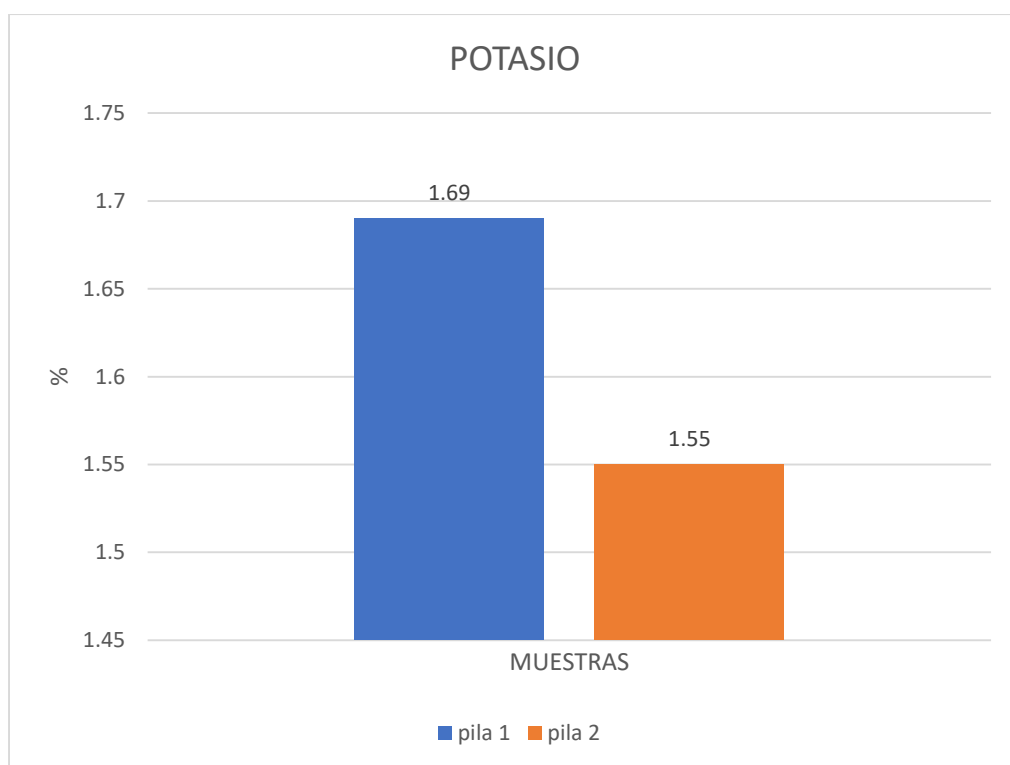


Grafico 13. Resultado de análisis Potasio disponible en el Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados de análisis de Calcio disponible en el compost logrado

En el grafico 14, se observa el análisis del porcentaje de calcio disponible en el compost logrado en ambas pilas de tratamiento, donde se obtuvo en la pila 1 grupo control porcentaje de calcio disponible un 2.37% y para porcentaje de calcio en la pila 2 grupo experimental se encontró 1.91%, ambos valores se encuentran dentro del criterio para compost Tipo A, de acuerdo a la norma consultada NCH2880 como referencia del presente estudio.

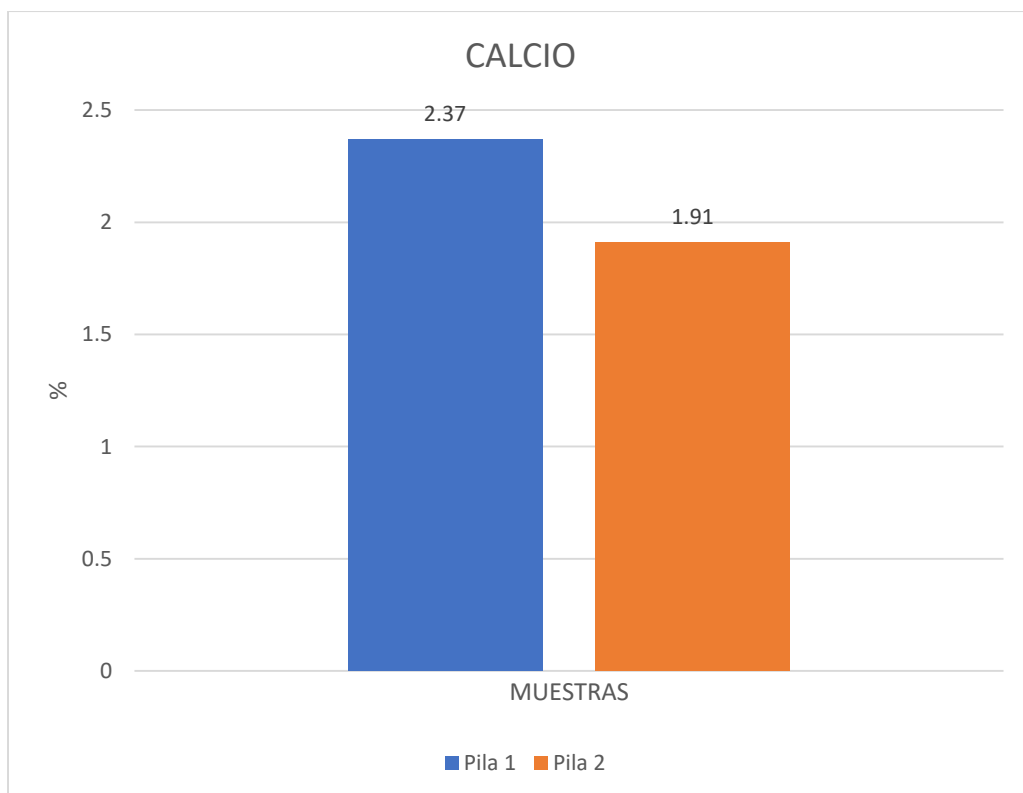


Grafico 14. Resultado de porcentaje de calcio disponible en el Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Resultados de análisis de Magnesio disponible en el compost logrado

En el grafico 15, se observa el análisis del porcentaje de magnesio disponible en el compost logrado en ambas pilas de tratamiento, donde se obtuvo en la pila 1 grupo control porcentaje de magnesio disponible un 0.72% y para porcentaje de calcio en la pila 2 grupo experimental se encontró un 0.59%, ambos valores se encuentran dentro del criterio para compost Tipo A, de acuerdo a la norma consultada NCH2880 como referencia del presente estudio.

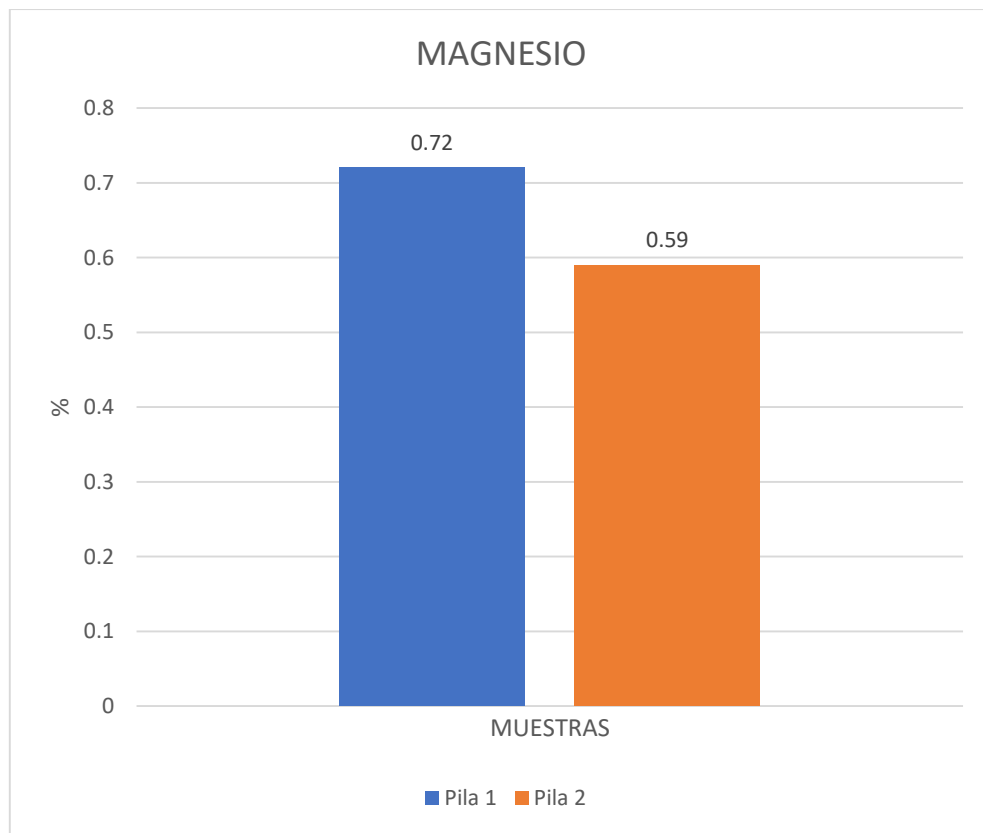


Grafico 15. Resultado de porcentaje de magnesio disponible en el Compost Logrado

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Tabla 15. Resultados de Laboratorio de análisis de parámetros microbiológicos

| DESCRIPCION | | COMPOS T PILA 1 | COMPOS T PILA 2 | NCH 2880 | |
|--|-----------------|--------------------|--------------------|---|-----------------------|
| PARAMETROS MICROBIOLÓGICO S | UNIDADES | | | COMPO ST TIPO A | COMPO ST TIPO B |
| Recuento de Coliformes Totales | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | <1.8 | < a 1000 nmp por gramo de compost, en base seca | |
| Recuento de Coliformes Termotolerantes | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | <1.8 | < a 1000 nmp por gramo de compost, en base seca | |
| Recuento de <i>Escherichia coli</i> | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | <1.8 | - | - |
| Determinación de <i>Salmonella</i> | Presencia/25g | Ausencia | Ausencia | Ausencia | |
| Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. | N° Org/g | 0 | 0 | Ausencia | |
| Determinación de Nemátodos Parásitos | Ind/Kg | 0 | 0 | - | - |

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Los datos de la tabla 14 y 15, en relación a los resultados de los parámetros físico químicos y microbiológicos, son del análisis realizado a través del Laboratorio I+D E.I.R.L. Análisis Agrícola, Veterinario, Investigación y Desarrollo, Pedregal Arequipa, valores utilizados para realizar la comparación con la norma consultada NCH 2880, como referencia de cumplimiento de calidad de compost logrado en la presente investigación.

