



**Universidad César Vallejo**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**Uso de Microorganismos Eficientes de Montaña y Roca Fosfórica**  
**en el Compostaje de Residuos Sólidos de Mercado Huayco-**  
**Tarapoto 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORES:**

Correa Garay, Juan Carlos (ORCID: 0000-0002-6693-9171)

Romero Velasco, Heidy Esmeralda (ORCID: 0000-0001-6107-428X)

**ASESORA:**

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (ORCID: 0000-0002-9965-9678)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TARAPOTO – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de tesis está dedicado a mi padre, que en vida me dio la oportunidad de superarme profesionalmente, a mi madre, que, gracias a su amor y apoyo, me impulsa a ser persistente en el cumplimiento de metas y superación personal y a mis hermanos por brindarme fortaleza para seguir adelante.

Juan Carlos Correa Garay.

Dedico este proyecto de tesis a mi familia, por ser mi mayor motivación para cumplir cada meta trazada.

Heidy Esmeralda Romero Velasco.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mis padres, a mis hermanos, a mis asesores(as), y a mi compañera de tesis, que, etapa tras etapa hemos continuado a paso firme con la realización del presente proyecto de investigación, con el fin de superarnos en la carrera como ingenieros ambientales.

Juan Carlos Correa Garay.

Haber desarrollado éste proyecto ha sido todo un reto y no hubiera sido posible sin el apoyo de muchas personas, por ello mi profundo agradecimiento a: mis distinguidos y distinguidas asesores/as, por todo el apoyo, orientación, paciencia y enseñanzas brindadas; a mi adorada mamá y a mi papá por cumplir el rol más importante de sus vida, educarme e inculcar en mí una profesión; a mi pareja por el apoyo incondicional y comprensión total, día a día en todo este difícil proceso; a mis admirables hermanas por apoyar siempre mis decisiones; y a mi compañero de tesis por confiar en mí para formar equipo y escalar juntos un peldaño más en nuestra vida profesional.

Heidy Esmeralda Romero Velasco.

## Índice de Contenidos

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo .....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos .....	32
IV. RESULTADOS .....	33
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES.....	66
VII. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIA.....	68
ANEXOS .....	78

## Índice de Tablas

Tabla 01. Ficha de registro de campo .....	24
Tabla 02. Métodos de análisis.....	24
Tabla 03. Configuración Experimental. Fuente: elaboración propia .....	29
Tabla 04. Disposición de los ensayos experimentales .....	30
Tabla 05: Análisis de pH, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.....	33
Tabla 06: Análisis de pH, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.....	33
Tabla 07: Análisis de CE, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.....	34
Tabla 08: Análisis de CE, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.....	34
Tabla 09: Análisis de temperatura (°C), cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.....	34
Tabla 10: Análisis de temperatura (°C), cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.....	35
Tabla 11: Análisis de materia orgánica, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.....	35
Tabla 12: Análisis de materia orgánica, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.....	36
Tabla 13: Análisis de Humedad, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.....	36
Tabla 14: Análisis de Humedad, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.....	36
Tabla 15: Análisis de Ceniza, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.....	37
Tabla 16: Análisis de Ceniza, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.....	37
Tabla 17: Análisis de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , cada 15 días por 60 días.....	38
Tabla 18: Análisis de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> cada 15 días por 60 días .....	38
Tabla 19: Análisis de relación C/N cada 15 días por 60 días .....	39
Tabla 20: Análisis de Coliformes totales, cada 30 días 1ra. Réplica.....	39
Tabla 21: Análisis de Coliformes totales, cada 30 días 2da. Réplica.....	40
Tabla 22: Análisis de <i>Escherichia coli</i> , cada 30 días 1ra. Réplica.....	40
Tabla 23: Análisis de <i>Escherichia coli</i> , cada 30 días 2da. Réplica.....	41
Tabla 24: pH para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	48
Tabla 25: Conductividad eléctrica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	49
Tabla 26: Temperatura para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica .....	50
Tabla 27: Materia orgánica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	51

Tabla 28: Humedad para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica .....	52
Tabla 29: Ceniza para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	53
Tabla 30: $\text{NH}_4^+$ Amonio para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica .....	55
Tabla 31: $\text{NO}_3^-$ nitrato para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	56
Tabla 32: C/N para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	57
Tabla 33: <i>Coliformes totales</i> para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica .....	58
Tabla 34: <i>Escherichia coli</i> para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica .....	59