4.1.4. Determinación de resultados de muestras con la NCH 2880

Se realizó la comparación de las muestras de acuerdo a la Norma Chilena NCH 2880, con la finalidad de cumplir con el tercer objetivo específico de estudio, determinando la calidad de compost logrado en ambas pilas de tratamiento.

Tabla 16. Determinación de la calidad del Compost logrado PILA 1 de acuerdo a los resultados de laboratorio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según la NCH 2880.

| DESCRIPCION | | COMPOST PILA 1 | NCH 2880 | | |
|---|-----------------|-------------------|---|-------------------|------|
| PARAMETROS FISICOQUÍMICOS | UNIDAD | RESULTADO | COMPOST TIPO A | COMPOST TIPO B | TIPO |
| pH (1:5) | - | 8.26 | 5 a 7.5 | 7.5 a 8.5 | B |
| Conductividad. Eléctrica (1:5) | mmho/cm | 8.106 | <= 5.0 | 5.0 - 12.0 | B |
| Humedad | % | 38.81 | 30% - 45% | 30% - 45% | A |
| Materia Orgánica | % | 39.81 | >=45 | >= a 25 | B |
| Relación: C/N | - | 15.71 | 10 a 25 | 10 a 40 | A |
| Partículas menores a 1.5 mm | % | 59.04 | <=15mm | <=15mm | A |
| Partículas entre 1.5 - 5 mm | % | 23.88 | | | |
| Partículas entre 5 - 15 mm | % | 15.95 | | | |
| Partículas mayores a 15 mm | % | 1.13 | | | |
| Nitrógeno | % | 1.47 | 1.0 a 3.0 | 0.5 a 1.0 | A |
| Fósforo Total | % | 1.08 | 0.8 a 2.5 | 0.6 a 0.8 | A |
| Fósforo Soluble (en extracto) | mg/L | 3.8 | <=5 | <=5 | A |
| Potasio Disponible | % | 1.69 | 0.5 a 2.0 | 0.35 a 0.5 | A |
| Calcio | % | 2.37 | 1.0 a 2.5 | 2.5 a 6.0 | A |
| Magnesio | % | 0.72 | 0.5 a 1.0 | 1.0 a 3.0 | A |
| PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS | UNIDAD | RESULTADO | COMPOST TIPO A | COMPOST TIPO B | TIPO |
| Recuento de Coliformes Totales | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | < a 1000 nmp por gramo de compost, en base seca | | A |
| Recuento de Coliformes Termotolerantes | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | < a 1000 nmp por gramo de compost, en base seca | | A |
| Recuento de <i>Escherichia coli</i> | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | - | - | - |
| Determinación de <i>Salmonella</i> | Presencia/2 5g | Ausencia | Ausencia | | A |
| Huevos y larvas de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. | N° Org/g | 0 | Ausencia | | A |
| Determinación de Nemátodos Parásitos | Ind/Kg | 0 | - | - | - |

Fuente: Laboratorio I+D E.I.R.L.

Tabla 17. Determinación de la calidad del Compost logrado PILA 2 de acuerdo a los resultados de laboratorio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos según la NCH 2880 (ver anexo 4)

| DESCRIPCION | | COMPOST PILA 2 | NCH 2880 | | |
|--|-----------------------|-------------------|---|-------------------|------|
| PARAMETROS FISICOQUÍMICOS | UNIDA D | RESULTADO | COMPOST TIPO A | COMPOST TIPO B | TIPO |
| pH (1:5) | - | 7.52 | 5 a 7.5 | 7.5 a 8.5 | A |
| Conductividad. Eléctrica (1:5) | mmho/ cm | 6.142 | <= 5.0 | 5.0 - 12.0 | B |
| Humedad | % | 37.22 | 30% - 45% | 30% - 45% | A |
| Materia Orgánica | % | 35.76 | >=45 | >= a 25 | B |
| Relación: C/N | - | 14.92 | 10 a 25 | 10 a 40 | A |
| Partículas menores a 1.5 mm | % | 35.85 | <=15mm | <=15mm | A |
| Partículas entre 1.5 - 5 mm | % | 50.77 | | | |
| Partículas entre 5 - 15 mm | % | 13.21 | | | |
| Partículas mayores a 15 mm | % | 0.17 | | | |
| Nitrógeno | % | 1.39 | 1.0 a 3.0 | 0.5 a 1.0 | A |
| Fósforo Total | % | 0.98 | 0.8 a 2.5 | 0.6 a 0.8 | A |
| Fósforo Soluble (en extracto) | mg/L | 4.9 | <=5 | <=5 | A |
| Potasio Disponible | % | 1.55 | 0.5 a 2.0 | 0.35 a 0.5 | A |
| Calcio | % | 1.91 | 1.0 a 2.5 | 2.5 a 6.0 | A |
| Magnesio | % | 0.59 | 0.5 a 1.0 | 1.0 a 3.0 | A |
| PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS | UNIDA D | RESULTADO | COMPOST TIPO A | COMPOST TIPO B | TIPO |
| Recuento de Coliformes Totales | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | < a 1000 nmp por gramo de compost, en base seca | | A |
| Recuento de Coliformes Termotolerantes | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | < a 1000 nmp por gramo de compost, en base seca | | A |
| Recuento de <i>Escherichia coli</i> | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 | - | - | - |
| Determinación de <i>Salmonella</i> | Presen cia/25g | Ausencia | Ausencia | | A |
| Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. | Nº Org/g | 0 | Ausencia | | A |
| Determinación de Nemátodos Parásitos | Ind/Kg | 0 | - | - | - |

Fuente: elaboración propia

Contraste de hipótesis

Para el contraste de las hipótesis de investigación, por ser un estudio transversal se realizó el análisis estadístico de los datos en un mismo instante, con la participación de 2 grupos (grupo control y grupo experimental) considerando la variable aleatoria de tipo numérica, donde se comparan los datos recopilados de Temperatura, pH y humedad de ambos grupos, se eligió la prueba T de Student para muestras independientes, se procedió a corroborar que las variables aleatorias cumplan con la distribución normal en ambos grupos de tratamiento.

Criterio para determinar la normalidad de las variables

P-valor \Rightarrow α aceptar H_0 = la distribución de la variable aleatorio no es distinta a la distribución normal

P -valor $<$ α aceptar H_1 = la distribución de la variable aleatorio es distinta a la distribución normal

Valor alfa =5%= 0.05

Criterio de decisión: Shapiro-Wilk para muestras $<$ 50

Tabla 18. Aplicación de SPSS para determinar Prueba de Normalidad de parámetros de proceso de compostaje

| | | Pruebas de normalidad | | | | | |
|-------------|--------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|-------|
| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | GRUPOPOST | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| TEMPERATURA | CONTROL | .129 | 27 | .200 [*] | .951 | 27 | .221 |
| | EXPERIMENTAL | .085 | 21 | .200 [*] | .962 | 21 | .560 |
| PH | CONTROL | .290 | 27 | <.001 | .846 | 27 | <.001 |
| | EXPERIMENTAL | .181 | 21 | .072 | .931 | 21 | .146 |
| HUMEDAD | CONTROL | .139 | 27 | .195 | .930 | 27 | .070 |
| | EXPERIMENTAL | .148 | 21 | .200 [*] | .930 | 21 | .139 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Tabla 19. Resultado de la prueba de Normalidad

| Variables Aleatorias | Prueba de Normalidad | |
|----------------------------------|----------------------|--|
| | P - valor | Toma de Decisión (si o no: tiene Distribución Normal) |
| Temperatura (grupo control) | 0.221 | La variable temperatura (p: 0.221) tiene distribución normal |
| Temperatura (grupo experimental) | 0.560 | La variable temperatura (p: 0.560) tiene distribución normal |
| pH (grupo control) | 0.001 | La variable pH (p: 0.001) no tiene distribución normal |
| pH (grupo experimental) | 0.146 | La variable pH (p: 0.221) tiene distribución normal |
| Humedad (grupo control) | 0.070 | La variable temperatura (p: 0.070) tiene distribución normal |
| Humedad (grupo experimental) | 0.139 | La variable temperatura (p: 0.139) tiene distribución normal |

pH: potencial de hidrogeno

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al criterio de evaluación de la Tabla 19, se puede observar que las significancias calculadas para la temperatura en ambos grupos de tratamiento 0.221 y 0.560 son mayores que 0.05; así mismo las significancias calculadas para la humedad en ambos grupos de tratamiento 0.070 y 0.139 son mayores que 0.05, determinando que en cada grupo de tratamiento se tuvo un comportamiento normal; sin embargo para el caso de las significancias calculadas para el pH en el grupo control tuvo una significancia de 0.001 menor 0.05 lo que determina que no tuvo una

distribución normal y el grupo experimental tuvo una significancia de 0.146 mayor que 0.05 si tuvo una distribución normal.

Determinación de Homogeneidad o igualdad de Varianzas para parámetros de temperatura, pH y humedad

Observando que la mayoría de los valores cumplen con la distribución normal se aplica la Prueba T de Student para el contraste de hipótesis del presente estudio y la prueba de homogeneidad o igualdad de varianzas.

Tabla 20. *Aplicación de SPSS para los parámetros de seguimiento y control de las pilas de tratamiento para Prueba de Levene y Prueba T de Student para muestras independientes.*

| Prueba de muestras independientes | | | | | | |
|--|--------------------------------|---|--------------|-------------------------------------|--------|-------------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | prueba t para la igualdad de medias | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Significancia |
| | | | | | | P de dos factores |
| TEMPERATURA | Se asumen varianzas iguales | 1.232 | 0.273 | -1.774 | 46 | 0.083 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -1.716 | 36.574 | 0.095 |
| PH | Se asumen varianzas iguales | 0.313 | 0.578 | 0.028 | 46 | 0.978 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | 0.028 | 41.339 | 0.978 |
| HUMEDAD | Se asumen varianzas iguales | 0.209 | 0.650 | -0.304 | 46 | 0.763 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -0.300 | 41.341 | 0.765 |

Fuente: elaboración propia

Con relación al supuesto de homogeneidad de varianza, con la prueba de Levene se observa que la significancia calculada para temperatura es 0.273, pH 0.578 y humedad 0,650 estos son mayores a 0.05. Por lo tanto, se

cumplen que los datos recopilados en la optimización del proceso de compostaje, provienen de muestras con varianzas iguales.

Del mismo modo en la Tabla 20 se observan los resultados de la Prueba T para igualdad de medias, con la cual se realizará el contraste de la hipótesis de estudio.

Hipótesis general: Existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya.

Prueba de Hipótesis

Hipótesis Nula: No existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya (grupo control = grupo experimental).

Hipótesis Alternativa: Si existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya (grupo control \neq grupo experimental).

Criterio de decisión

Si $p\text{-valor} < 0.05$, se rechaza hipótesis nula y se acepta hipótesis Alternativa

Si $p\text{-valor} \geq 0.05$, se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula

En la tabla 16, se observa que al 5% de significancia calculada sobre la prueba T de Student para muestras independientes, en la optimización del proceso de compostaje, según el parámetro de la Temperatura $p\text{-valor}$ es 0.083, para el caso del pH el $p\text{-valor}$ es de 0.978 y humedad $p\text{-valor}$ 0.763, los cuales son mayores a 0.05, es evidencia suficiente para rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula.

Donde al 95% de confianza, se puede afirmar que, no existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya.

V. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos al realizar el contraste de la hipótesis general de estudio se pudo determinar que no existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya, resultado obtenido de la prueba estadística aplicada para realizar el contraste de hipótesis mediante la igualdad de medias de los parámetros como la temperatura, pH y humedad; datos recogidos durante el control y seguimiento de la evolución del proceso de compostaje en cada semana de tratamiento de cada pila de compostaje.

Del mismo modo la composición de cada pila se diferenció en que la pila 1 estuvo compuesta por residuos orgánicos de las áreas verdes, restos de frutas y verduras, con la adición de estiércol vacuno y compost maduro, el proceso convencional aplicado por la entidad y elegido para el estudio, obteniéndose el compost a los 182 días, por otro lado en la pila 2 estuvo compuesta por residuos orgánicos de las áreas verdes, estiércol vacuno y la adición de ceniza, así mismo a los 21 días de tratamiento se agregó roca fosfórica, como medida de control y remediación del comportamiento del proceso de compostaje de la pila 2, obteniéndose el compost a los 140 días, notándose la diferencia de 40 días entre la pila 1 y la pila 2 de acuerdo al tiempo que demora el proceso de obtención de compost en ambos tratamientos. En tanto de acuerdo a Córdova (2016, p.124) según el método convencional que utilizó para la obtención del compost, tuvo una duración de un promedio de tiempo de 120 días, considerado normal para un proceso de compostaje.

Con relación a los parámetros de control y seguimiento del proceso de compostaje, el comportamiento de la temperatura en ambas pilas de tratamiento iniciaron con una próxima a la temperatura ambiental a la zona de estudio, la cual aumentó progresivamente en las fases de proceso hasta llegar a un máximo en la pila 1 de 54°C y la pila 2 de 64.6°C, evidenciando la fase mesofílica de higienización de la pila de compostaje, esto coincide con lo señalado por Pillco (2020, p. 58), nos dice que la temperatura de los

tratamientos que realizo en su investigacion, todos mostraron aumento de temperatura en las primeras semanas, alcanzando temperaturas maximas por debajo del optimo 60°C, debido a la accion de los microorganismos que descomponen la materia organica rapidamente; para el caso de estudio se tuvo el mismo comportamiento en ambas pilas de tratamiento, tipico de las fases de descomposicion de compostaje.

Para el caso del control y seguimiento de la humedad de cada pila de tratamiento fue necesario el control de este parametro, ya que la de acuerdo a Román et al. (2013, p. 30) la composicion de los sustratos como madera, paja y hojas secas, tienden a requerir mayor riego en comparacion de los residuos de hortalizas, frutas y cortes de cesped; por lo que en ambas pilas de compostaje fue necesario el riego controlado, a fin de no disminuir la actividad de los microorganismos, asi mismo de acuerdo a los resultados de laboratorio realizados al compost logrado de ambas muestras, estas se encuentra dentro del rango según la normativa de estudio NCH2880.

Del mismo modo con relacion al pH en la pila 1 esta descendio a los 7 dias de tratamiento observandose 6 puntos como indicativo de acidificacion por los residuos de frutas que se utilizaron en el proceso y se obtuvo un valor maximo de 54°C de temperatura, durante el tratamiento de la pila 1 no se agrego ningun activador extra, por lo que el desarrollo de descomposicion se llevo de manera tradicional, a diferencia de la pila 2, se observo que a los 14 días del proceso el pH descendio a 6.2 puntos como indicativo de acidificacion del medio, debido a la naturaleza de los residuos orgánicos compostados, con la finalidad de mejorar el proceso, se agrego 25 kilos de cal fosforica en polvo esparcida a lo largo de la pila de tratamiento, el proceso se realizo de forma conjunta al realizar el volteo y aireacion de la pila, en los siguientes controles realizados se observo un incremento en la temperatura de hasta 64.6°C. De acuerdo a lo señalado por Contreras, Del Carpio y Urquiaga (2018, p. 26) nos indican que el comportamiento del pH en el proceso de compostaje tienden a comportarse ligeramente acidos al inicio y progresivamente alcanzan la fase de alcalinizacion, por lo que se asemeja

al crecimiento del pH como indicativo de alcalinidad de ambas pilas de compostaje.

De acuerdo a los parametros microbiologicos obtenidos en las muestras analizadas de cada pila, se obtuvo resultados optimos en cada muestra de compost, por lo que se pudo determinar que cumplen el rango optimo para Compost de acuerdo a la normativa NCH2880 que especifica que toda clase de compost debera contener los requisitos minimos establecidos por la norma en mencion. Por ello los resultados se atribuyen a las temperaturas maximas alcanzadas en la fase termofila de cada pila de tratamiento las cuales fueron registradas por mas de 3 semanas seguidas, donde se controló la humedad y se realizo el volteo de las pilas.

En los resultados de analisis de los parametros fisicoquimicos y microbiologicos realizados a cada muestra de compost logrado, se pudo verificar que ambas muestras cumplen con lo especificado en la NCH2880, el cual de acuerdo al nivel de calidad el compost se clasifica en compost Tipo A y Tipo B, de lo contrario se cataloga como compost inmaduro; por ende de los 16 parametros validos para catalogar el tipo de compost logrado en el presente estudio, según las comparaciones realizadas se observa que la pila 1, si cumple en 13 de 16 parametros validos para catalogar el compost logrado en Tipo A y 3 de 16 en Tipo B; asi mismo en la pila 2, si cumple 14 de 16 parametros validos para catalogar el compost logrado en Tipo A y 2 de 16 en Tipo B y estos pueden ser utilizados para abono de plantas y suelos.

Adicionalmente en relacion al color adquirido en la muestra de la pila 1 se pudo observar un color marron claro y la muestra de la pila 2 un color marron oscuro, característica propia de los tipos de sustrato utilizados en cada pila de compostaje. Para el olor divisado en el proceso de compostaje, reflejaron físicamente presencia de vapores por las temperaturas alcanzadas en ambas pilas de tratamiento, donde se pudo percibir un olor característico y/o gases similares al amoníaco, lo que podría atribuirse al volumen de cada pila de tratamiento, provocando la compactación de los sustratos por falta de volteo al 100% de la pila y la falta de aireación, posteriormente en la fase de maduración el compost obtenido presentó su olor característico; por otro lado

Cordova (2016, p. 95) en el proceso de compostaje elaborado tuvo la presencia de vectores por el uso de estiércol, se percato de la aparición de larvas de mosca, el cual afecto las propiedades del proceso de compostaje, donde tuvo que tomar medidas de control; para el caso del presente estudio no se presentaron dichos problemas, a pesar de que en ambas pilas de tratamiento se utilizo estiércol vacuno, posiblemente esto se debe a que, cada pila de tratamiento fue cubierto con plástico desde el inicio hasta el final del proceso de compostaje, lo cual fue reflejado en los resultados obtenidos, siendo optimos en los parametros microbiologicos del analisis de laboratorio realizado.

Es importante mencionar que dentro del analisis cotizado al laboratorio, no se pudo realizar la solicitud de analisis para concentraciones maximas de metales pesados, posiblemente presentes en las muestras enviadas a laboratorio, esto debido a que frente a la realidad actual, los laboratorios en consulta no respondieron de manera oportuna a las cotizaciones realizadas para el analisis de muestras, optando por el analisis de los parametros presentados en la presente investigacion.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se logró determinar que no existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes, esto debido a que la pila 1 estuvo compuesta de 25 % de hojas y pasto seco, 16.7% de estiércol vacuno, 50 % de frutas, verduras, pasto fresco, flores y malezas, 8.3% de compost maduro, la pila 2 estuvo compuesta de 25% de hojas y pasto seco, 12.5% de estiércol vacuno, 37% de pasto fresco, hojas, flores, malezas, 6.25% de ceniza de ramas y tallos, 18.75% de poda de árboles triturado, por lo que se obtuvo homogeneidad en el comportamiento de los parámetros en las pilas de tratamiento de compost.
- 6.2. El control y seguimiento de los parámetros fisicoquímicos de las pilas de tratamiento, fue un indicativo importante para no afectar la evolución y reproducción de los microorganismos en condiciones aeróbicas, la temperatura en la pila 1 alcanzo 54°C y pila 2 alcanzo 64.6°C, así mismo a los 21 días de tratamiento se agregó 25 kg roca fosfórica observando temperaturas por encima de los 60°C, siendo un factor importante para la higienización de las pilas, el comportamiento del pH inicial de la pila1 fue de 7.8 y PH final 7.8, así mismo el pH inicial de la pila 2 fue 7.8 y pH final 7.2, donde la pila 1 tuvo como humedad inicial 60% y humedad final 38%,asi mismo la pila 2 tuvo una humedad inicial de 62 % y humedad final 38%, no hubo presencia de moscas durante el proceso de compostaje.
- 6.3. Las muestras de la pila 1 y pila 2 analizadas en la Laboratorio I+D E.I.R.L. Análisis Agrícola, Veterinario, Investigación y Desarrollo, Pedregal de Arequipa, indican que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mostrados en los resultados de acuerdo a la normativa en consulta NCH 2880, se encuentra dentro de los rangos óptimos para determinar la calidad del compost.
- 6.4. En tanto los resultados obtenidos del análisis de muestras de la pila 1 y pila 2, los cuales, de acuerdo a la normativa chilena NCH2880, se determinó que tanto la pila 1 y pila 2 se ubican como compost de Tipo

A, según los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos pueden catalogarse de alta calidad, por cumplir los requisitos de la norma en consulta, siendo óptimos para la reutilización del compost como abono en plantas y suelos.