## Índice de Figuras

Figura 01. Hongo indicador de la fase mesófila II. ....	8
Figura 02: oxígeno, pH y temperatura en el proceso del compostaje. ....	9
Figura 03: temperatura en las fases de compostaje.....	10
Figura 04: Proceso de fermentación de la materia orgánica con el uso de ME...13	
Figura 05. Punto de recolección de la muestra.....	20
Figura 06. Punto de ejecución de proyecto.....	21
Figura 07: dosis óptima de roca fosfórica en pH .....	42
Figura 08: dosis óptima de roca fosfórica en conductividad eléctrica.....	43
Figura 09: Dosis óptima de roca fosfórica en temperatura °C.....	43
Figura 10: Dosis óptima de roca fosfórica en materia orgánica.....	44
Figura 11: dosis óptima de roca fosfórica en humedad.....	45
Figura 12: dosis óptima de roca fosfórica en ceniza. ....	46
Figura 13: dosis óptima de roca fosfórica en amonio.. ....	46
Figura 14: dosis óptima de roca fosfórica en nitrato. ....	47
Figura 15: dosis óptima de roca fosfórica en Carbono/Nitrógeno .....	48
Figura 16: pH para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	49
Figura 17: Conductividad eléctrica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	50
Figura 18: Temperatura para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica .....	51
Figura 20: Materia orgánica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	52
Figura 21: Humedad para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	53
Figura 22: Ceniza para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. ....	54
Figura 23: Amonio $\text{NH}_4^+$ para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	55
Figura 24: Nitrato $\text{NO}_3^-$ para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica .....	56
Figura 25: Relación C/N para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....	58

Figura 26: *Coliformes Totales* para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.....59



## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de microorganismos de montaña y roca fosfórica en diferentes concentraciones del compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado Huayco – Tarapoto 2022. Se realizó un sistema de cinco tratamientos a partir de mezclas de compost con residuos sólidos orgánicos, microorganismos de montaña y roca fosfórica al 10% y 15%, más una muestra testigo, con un total de 11 tratamientos, la prueba experimental duró un periodo de 60 días, se analizaron el pH, conductividad eléctrica (CE), temperatura (T), materia orgánica (MO), humedad (H°), ceniza (cada 6 días), relación C/N, Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) (cada 15 días), coliformes totales y *Escherichia coli* (cada 30 días). Los resultados obtenidos demostraron que los Microorganismos de montaña y roca fosfórica si tienen efecto en el proceso de compostaje, destacando el proceso con MM, en los tratamientos T1, T2, T3; porque cumplieron cada etapa del compostaje, asimismo se determinó que la dosis más óptima de roca fosfórica para obtener un compost maduro, fue de roca fosfórica al 15%, también se comparó la calidad de los tratamientos, donde se concluyó que el compost con inoculación de solo Microorganismos de Montaña (T3) brinda una mejor calidad.

**Palabras clave:** compost, microorganismos de montaña, roca fosfórica, residuos orgánicos, tratamiento.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the effect of mountain microorganisms and phosphate rock in different concentrations of organic solid waste composting from the Huayco - Tarapoto 2022 market. A system of five treatments was carried out from mixtures of compost with organic solid waste. , mountain microorganisms and phosphate rock at 10% and 15%, plus a control sample, with a total of 11 treatments, the experimental test lasted a period of 60 days, the pH, electrical conductivity (EC), temperature (T ), organic matter (OM), humidity (H°), ash (every 6 days), C/N ratio, Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (every 15 days), total coliforms and Escherichia coli (every 30 days). The results obtained showed that mountain and phosphate rock microorganisms do have an effect on the composting process, highlighting the process with MM, in treatments T1, T2, T3; because they fulfilled each stage of composting, it was also determined that the most optimal dose of phosphate rock to obtain a mature compost was 15% phosphate rock, the quality of the treatments was also compared, where it was concluded that the compost with inoculation of only Mountain Microorganisms (T3) provide better quality.