- 6.5. Del tiempo transcurrido para el desarrollo del proceso de compostaje de ambas pilas, es normal para el tipo de sustratos utilizados, por lo que se observa que la mejor opción para optimizar el proceso de compostaje en el tratamiento es la pila 2, debido a que cumple con los requisitos para calidad y tuvo menor tiempo para lograr un compost estable.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el control y seguimiento semanal de los parámetros de las pilas de compostaje elaboradas por la entidad debido a que esto determinara la calidad del compost final que puede ser utilizado en las áreas verdes de la entidad o utilizado en los programas de la Sub Gerencia de Medio Ambiente.

Se recomienda elaborar un Plan de Trabajo para el Manejo de Residuos Orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya, que fortalezca los programas de Incentivos y alcance de metas planteadas por la entidad, basados en la calidad de compost obtenido por la presente investigación.

Así mismo se recomienda el uso de la técnica del puño cerrado para la determinación de la humedad, debido a que la técnica no requiere el uso de instrumentos adicionales y consiste en agarrar el material, empuñarlo y abrir la mano, donde de acuerdo a las características del material, se añadirá agua o decidir la medida de control para mejorar las condiciones del proceso.

Debido a la cantidad de residuos generados por las actividades de mantenimiento y corte de las áreas verdes del distrito de Tiabaya, se recomienda continuar con la búsqueda de técnicas de tratamiento que no demanden presupuestos adicionales, mayor uso de equipo logístico y demanda de personal en el proceso de compostaje, debido a que esta es una de las debilidades presentadas por el área a cargo.

REFERENCIAS:

AGUILAR Coyla, Yosiyamy. Optimización del proceso de compostaje de residuos Sólidos orgánicos de los mercados de la ciudad de Juliaca mediante la impermeabilización con geomembrana y la aplicación de activadores biológicos (suero de leche y levadura) – 2018. Tesis (Ingeniero Sanitario y Ambiental). Juliaca-Puno : Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, Facultadde Ingenierias y Ciencias Puras, 2018. 12 pp.

AN Overview of Organic Waste in Composting [en línea].Malasya: Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, 2016. [fecha de consulta] 23 de abril del 2021]. Disponible en: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2016/10/mateconf_iconees2016_05025.

BIODEGRADATION by composting of municipal organic solid waste. [en línea].Ghana: Sarpong, D. et al (03 de mayo del 2019). [fecha de consulta: 23 de abril del 2021) . Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40093-019-0268-4.pdf>

BIO-OPTIMIZACIÓN del compost con cultivos de microorganismos de montaña por Camacho, Fabricio [et al], diciembre 2018, Vol. 10(2): 330-341, COSTA RICA : University of Georgia, Odum School of Ecology, 2018, Vol. 10.[Fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en : <https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v10n2/1659-4266-cinn-10-02-330.pdf>

BOHORQUEZ , Wilson. El Proceso de Compostaje. 1ra ed., Colombia:Universidad de La Salle, 2019. 10 pp.
ISBN: 9789585486683

CABEZAS, Edison, NARANJO, Andrade y TORRES, Johana. 2018. Introduccion a la Metodologia de la Investigacion Cientifica. ECUADOR : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018.37 pp.
ISBN: 9789942765444

CARDENAS, Keyla y TEJADA, Gustavo. Determinación de Alternativa de Valorización de los Residuos Sólidos Orgánicos Municipales Generados por las Actividadesdepeda de Areas Verdes del Distrito de Alto Selva Alegre. Tesis (Ingeniero Ambiental). Arequipa: Universidad Catolica de Santa Maria, 2019. 5-6 pp.

¿CÓMO la basura afecta al desarrollo de América Latina? [en línea]. Noticias ONU, 12 octubre 2018. [23 de abril del 2021].
Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>

CONTRERAS , Katherin, DEL CARPIO, Paul y URQUIAGA, Liz. Aprovechamiento de residuos vegetales de áreas verdes del distrito de Trujillo utilizando microorganismos eficientes (EM), para producir biofertilizante. Tesis (Ingeniero Ambiental). Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 39 pp.

CORDOVA Quenaya, Leyanira. Propuesta de Mejora del Proceso de Compostaje de los residuos orgánicos, generados en la Actividad Minera, empleando Microorganismos Eficientes Unidad Minera del Sur. Tesis (Ingeniero Ambiental). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, 2016. 17, 95, 108 y 124 pp.

CUETO Codorniu, Andres. Evaluación de Tecnologías para la Reutilización, valorización y disposición de residuos orgánicos. Memoria (Ingeniero Civil Químico). Chile: Universidad de Chile, Facultad de ciencias Físicas y Matemáticas, 2017. 52 pp.

COMPOSTING of byproducts from the orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) and sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids) agroindustries.[en línea] Mexico: Debernardi, T. , Aguilar, Noe y Nuñez, Rosalía: (diciembre 2020) [fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v40n3/0120-5609-iei-40-03-81.pdf>

DECRETO Legislativo n° 1278. Diario Oficial el Peruano, Lima, Peru, 11 de mayo 2020.

DEFENSORIA del Pueblo: Gestión de los Residuos Sólidos en el Perú en Tiempos de Covid 19. (Julio, 2020). Disponible en <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/Informe-Especial-N%C2%B0-24-2020-DP.pdf>

DEL CARPIO Tejada, Graciano. Determinación del Potencial de reuso de los residuos. Tesis (Doctor en Biología Ambiental). Arequipa :Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ciencias Biológicas, 2017. 39 pp.

FERREIRA , Dianini, DIAS Ana y VASCONCELO, Cybelle. *Efecto del compost de residuos orgánicos domiciliarios vegetales y estiércol en el crecimiento de lechuga* [en línea] Vol. 12, n° 2, 2018. 2 s.l. [Fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. mayo-agosto 2018. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v12n2/2011-2173-rcch-12-02-464.pdf>

GUIZADO Gonzales, Mayron. Eficiencia de la gallinaza en la elaboración de compost mediante pilas dinámicas, a partir de los residuos orgánicos de la Universidad Peruana Unión. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: universidad Peruana Union, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2018.142 pp.

HERNANDEZ, Roberto, FERNADEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodologia de la Investigacion. 6.a ed. Mexico: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2017. 73 pp.
ISBN: 9781456223960

HUAMANI Heredia, Pablo. Evaluacion de la calidad del compost a base de residuos organicos provenientes de la poda de arboles de areas verdes y mercados del dsitrrio de San Borja. Tesis (Ingeniero Ambiental) LIMA : Universidad Tecnologica de Lima Sur, Facultad de Ingenieria y Gestión, 2019. 61 pp.

IMPACTO del Uso de Biofertilizantes a Base de Residuos Orgánicos. Recursos internet. Mexico: Web de Conciencia Tecnologica de Marin, David. [Fecha de Consulta: 23 de abril del 2021].
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7253417>

IMPROVING the sustainability of organic waste management practices in the food-energywater nexus: A comparative review of anaerobic digestion and composting por Lin, Long [et al]. [en linea]. 2018. [Fecha de consulta: 23 de abril del 2021].
Disponibile en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118301023>

INSTITUTO Nacional de Normalizacion (Chile). Norma Chilena de Compost NCh2880.Chile: Compost Calsificacion y Requisitos,2003. 3-27pp.

KINETICS of Biotic and Abiotic CO Production during the Initial Phase of Biowaste Composting por Dabrowska, Sylwia [et al]. [en linea]. 19 de octubre del 2020. [Fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/20/5451/htm>

Ley n° 27314. Diario Oficial el Peruano, Lima, Peru, 20 de julio de 2000.

Ley n° 28611. Diario Oficial el Peruano, Lima, Peru, 15 de octubre de 2005.

Ley n° 29332. Diario Oficial el Peruano, Lima, Peru, 21 de marzo de 2009.

LOW-COST automatic station for compost temperature monitoring [en linea]. Brasil: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2017 [fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/tp5z7XC4b6cF83fKWfjYTFk/?format=pdf&lang=en>
ISSN: 1807-1929

MACAS Torres, Gabriela. Uso de Compostaje como estrategia de gestión de residuos orgánicos ganaderos en mutile parroquia San Mateo-Esmeraldas. Tesis (Ingeniera en Gestión Ambiental). Ecuador : Pontificia Universidad Catolica del Ecuador, 2020.11 pp.

MALCHEVA, Boyka , YORDANOVA, Milena y NUSTOROVA, Maya. *Influence of Composting on the Microbiological*. [en línea], vol. LXIII, n° 1. [Fecha de consulta 23 abril del 2021]. Bulgaria : University of Forestry of Sofia, 2019. Disponible en: http://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2019/issue_1/Art89.pdf
ISSN 2285-5653

MANAGEMENT and use of organic solid waste during the period 2013-2016 at Universidad Nacional. [en línea] COSTA RICA : UNIVERSIDAD NACIONAL UNA, 2020. [fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/uniciencia/v34n1/2215-3470-uniciencia-34-01-60.pdf>
ISSN: 2215-3470

MEDINA Rita y VALDIVIA Laura. Análisis del aprovechamiento de los residuos sólidos municipales para la fabricación de productos fertilizantes naturales en la ciudad de Arequipa. Arequipa. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Católica San Pablo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, 2020. 5 pp.

MEJIAS, Laura et al. The effect of airflow rates and aeration mode on the respiration activity of our organic wastes: Implications on the composting process [en línea], El Server. julio 2017. [fecha de consulta: 23 de abril del 2021] .
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X17302428?via%3Dihub>

MELENDEZ, Nesli y SANCHEZ , Jhasely. Compostaje de residuos sólidos orgánicos utilizando microorganismos eficientes en el distrito de Cacatachi. Tesis (Ingeniero Ambiental). Tarapoto : Universidad Peruana la Union, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2019. 14 pp.

MINISTERIO del Ambiente , Programa de Incentivos la Mejora de la Gestión Municipal – Meta 3 Implementación de un Sistema Integrado de Manejo de Residuos Sólidos. Ministerio del Ambiente, marzo 2021. Disponible en: <https://sites.google.com/minam.gob.pe/dggrs/programa-de-incentivos-2021?authuser=3>.

MONROY, Andrés y PRADA , Laura . 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. Tesis (Ingeniero Ambiental y Saniatrio). Bogota: Universidad De La Salle, Facultad de Ingeniería, 2019. 14 pp.

MUNICIPALIDAD de Tiabaya. Decreto de Alcaldía N° 0004-2013-MDT, Arequipa: Manual de Organización y Funciones, 2013. 59 pp.

MUNICIPALIDAD de Tiabaya. Ordenanza Municipal 274-2016-MDT. Arequipa: Sub Gerencia de Medio Ambiente, 2016. 1-3 pp.

OLAVE Choquehuanca, Joel. Tratamiento de los Residuos Sólidos Domiciliarios Generados en el Asentamiento Humano Villa Alejandro Etapa III Distrito de Lurín, Utilizando la Técnica de Compostaje y Generación de Microorganismos Benéficos como Aceleradores de Descomposición. Trabajo de suficiencia (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Facultad de Ingeniería y Gestión, 2019. 9 y 77 pp.

ORGANIC waste Buyback as a viable Method to Enhance Sustainable Municipal Solid Waste Management in Developing Countries. [en línea]. USA: International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. [fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/11/2483>

PILLCO Mamani, Katia. Evaluación del proceso de compostaje de residuos orgánicos, aplicando microorganismos eficaces. Tesis (Licenciada en Biología). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Biológicas, 2020. 13 pp.

PRODUCTION of organic compost from different plant waste generated in the management of a green urban space. [en línea]. Brasil: Universidade Federal do Ceará, 2018 [fecha de consulta: 23 de abril del 2021].

Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rca/a/8WKKp3Tg9qnGVqXzy6KxvJy/?format=pdf&lang=en>

REVISTA Effects of technical factors towards achieving the thermophilic temperature stage in composting process and the benefits of closed reactor system compared to conventional method – a mini review [en línea]. Malasia: Universiti Kebangsaan Malaysia, 2019. [fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en:

https://www.epa.hu/02500/02583/00060/pdf/EPA02583_applied_ecology_2019_4_99799996.pdf

ISSN: 1785-0037

REVISTA El Server [en línea]. Estados Unidos: 2017 [fecha de consulta: 23 de abril del 2022].

Disponible en: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/178408/2-s2.0-84994824057.pdf?sequence=1>

ISSN: 0959-6526

REVISTA de Bistua de Facultad de ciencias Basicas. [en línea]. Colombia: Universidad de Pamplona, [fecha de consulta: 23 de abril del 2021]. Disponible en:

https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/3203/1719

ROMAN, Pilar , MARTINEZ , Maria y PANTOJA, ALBERTO. Manual de compostaje del agricultor. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013. 25, 27, 47 pp.

SARAN, Luciana, et al. Freshwater quality of a stream in agricultural area where organic compost from animal and vegetable wastes is used. [en línea] 2017. [fecha de consulta: 23 de marzo del 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/WDVY8g4mN7MvVPjRv99pF5v/?lang=en>

SUNI Torres, Lucia. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compostaje del mercado Mayorista Metropolitano Río Seco – La Parada. Cerro Colorado. Arequipa. Tesis (Maestra en Ciencias). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Escuela de Posgrado, 2018. 133 pp.

SUPO, Jose. Criterios para elegir una prueba estadística. [en línea]. Peru, 2017. [fecha de consulta: 30 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=gPNUKsKz4mw>.

UTAMA, Diana, GOFAR, Nuni y AIDIL, Nurul. *The Population of Bacteria and CO2 Release on Process of Composting Manure and Swamp Grass*. [en línea] Indonesia : Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, 2017. Vol. 2, n° 1, 31-15. [fecha de consulta: 23 de abril del 2021].

Disponible en: <http://ojs.pps.unsri.ac.id/index.php/ppsunsri/article/view/37/25>
ISSN: 2527-3809

USE of dregs from fat and Residuary oil purification in Composting por De Rezende, Fabiana , [et al]. Brasil: Universidad Federal de Lavras, , vol. 10, no 01. 1-13. [fecha de consulta: 23 de abril del 2021], julio 2017. Disponible en : <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/100/47>
ISSN:1981-4127

VARGAS Ayala, Ariane. Optimización de mecanismos de aireación para la producción de compost a partir de residuos orgánicos municipales. Trabajo de investigación (Bachiller en Ingeniería Ambiental) Lima: Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Ambientales, 2021. 3 pp.

ANEXOS

• Anexo 1: Matriz de Operacionalización

| Optimización del Proceso de Compostaje de los Residuos Orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|----------------------------|---------------------------|--|-----|
| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES | | | | | | |
| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION | |
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | | | | | | | |
| ¿De qué manera se optimizara el proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya? | Determinar el efecto de la optimización del proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya. | Existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya | Variable 1: Proceso de Compostaje | Consiste en la transformación aerobia de la materia orgánica por parte de diferentes tipos de agentes microbianos como bacterias y hongos; donde los factores físico químicos y biológicos que influyen sobre su metabolismo, con el objetivo de acelerar la descomposición de los residuos utilizados para la obtención de un producto estable de calidad biológica y química. Bohórquez (2019). | Para la realización de los controles a fin de lograr la optimización del proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes, se realizó el diseño de pilas de volteo, se controló los parámetros fisicoquímicos, y microbiológicos basado en el diseño experimental puro con post prueba únicamente y un grupo de control, donde se realiza la manipulación de la variables será en dos niveles: presencia y ausencia de cal y ceniza, para lo cual la pila N°1 recibe el tratamiento tradicional y la pila 2 recibe el tratamiento tradicional más la adición de ceniza y roca fosfórica, se realiza el análisis de laboratorio a ambas pilas para determinar la más óptima, según la Norma Chilena para el control de la calidad del compost. | PARAMETROS FISICOQUIMICOS | Humedad | % | |
| | | | | | | | | Color | - |
| | | | | | | | | Olor | - |
| | | | | | | | | Temperatura | %°C |
| | | | | | | | pH | Acidez, neutro y alcalinidad | |
| | | | | | | | Aireación y/o oxigenación | Frecuencia de volteos | |
| | | | | | | | Relación C: N | ds/m' | |
| | | | | | | | Conductividad eléctrica | ms/cm | |
| | | | | | | PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS | Coliformes fecales | NMP de Análisis de laboratorio | |
| | | | | | | | | Salmonella sp | NMP |
| | | | | | | | | Nitrógeno, fosforo Potasio Calcio Magnesio Material orgánico | % |

| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | PRUEBA DE HIPOTESIS | | | | Características físicas | Tamaño de partícula | mm |
|---|---|--|--------------------------------|---|---|-------------------------|---|----|
| ¿Cómo se desarrolla la optimización del proceso de compostaje de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya? | Realizar el seguimiento y control de la optimización del proceso de compostaje de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya | Hipótesis nula; No existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya. | Variable 2: Residuos orgánicos | Cachay (2018) define a los residuos orgánicos como los restos de origen biológico (animal o vegetal) que se degradan de forma natural, donde a través de un seguimiento óptimo puede reutilizarse para el tratamiento de suelos y abonos (compost, humus, otros). | Se realizó la recolección de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes de la entidad. | Residuo orgánico | Residuos orgánicos frescos, poda de árboles, pasto, estiércol vacuno, Ceniza Roca fosfórica | - |
| ¿Cuáles son los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del compost logrado en las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya? | Analizar los parámetros físicoquímicos y biológicos del compost logrado de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya. | Hipótesis alterna: Si existe efecto significativo de la optimización del proceso de compostaje de las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya. | | | | | | |
| ¿Cómo es la calidad del compost logrado en las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya? | Determinar la calidad del compost logrado en las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya. | las pilas de tratamiento de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de Tiabaya. | | | | | | |

- Anexo 2 : Memoria Fotográfica de Proceso de Compostaje

Imagen 01: Acopio de residuos de corte de pasto



Imagen 02: Acopio de residuos de poda de arboles



Imagen 03: Picado de residuos de poda de árboles con trituradora - chipiadora



Imagen 04: Recolección y acopio de material orgánico triturado



Imagen 05: Armado de Pilas con residuos de poda de árboles y corte de pasto



Imagen 06: Armado de pila y adición de ceniza



Imagen 07: Adición de agua a pilas en proceso de compostaje-Fase mesofila



Imagen 08: Tapado de pila 1 y Pila 2



*Imagen 09 y 10: Proceso de descomposición de pilas de compostaje-
Fas termofila*