**Keywords:** compost, mountain microorganisms, phosphate rock, organic waste, treatment.

## I. INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos prevé incrementarse al 72% para a futuro del 2051, en relación al año 2016, lo que significa que, dentro de 30 años, la masa de residuos generados tendrá un equivalente por año de 2.02 billones de toneladas (Tn) a 3.3 billones de Tn (Banco Mundial, 2018). Respecto a los 2 000 000 de Tn en desperdicios generados al año, 4% de residuos se aprovecha a través del reciclaje, mientras que el resto de residuos termina como desperdicio en lugares desconocidos (Banco Mundial, 2018). Debido al rápido crecimiento poblacional, al incremento del desarrollo económico, la urbanización y el cambiante estilo de vida actual ocasiona mayor generación de residuos sólidos (Soobhany,2019), donde; referente a términos ambientales, adicionando la falta de conciencia y sensibilización para realizar la caracterización en la fuente, para separar los residuos y aprovechar el material para darle un nuevo uso (Samaniego, 2019). Cada tiempo, la sociedad evoluciona, se incrementa la masa generada de residuos, donde, actualmente la cantidad de residuos generados por la sociedad es extremadamente grande, ocasionando problemáticas ambientales a nivel local y global (Larrea, 2018). En este contexto los residuos sólidos orgánicos, han recibido especial atención, ya que se componen de una fracción orgánica biodegradable, cuyo manejo inadecuado genera impactos sociales, económicos y ambientales negativos (Chen et al., 2020).

El país viene generando aproximadamente 23 millones de kilos de residuos sólidos (RS) diariamente, del cual un porcentaje del 15% es aprovechado (reciclado), asimismo, se cuentan con 12 rellenos sanitarios, ocasionando que un porcentaje del 90% de estos RS generados, terminen en los diversos botaderos, entre estos 1250 ilegales hallados (Ministerio del Ambiente, 2019).

En Lima, día tras día se genera en promedio 8000 Tn de residuos domésticos solo en el año 2018, donde se rescató menos del 6% como residuo reciclable, 41.9% se transportaron a rellenos sanitarios, mientras que 44.7% de todos los residuos terminaron en botaderos informales e ilegales. Los residuos orgánicos

aprovechados como compostaje, representan solo al 0.2% de residuos (Orihuela, 2018).

En la ciudad de Tarapoto, existen mercados que brinda abastecimiento de productos al poblador local, aquí se presenta una situación muy preocupante, ya que no se estaría realizando una adecuada gestión de los residuos que se generan diariamente, es muy notoria la acumulación de residuos sobre todo orgánicos, debido a la carencia de segregación, selección y sobre todo del recojo, situación que genera diversos impactos negativos sobre la calidad ambiental en estos espacios. Para contribuir a la reducción de la contaminación; esta investigación busca realizar un cambio en cuanto al destino final de los residuos sólidos orgánicos, mediante un tratamiento que implica la aplicación de microorganismos de montaña y roca fosfórica, posibilitando así una alternativa de solución para evitar la acumulación de este residuo.

Por todo lo expuesto, se justifica en términos **ambientales** que, el remplazo de fertilizantes químicamente procesados por naturales favorece a la reducción de los daños ocasionados al ambiente, entre ellos, la alteración en las características físico-químicas del suelo, contaminación de fuentes hídricas, entre otros. Asimismo, Thuriès, et al. (2019) comprueba que la aplicación de residuos orgánicos para fertilizar, beneficia al ambiente por las siguientes menciones: evita utilizar fertilizantes sintéticos que incrementa la propagación de ciertos componentes a la atmósfera ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ), agua subterránea ( $\text{NO}_3^-$ ), y evita las emisiones de gases. Mencionar también que favorece a resolver problemas **sociales** a causa de la inadecuada gestión de residuos orgánicos procedentes del mercado Huayco, la cual arriesga la salud poblacional de Tarapoto; se justifica **económicamente**, por ser prioritario aprovechar los residuos orgánicos, realizando sistemas para su tratamiento, como realizar acción de segregación y compostaje; los Microorganismos de Montaña son una alternativa innovadora de fertilización orgánica debido a sus variados beneficios para el mejoramiento de las plantas y del suelo, además es económica y amigable con el ambiente, generando un negocio rentable para muchos, ya que podemos encontrar la comercialización del producto activo obtenido artesanalmente, asimismo la

reutilización de los residuos es importante por los beneficios indirectos que implica: menos labor del suelo destinado al vertido y reducción de la contaminación (Muñoz, *et al.* 2021).

Se ha planteado el problema principal: **PG:** ¿Cuál es el efecto de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica en el compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado? Y problemas específicos:

**PE1:** ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost de residuos sólidos orgánicos de mercado con el uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica?

**PE2:** ¿Cuál es la dosis óptima de roca fosfórica para la elaboración del compost con residuos sólidos orgánicos de mercado?

**PE3:** ¿Cuál de los tratamientos de compost de residuos sólidos orgánicos obtenido con el uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica, presenta mejor calidad? Como Objetivo general:

**OG:** Determinar el efecto de microorganismos de montaña y roca fosfórica en diferentes concentraciones del compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado.

Objetivos específicos:

**OE1:** Analizar los parámetros fisicoquímicos del tratamiento del compost de residuos sólidos orgánicos de mercado con el uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica.

**OE2:** Analizar la dosis óptima de roca fosfórica para la elaboración de compost con residuos sólidos orgánicos.

**OE3:** Analizar la calidad de compost de residuos sólidos orgánicos obtenido con el uso de microorganismos eficiente de montaña y roca fosfórica.

Se han planteado asimismo las siguientes hipótesis generales:

**HE1:** Los microorganismos eficientes de montaña y la roca fosfórica generan un efecto significativo en el compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado.

**HE2:** Los microorganismos eficientes de montaña y la roca fosfórica no generan un efecto significativo en el compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado.

## II. MARCO TEÓRICO

**Estudios anteriores relacionados al tema.** Wan *et al.* (2019) evaluaron la influencia de temperatura, humedad, pH, relación C/N, niveles de humificación, transformación de nitrógeno y madurez de compostaje. Los resultados demostraron que la aplicación de microorganismos extendió la fase termófila en el compostaje a diferencia de los conjuntos control, incrementando la temperatura y el pH mientras avanzaba el curso de compostaje. Esto sugiere que la inoculación con los microorganismos fue útil para facilitar el proceso de compostaje, ya que redujo significativamente el  $\text{NH}_4^+$  contenido durante la etapa de enfriamiento. Además,  $\text{NO}_3^-$  aumentó después de la primera vuelta de pila en el día 10, continuando hasta el final de la etapa termófila, observaron mejoras en la transformación del nitrógeno, los niveles de humificación y la madurez del compostaje en las pilas de inoculación.

Waqas *et al.* (2019) su objetivo fue examinar el efecto de las zeolitas en la optimización del compostaje de residuos de alimentos, se aplicaron zeolitas naturales crudas y modificadas al 10 y 15 % (p/p) del desperdicio total. Los resultados de los parámetros de estabilidad del compost fueron destacados con una concentración de zeolita natural modificada del 15 %. Se observó la reducción rápida a largo plazo del contenido de humedad y temperatura al rango óptimo para la zeolita natural modificada. Además, el amonio total ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) la concentración en zeolita natural modificada se incrementó en 11,1 y 21,5% respectivamente en comparación con la zeolita cruda. La estabilidad del compost frente a contenido de humedad ( $\text{H}^\circ$ ), conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), carbono total (CT), índice de nitrificación (IN) se logró después de 60 días de compostaje que fue de acuerdo con los estándares internacionales de calidad del compost.

Ortiz *et al.* (2020) Su objetivo es sugerir una opción para procesar compostaje en contextos apropiadas a las variables del proceso; Con suerte, esto permitirá

compostar los residuos de manera más eficiente y en menos tiempo, por lo que comparan la eficiencia de compostaje de dos sistemas, un sistema convencional con un sistema de biorreactor. Este sistema propuesto; sus resultados revelaron que los niveles de oxidación de los ME existentes en el sistema e incluso el reflujó del gas producto del proceso, son beneficiosos para el proceso.

Albarracín et al. (2018) la intención de su estudio fue elaborar abono de residuos termoplásticos. Primero, el material resultante se tritura entre 2 a 5 cm ayudándose un digestor de alimentación. Luego, se realizaron tres pilas de 1,50 m de alto y 1,50 m de diámetro, con una relación C/N de 35/1 y una humedad ajustada al 70%. El monitoreo de temperatura, pH y humedad se realiza diariamente. Cada siete días se obtuvo muestras de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, para ello se empleó la prueba de Friedman ( $\alpha=5\%$ ), donde las variables dependientes por pila brindaron resultados con una mínima diferencia entre las mismas, respecto al factor tiempo si se presentaron mayores diferencias. Así mismo se observó la existencia de correlación significativa respecto a ciertos grupos microbianos que se analizaron, entre ellos Bacterias *Coliformes Totales* (BCT), Bacterias *Coliformes Fecales* (BCF) y Bacterias *Celulolíticas* (BC), determinando correlación significativa entre las variables fisico-químicas, tales como: pH y P, conductividad y humedad.