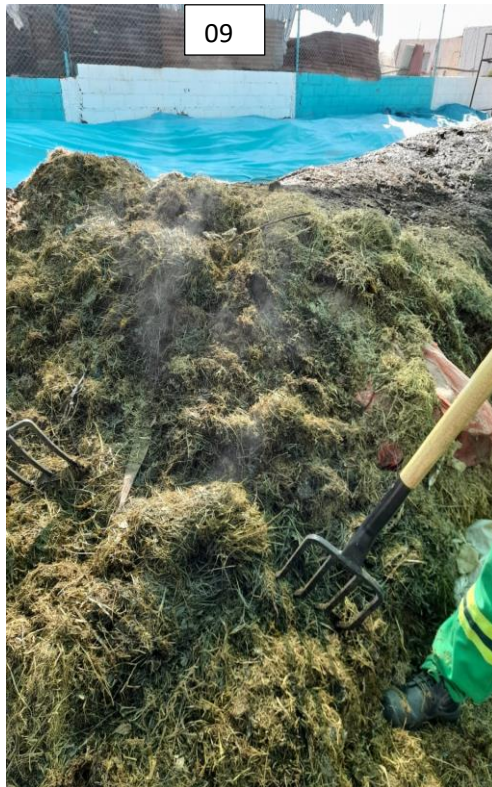


Imagen 11: Toma de medidas de camas de compostaje



Imagen 12: Toma de temperatura en pilas de compostaje



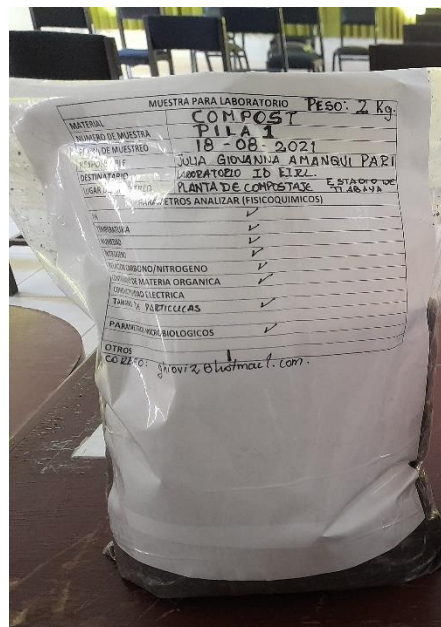
Imagen 13 y 14: Volteo manual de pilas de en proceso de compostaje



Imagen 15: Pesado de muestras para envío a laboratorio de análisis



Imagen 16: Rotulado y embolsado de toma de muestra para envío a laboratorio



MUESTRA PARA LABORATORIO PESO: 2 Kg.
MATERIAL COMPOST
NUMERO DE MUESTRA PILA 1
FECHA DE MUESTREO 18-08-2021
COLECTOR J. JULIA GIOVANNA AMANGUI PARI
DESTINATARIO LABORATORIO ID BIZ...
LUGAR PLANTA DE COMPOSTAJE ESTACION TIABANA
OTROS ANALIZAR (FISICOQUIMICOS)
TEMPERATURA ✓
PH ✓
MATERIA ORGANICA ✓
MATERIA ORGANICA VOLATIL ✓
MATERIA ORGANICA ESTABILIZADA ✓
MATERIA ORGANICA ESTABILIZADA Y PLETICIDAS ✓
PARAMEOS BIOLÓGICOS ✓
OTROS
CODIGO: 810712 Biotmael.com

Imagen 17: Zarandeo de compost



Imagen 18: Embolsado de compost



- **Anexo 4:** Seguimiento de los parámetros del proceso de Compostaje

Tabla 1. Evolución de la Temperatura de la PILA 1

| Seguimiento en Campo: Parámetros Fisicoquímicos | | | |
|---|---------------|-----------------------------|----------------|
| Procedimiento realizado por: | | JULIA GIOVANNA AMANQUI PARI | |
| Área: GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES | | | |
| Pruebas de Compostaje | | | |
| FECHA | NRO DE VOLTEO | PILA DE COMPOSTAJE | TEMPERATURA °C |
| 24/03/2021 | 0 | PILA 1 | 23 |
| 31/03/2021 | 1 | | 38 |
| 7/04/2021 | 2 | | 45 |
| 14/04/2021 | 3 | | 51.5 |
| 21/04/2021 | 4 | | 53.2 |
| 28/04/2021 | 5 | | 54 |
| 5/05/2021 | 6 | | 52.5 |
| 12/05/2021 | 7 | | 50 |
| 19/05/2021 | 8 | | 49.8 |
| 26/05/2021 | 9 | | 48.6 |
| 2/06/2021 | 10 | | 48 |
| 9/06/2021 | 11 | | 47.5 |
| 16/06/2021 | 12 | | 47 |
| 23/06/2021 | 13 | | 46.8 |
| 30/06/2021 | 14 | | 43.2 |
| 7/07/2021 | 15 | | 42.4 |
| 14/07/2021 | 16 | | 41.6 |
| 21/07/2021 | 17 | | 40.5 |
| 28/07/2021 | 18 | | 40 |
| 4/08/2021 | 19 | | 39.3 |
| 11/08/2021 | 20 | | 37.5 |
| 18/08/2021 | 21 | | 35.4 |
| 25/08/2021 | 22 | | 33 |
| 1/09/2021 | 23 | | 32.7 |
| 8/09/2021 | 24 | | 32 |
| 15/09/2021 | 25 | | 27 |
| 22/09/2021 | 26 | 25.3 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 2: Evolución de la Temperatura de la PILA 2

| Seguimiento en Campo: Parámetros Fisicoquímicos | | | |
|--|---------------|-----------------------------|----------------|
| Procedimiento realizado por: | | JULIA GIOVANNA AMANQUI PARI | |
| Área: GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES | | | |
| Pruebas de Compostaje | | | |
| FECHA | NRO DE VOLTEO | PILA DE COMPOSTAJE | TEMPERATURA °C |
| 31/03/2021 | 0 | PILA 2 | 24.5 |
| 7/04/2021 | 1 | | 40 |
| 14/04/2021 | 2 | | 48.6 |
| 21/04/2021 | 3 | | 54.9 |
| 28/04/2021 | 4 | | 62.3 |
| 5/05/2021 | 5 | | 64.6 |
| 12/05/2021 | 6 | | 61 |
| 19/05/2021 | 7 | | 60 |
| 26/05/2021 | 8 | | 56 |
| 2/06/2021 | 9 | | 54.3 |
| 9/06/2021 | 10 | | 51 |
| 16/06/2021 | 11 | | 49.8 |
| 23/06/2021 | 12 | | 46.2 |
| 30/06/2021 | 13 | | 45.6 |
| 7/07/2021 | 14 | | 45 |
| 14/07/2021 | 15 | | 43 |
| 21/07/2021 | 16 | | 42.3 |
| 28/07/2021 | 17 | | 40 |
| 4/08/2021 | 18 | | 38 |
| 11/08/2021 | 19 | | 31 |
| 18/08/2021 | 20 | 25 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 3: Evolución del pH de la PILA 1

| Seguimiento en Campo: Parámetros Fisicoquímicos | | | |
|--|---------------|-----------------------------|-----|
| Procedimiento realizado por: | | JULIA GIOVANNA AMANQUI PARI | |
| Área: GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES | | | |
| Pruebas de Compostaje | | | |
| FECHA | NRO DE VOLTEO | PILA DE COMPOSTAJE | PH |
| 24/03/2021 | 0 | PILA 1 | 7.8 |
| 31/03/2021 | 1 | | 6 |
| 7/04/2021 | 2 | | 6.2 |
| 14/04/2021 | 3 | | 6.2 |
| 21/04/2021 | 4 | | 6.8 |
| 28/04/2021 | 5 | | 7.2 |
| 5/05/2021 | 6 | | 7.2 |
| 12/05/2021 | 7 | | 7.8 |
| 19/05/2021 | 8 | | 8.4 |
| 26/05/2021 | 9 | | 8.4 |
| 2/06/2021 | 10 | | 8.4 |
| 9/06/2021 | 11 | | 8.4 |
| 16/06/2021 | 12 | | 8.4 |
| 23/06/2021 | 13 | | 8.4 |
| 30/06/2021 | 14 | | 9 |
| 7/07/2021 | 15 | | 8.4 |
| 14/07/2021 | 16 | | 8.4 |
| 21/07/2021 | 17 | | 8.4 |
| 28/07/2021 | 18 | | 7.8 |
| 4/08/2021 | 19 | | 7.8 |
| 11/08/2021 | 20 | | 7.8 |
| 18/08/2021 | 21 | | 7.8 |
| 25/08/2021 | 22 | | 7.8 |
| 1/09/2021 | 23 | | 7.8 |
| 8/09/2021 | 24 | | 7.8 |
| 15/09/2021 | 25 | | 7.8 |
| 22/09/2021 | 26 | 7.8 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 4: Evolución del pH de la PILA 2

| Seguimiento en Campo: Parámetros Fisicoquímicos | | | |
|--|-----------------------------|--------------------|-----|
| Procedimiento realizado por: | JULIA GIOVANNA AMANQUI PARI | | |
| Área: GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES | | | |
| Pruebas de Compostaje | | | |
| FECHA | NRO DE VOLTEO | PILA DE COMPOSTAJE | PH |
| 31/03/2021 | 0 | PILA 2 | 7.8 |
| 7/04/2021 | 1 | | 7.2 |
| 14/04/2021 | 2 | | 6.2 |
| 21/04/2021 | 3 | | 6.2 |
| 28/04/2021 | 4 | | 6.8 |
| 5/05/2021 | 5 | | 7.8 |
| 12/05/2021 | 6 | | 7.8 |
| 19/05/2021 | 7 | | 8.4 |
| 26/05/2021 | 8 | | 8.4 |
| 2/06/2021 | 9 | | 9 |
| 9/06/2021 | 10 | | 9 |
| 16/06/2021 | 11 | | 8.4 |
| 23/06/2021 | 12 | | 9 |
| 30/06/2021 | 13 | | 8.4 |
| 7/07/2021 | 14 | | 7.8 |
| 14/07/2021 | 15 | | 7.8 |
| 21/07/2021 | 16 | | 7.8 |
| 28/07/2021 | 17 | | 7.8 |
| 4/08/2021 | 18 | | 7.2 |
| 11/08/2021 | 19 | | 7.2 |
| 18/08/2021 | 20 | 7.2 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Evolución de la humedad de PILA 1

| Seguimiento en Campo: Parámetros Fisicoquímicos | | | |
|--|---------------|-----------------------------|----------|
| Procedimiento realizado por: | | JULIA GIOVANNA AMANQUI PARI | |
| Área: GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES | | | |
| Pruebas de Compostaje | | | |
| FECHA | NRO DE VOLTEO | PILA DE COMPOSTAJE | %HUMEDAD |
| 24/03/2021 | 0 | PILA 1 | 60 |
| 31/03/2021 | 1 | | 59 |
| 7/04/2021 | 2 | | 57 |
| 14/04/2021 | 3 | | 56 |
| 21/04/2021 | 4 | | 55 |
| 28/04/2021 | 5 | | 55 |
| 5/05/2021 | 6 | | 55 |
| 12/05/2021 | 7 | | 54 |
| 19/05/2021 | 8 | | 54 |
| 26/05/2021 | 9 | | 52 |
| 2/06/2021 | 10 | | 51 |
| 9/06/2021 | 11 | | 50 |
| 16/06/2021 | 12 | | 48 |
| 23/06/2021 | 13 | | 48 |
| 30/06/2021 | 14 | | 46 |
| 7/07/2021 | 15 | | 45 |
| 14/07/2021 | 16 | | 44 |
| 21/07/2021 | 17 | | 44 |
| 28/07/2021 | 18 | | 43 |
| 4/08/2021 | 19 | | 43 |
| 11/08/2021 | 20 | | 41 |
| 18/08/2021 | 21 | | 40 |
| 25/08/2021 | 22 | | 40 |
| 1/09/2021 | 23 | | 39 |
| 8/09/2021 | 24 | | 39 |
| 15/09/2021 | 25 | | 38 |
| 22/09/2021 | 26 | 38 | |