Motsim et al. (2020) el presente estudio demuestra incrementos significativos en los parámetros agronómicos y fisiológicos de los cultivos con *Pseudomonas* sp. RFEC inoculado<sup>1</sup>(fosfato de roca + cama de aves + *Pseudomonas* sp.) sobre el control no inoculado y no tratado. Sin embargo, entre todos los otros tratamientos es decir, RFEC<sup>2</sup> (fosfato de roca + cama de aves solubilizada con *Proteosp.*), RFC (fosfato de roca + cama avícola), HDP (media dosis de P inorgánico de Súper Fosfato-SSP 18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y SPLC (solo arena para aves de corral); RPEC<sup>1</sup> siguió siendo el mejor al mostrar aumentos en las propiedades químicas del suelo (fósforo

disponible, nitrógeno nitrado, potasio extraíble), propiedades bioquímicas (actividad de la fosfatasa alcalina) y propiedades biológicas (biomasa microbiana de carbono y biomasa microbiana de fósforo); concluye que el compost

enriquecido con fosfato de roca (RF) inoculado (RPEC1) puede ser un sustituto de los costosos fertilizantes químicos.

Camacho *et al.* (2018) realizó un enfoque empírico a nivel de resolución macro, a través de ensayos de laboratorios robustos, para determinar si LDBIO y MM cuentan con características positivas para favorecer como agentes que contribuyan efectivamente a la mejora del compost. Según la obtención de datos de la investigación en mención, se consigue demostrar la efectividad de los MM y LDBIO para contribuir al aporte como agentes de optimización del compost. Así mismo, la mezcla de ambos componentes no perturba otros parámetros de calidad del fertilizante, incluyendo la relación de pH, la relación EC y la relación C/N, así como la madurez, estabilidad y seguridad del fertilizante. Este tipo de estudio es económicamente viable y destaca estos componentes como agentes de mejora del compost. Se recomienda realizar pruebas con fertilizante mejorado para determinar su capacidad de contribuir al crecimiento y progreso de las plantas.

Zhong *et al.* (2018) El residuo de bambú se mezcla con salvado de trigo porque la relación C/N al principio es superior a 200. Para la activación EM, se mezcla un porcentaje de probiótico EM y una otra de melaza con 20 litros de agua declorada. Aplicaron el método de pila, que procesó 3 repeticiones a la vez, incluido el tratamiento 1 (T1): sin EM y el tratamiento 2 (T2): con EM. Las variables del montón con ME son bien conocidas por a una temperatura de 62,8 °C en 18 días, comparando con el que no tuvo ME que logró una temperatura de 53.4 °C en 18 días. en 60 días Todas las pilas se compostaron adecuadamente.

Chávez *et al.* (2019) investigó la evaluación de 3 tratamientos de compostaje para generar abono orgánico. Por tal motivo se utilizaron técnicas para medir variables como pH, temperatura, humedad y eficiencia, así mismo poder determinar que tratamiento es el más efectivo en la valorización del residuo; donde se comprobó que el tratamiento Takakura posee mejores resultados, brindando una temperatura que promedia los 53° C, mayor rapidez en la etapa termófila; conservando un pH próximo a 7, una H° de 50 – 70 % y una eficacia del 82%, por ello se concluyó



que el tratamiento en mención brinda mayor viabilidad económica para aprovechar los residuos biodegradables del restaurante institucional.

Fan *et al.* (2018) evaluaron la derivación del Microorganismo Efectivo (ME) para el compostaje a nivel doméstico de residuos de alimentos, hojas secas y salvado de arroz. El compost con ME logró una temperatura sutilmente superior en la etapa inicial, con la supresión del mal olor, un proceso de humificación optimizado y una mayor disminución de grasa (73 %). No hubo diferencias significativas para las compostas finales inoculadas con y sin ME. Las propiedades incluyeron conductividad eléctrica (2), pH (7), proporción de carbono nitrógeno (C: N < 14), olor (olor a tierra), color (marrón oscuro). y contenido de patógenos (no Salmonella, <1000 Número más probable/g *E. coli*). las muestras en conjunto maduraron bien en 2 meses.

**Teorías relacionadas al tema. Los residuos sólidos orgánicos** son los productos desechos de origen heterogéneo. Las cuales son producidas por la actividad humana, es decir adecuadas a la población, por lo que estos residuos deben ser recolectados, beneficiarse de un tratamiento y otorgarle un valor agregado (Ramos *et al.*, 2019).