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Evolución de la humedad de PILA 2

| Seguimiento en Campo: Parámetros Fisicoquímicos | | | |
|--|---------------|-----------------------------|----------|
| Procedimiento realizado por: | | JULIA GIOVANNA AMANQUI PARI | |
| Área: GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES | | | |
| Pruebas de Compostaje | | | |
| FECHA | NRO DE VOLTEO | PILA DE COMPOSTAJE | %HUMEDAD |
| 31/03/2021 | 0 | PILA 2 | 62 |
| 7/04/2021 | 1 | | 60 |
| 14/04/2021 | 2 | | 58 |
| 21/04/2021 | 3 | | 58 |
| 28/04/2021 | 4 | | 56 |
| 5/05/2021 | 5 | | 55 |
| 12/05/2021 | 6 | | 54 |
| 19/05/2021 | 7 | | 53 |
| 26/05/2021 | 8 | | 50 |
| 2/06/2021 | 9 | | 49 |
| 9/06/2021 | 10 | | 48 |
| 16/06/2021 | 11 | | 46 |
| 23/06/2021 | 12 | | 45 |
| 30/06/2021 | 13 | | 43 |
| 7/07/2021 | 14 | | 42 |
| 14/07/2021 | 15 | | 42 |
| 21/07/2021 | 16 | | 41 |
| 28/07/2021 | 17 | | 41 |
| 4/08/2021 | 18 | | 40 |
| 11/08/2021 | 19 | | 39 |
| 18/08/2021 | 20 | 38 | |

Fuente: elaboración propia

• **Anexo 5:** Resultados de Análisis de Laboratorio PILA 1

Laboratorio
Análisis Biológicos,
Veterinarios y Agrícolas
Majes - Arequipa



Cliente : Julia Giovanna Amanqui Pari
R.U.C. :-
Dirección: Tiabaya – Arequipa – Arequipa
Ensayo : Análisis en Abonos Orgánicos
Fecha : miércoles, 22 de Setiembre de 2021



PRODUCTO DECLARADO : Abono Orgánico Sólido – Compost
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Compost
CODIFICACIÓN/MARCA : Compost – Pila 1
PROCEDENCIA : Planta de Compostaje – Estadio de Tiabaya – Arequipa – Arequipa
CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA : 1 muestra de 2 Kg aproximadamente
PRESENTACIÓN, ESTADO Y : En bolsa Ziplock nueva
CONDICIÓN
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : No corresponde
REGISTRO DE MUESTREO N° : No corresponde
FECHA Y HORA DEL MUESTREO : No especificada
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Muestra recibida en el Laboratorio (Empaque del Cliente)
MUESTRA
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica
FECHA DE RECEPCIÓN : 22 de setiembre de 2021

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, Laboratorio i+D no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El período de custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la muestra.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización de Laboratorio i+D.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayos.

Resultados de Análisis de Laboratorio PILA 1



Cliente : Julia Giovanna Amanqui Pari
 R.U.C. :-
 Dirección: Tiabaya – Arequipa – Arequipa
 Ensayo : Análisis en Abonos Orgánicos
 Fecha : miércoles, 22 de Setiembre de 2021

RESULTADOS

| PARAMETROS FISICOQUÍMICOS | UNIDADES | RESULTADO |
|--------------------------------|----------|-----------|
| pH (1:5) | - | 8.26 |
| Conductividad. Eléctrica (1:5) | mS/cm | 8.106 |
| Humedad | % | 38.81 |
| Partículas menores a 1.5 mm | % | 59.04 |
| Partículas entre 1.5 - 5 mm | % | 23.88 |
| Partículas entre 5 - 15 mm | | 15.95 |
| Partículas mayores a 15 mm | % | 1.13 |
| Nitrógeno | % | 1.47 |
| Fósforo Total | % | 1.08 |
| Fósforo Soluble (en extracto) | mg/L | 3.8 |
| Potasio Disponible | % | 1.69 |
| Materia Orgánica | % | 39.81 |
| Relación: C/N | - | 15.71 |
| Calcio | % | 2.37 |
| Magnesio | % | 0.72 |

| PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS | UNIDADES | RESULTADO |
|---|--------------------|-----------|
| Recuento de Coliformes Totales | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 |
| Recuento de Coliformes Termotolerantes | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 |
| Recuento de <i>Escherichia coli</i> | NMP/g a 44.5 °C | <1.8 |
| Determinación de <i>Salmonella</i> | Presencia/25 g | Ausencia |
| Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. | N° Org/g | 0 |
| Determinación de Nemátodos Parásitos | Ind/Kg | 0 |

Resultados de Análisis de Laboratorio PILA 1



Cliente : Julia Giovanna Amanqui Pari

R.U.C. : -

Dirección: Tiabaya – Arequipa – Arequipa Ensayo
: Análisis en Abonos Orgánicos

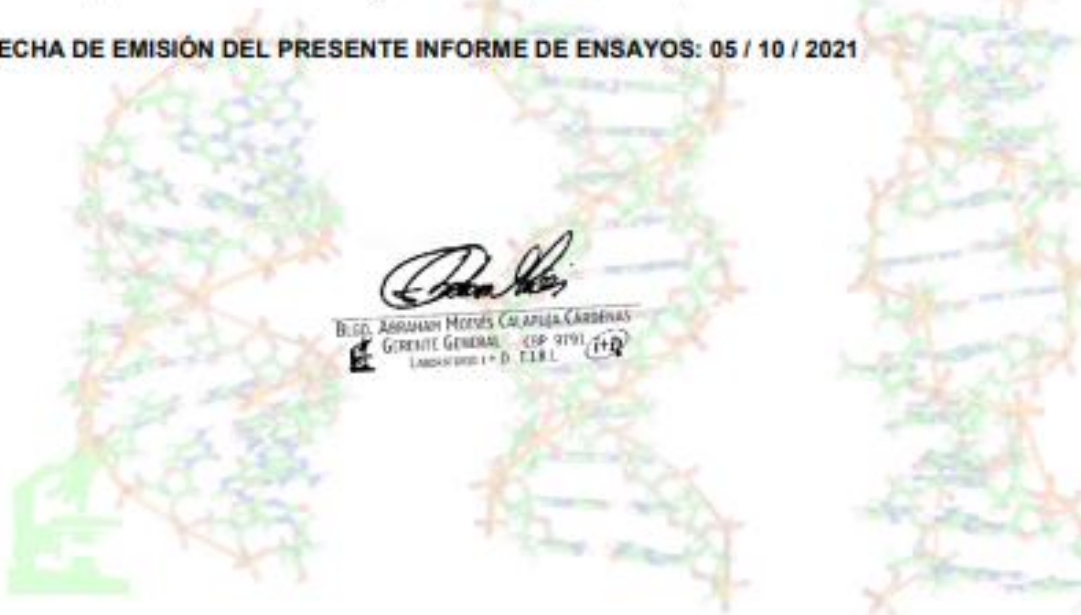
Fecha : miércoles, 22 de Setiembre de 2021

FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: 22 / 08 al 05/10 del 2021

NOTAS IMPORTANTES:

- Laboratorio i+D no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características puedan variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos es Válido por 30 días a partir de la fecha de emisión.

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 05 / 10 / 2021



Anexo: Resultados de Análisis de Laboratorio PILA 2

Laboratorio
*Análisis Biológicos,
Veterinarios y Agrícolas*
Majes - Arequipa



Ciente : Julia Giovanna Amanqui Pari
R.U.C. : -
Dirección: Tiabaya – Arequipa – Arequipa
Ensayo : Análisis en Abonos Orgánicos
Fecha : miércoles , 18 de agosto de 2021



| | | |
|---------------------------------------|---|---|
| PRODUCTO DECLARADO | : | Abono Orgánico Sólido – Compost |
| DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO | : | Compost |
| CODIFICACIÓN/MARCA | : | Compost – Pila 2 |
| PROCEDENCIA | : | Planta de Compostaje – Estadio de Tiabaya – Arequipa – Arequipa |
| CANTIDAD DE MUESTRA RECIBIDA | : | 1 muestra de 2 Kg aproximadamente |
| PRESENTACIÓN, ESTADO Y | : | En bolsa Ziplock nueva |
| CONDICIÓN | : | |
| PROCEDIMIENTO DE MUESTREO | : | No corresponde |
| REGISTRO DE MUESTREO N° | : | No corresponde |
| FECHA Y HORA DEL MUESTREO | : | No especificada |
| CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA | : | Muestra recibida en el Laboratorio (Empaque del Cliente) |
| MUESTRA | : | |
| PERÍODO DE CUSTODIA | : | No aplica |
| FECHA DE RECEPCIÓN | : | 18 de agosto del 2021 |

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la muestra analizada.
- No deben inferirse a la muestra otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, Laboratorio i+D no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- El periodo de custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la muestra.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización de Laboratorio i+D.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda anula el presente Informe de Ensayos.

Resultados de Análisis de Laboratorio PILA 2

Laboratorio
Análisis Biológicos,
Veterinarios y Agrícolas
Majes - Arequipa



Cliente : Julia Giovanna Amanqui Pari
R.U.C. : -
Dirección: Tiabaya – Arequipa – Arequipa
Ensayo : Análisis en Abonos Orgánicos
Fecha : miércoles, 18 de agosto de 2021

RESULTADOS

| PARAMETROS FISICOQUÍMICOS | UNIDADES | RESULTADO |
|--------------------------------|----------|-----------|
| pH (1:5) | - | 7.52 |
| Conductividad. Eléctrica (1:5) | mS/cm | 6.142 |
| Humedad | % | 37.22 |
| Partículas menores a 1.5 mm | % | 35.85 |
| Partículas entre 1.5 - 5 mm | % | 50.77 |
| Partículas entre 5 - 15 mm | | 13.21 |
| Partículas mayores a 15 mm | % | 0.17 |
| Nitrógeno | % | 1.39 |
| Fósforo Total | % | 0.98 |
| Fósforo Soluble (en extracto) | mg/L | 4.9 |
| Potasio Disponible | % | 1.55 |
| Materia Orgánica | % | 35.76 |
| Relación: C/N | % | 20.74 |
| Calcio | - | 14.92 |
| Magnesio | % | 1.91 |

| PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS | UNIDADES | RESULTADO |
|---|---------------|-----------|
| Recuento de Coliformes Totales | NMP/g a | <1.8 |
| | 44.5 °C | |
| Recuento de Coliformes Termotolerantes | NMP/g a | <1.8 |
| | 44.5 °C | |
| Recuento de <i>Escherichia coli</i> | NMP/g a | <1.8 |
| | 44.5 °C | |
| Determinación de <i>Salmonella</i> | Presencia/25g | 0 |
| Huevos y larvas de Helminthos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. | N° Org/g | 0 |
| Determinación de Nemátodos Parásitos | Ind/Kg | 0 |

Resultados de Análisis de Laboratorio PILA 2



Cliente : Julia Giovanna Amanqui Pari

R.U.C. : -

Dirección: Tiabaya-Arequipa – Arequipa

Ensayo : Análisis en Abonos Orgánicos Fecha
: miércoles, 18 de agosto de 2021

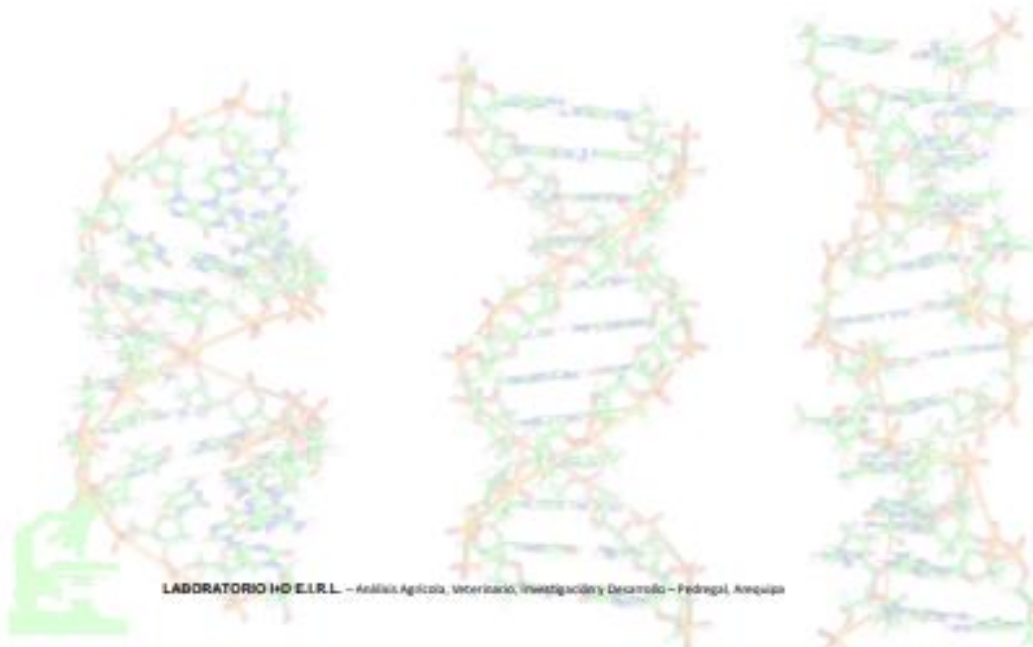
FECHA DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS: 18/ 08 al 06/09 del 2021

NOTAS IMPORTANTES:

- Laboratorio i+D no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características puedan variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos es Válido por 30 días a partir de la fecha de emisión.

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 06/ 09/ 2021


B.L.D. ARMANDO MOISÉS CALAPEZA CÁRDENAS
GERENTE GENERAL COP 0701
LABORATORIO i+D E.I.R.L. 



- **Anexo 6:** Carta remitida a la Municipalidad Distrital de Tiabaya para realizar trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SEÑOR:
MIGUEL ANGEL CUADROS PAREDES
ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL TIABAYA, AREQUIPA

ATENCION: GERENCIA DE SERVICIOS COMUNALES



Yo, Julia Giovanna Amanqui Pari, identificada con el DNI N° 42130040, con domicilio en el Pueblo Joven 8 de Diciembre Mz C, Lote 10 -Tiabaya, teniendo como asesor de la carrera de Ingeniería Ambiental al Mgtr. Samuel Carlos Reyna Mandujano, con código ORCID 0000-0002-0750-2877 de la Universidad Cesar Vallejo.

Ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo:

Que, habiendo obtenido el grado bachiller de la carrera profesional de **INGENIERÍA AMBIENTAL**, siendo tesista de la Universidad Cesar Vallejo, solicito a usted permiso para realizar mi trabajo de Investigación titulado **“Optimización del Proceso de Compostaje de los Residuos Orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito Tiabaya”** y acceso a la misma con fines de obtener información que me permita desarrollar el proyecto de Investigación mencionado, dichos datos serán usados con fines netamente académicos para el trabajo de investigación y poder optar el grado de **Ingeniera Ambiental**, por lo que realizare las visitas por un tiempo estimado de 4 meses a las instalaciones respectivas de su entidad, para obtener la información que me permita completar el proyecto de grado sobre el tema de investigación.

Así mismo agradeciendo anticipadamente su apoyo adiciono que, este estudio contribuirá como antecedente de propuestas y estudios para mejorar la gestión de los residuos del distrito e impactará en dicha organización positivamente.

POR LO EXPUESTO

Arequipa, 22 de marzo del 2021


Julia Giovanna Amanqui Pari
DNI N°: 42130040

- **Anexo 7:** Declaración Jurada de confidencialidad y reserva de información



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DECLARACIÓN JURADA DE CONFIDENCIALIDAD Y RESERVA DE INFORMACIÓN

Yo, Julia Giovanna Amanqui Pari, identificado con DNI N° 42130040, con domicilio fiscal en el pueblo Joven 8 de Diciembre C-10 Tiabaya, en calidad de tesista de la Universidad Cesar Vallejo con grado de bachiller de la carrera profesional de **INGENIERÍA AMBIENTAL**.

Declaro bajo juramento:

Tener el total compromiso de asegurar el respeto al ser humano y a su entorno basando mis criterios en la corriente bioética de los principios. Asegurando que la metodología de recolección de datos no representa riesgo alguno para los involucrados siendo acordes al principio de no maleficencia.

Aseverando que el único fin es el de generar conocimiento científico útil y precedente de estudios basados en el principio de beneficencia. Y siguiendo métodos de estudio ya establecidos y no direccionados respetando el principio de justicia.

Por ello, me comprometo a guardar reserva, confidencialidad y anonimato de los involucrados, salvaguardando su integridad y privacidad, por lo que la información que se me otorgue será utilizada netamente en la investigación, y me comprometo; por ello, a no informar, publicar, registrar o comunicar, total o parcialmente, por cualquier medio, el contenido de los documentos recibidos.

Además, me comprometo a adoptar las medidas de seguridad y bioseguridad necesarias con la diligencia debida, para evitar que toda o parte de la información sean observadas, reproducidas o manipuladas por personas no autorizadas al desarrollo de la investigación autorizado; caso contrario asumiré la responsabilidad de las consecuencias legales y administrativas por el incumplimiento de estas medidas, falta ética o mala conducta en investigación antes y durante de la ejecución del mismo.

Por lo tanto declaro que los datos contenidos en esta declaración jurada son verdaderos sometiéndome a las sanciones respectivas en caso de comprobarse falsedad o incumplimiento del compromiso.

Arequipa, 22 de marzo del 2021.

Firma:

Nombre y Apellidos: Julia Giovanna Amanqui Pari
DNI N° : 42130040

- **Anexo 8:** Autorización otorgada para el desarrollo de la investigación



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tiabaya 22 de marzo del 2021

OFICIO N°0027-2021-MDT/GSC

JULIA GIOVANNA AMANQUI PARI
PP.JJ. 8 DE DICIEMBRE C-10 TIABAYA

Presente. -

ASUNTO: AUTORIZACION PARA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACION

Es grato dirigirme a usted a nombre de la Gerencia de Servicios Comunes unidad orgánica de la Municipalidad Distrital de Tiabaya, en atención a la Carta S/N en el cual solicita permiso para realizar el trabajo de investigación titulado: "**Optimización del Proceso de Compostaje de los Residuos Orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito Tiabaya**".

Al respecto se autoriza y brinda el permiso respectivo para los fines académicos de la investigación referida, comprendidos en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto del año en curso en las instalaciones del Estadio Municipal de Tiabaya –PLANTA DE COMPOSTAJE, ubicado en la Calle Atahualpa esquina con la calle J. Lorenzo Ballón, así como visitas a los puntos de acopio de residuos sólidos, entre otros espacios requeridos y relacionados a la investigación.

Sin otro particular agradecemos la iniciativa de dicha investigación que servirá como antecedente para los estudiantes del Distrito de Tiabaya y población en general.

Atentamente.

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE TIABAYA

Ing. Giovanna Nuñez Covales
GERENTE DE SERVICIOS COMUNALES