**El compostaje** es el proceso biológico aerobio donde se degradan y estabilizan los sustratos, generando un producto empleable para la aplicación en la agronomía (Brancoli *et al.*, 2019). El compost admite agregar a la superficie terrestre nutrientes como el nitrógeno, potasio y fósforo, lo que facilita su absorción a través de los medios vegetales, es así que se reconoce como un biofertilizante (Nakasaki *et al.*, 2019); así mismo es una técnica admisible y económicamente viable para el tratamiento de desechos sólidos orgánicos (Tang *et al.*, 2019), en la que el agregado de sustancias adicionales para regular el proceso ha llamado la atención de los investigadores (Li *et al.*, 2020). Una práctica alternativa al tratamiento de residuos y la obtención de un producto de buena calidad. (Pinter *et al.*, 2019).

**Etapas del compostaje.** Etapas: Inicial y Mesófila, el material comienza la incubación a temperaturas ambiente y en pocos días e incluso en horas, la temperatura aumenta a 45 °C. Este incremento de temperatura se atribuye a la diligencia

microbiana, ya que durante este período este microorganismo utiliza fuentes simples de C y N para generar calor. (Tortaloro *et al.*, 2018). En cuanto a las corporaciones bacterianas, el análisis molecular de esta etapa confirmó la abundante presencia de Proteobacteria, Bacteroidetes, Firmicutes (Meng *et al.*, 2019).

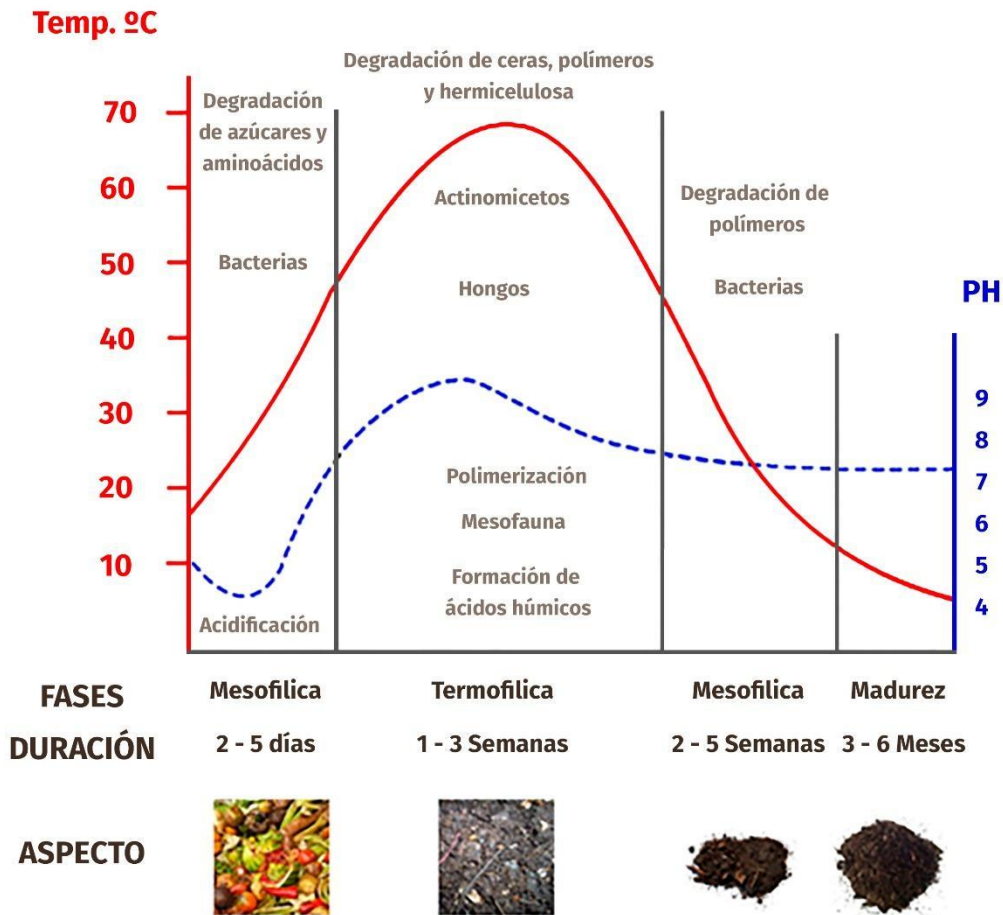
Etapa termofílica, la progresiva celeridad microbiana en periodo, hace que la temperatura se incremente (Wei *et al.*, 2018). Dentro de las diferentes características establecidas para determinar la calidad óptima del compost, especialmente para aplicaciones agrícolas, se encuentran la “estabilidad” y la “madurez”. Entre las diversas fases de compostaje, se identifica que el grado de descomposición y humificación de la materia orgánica cumple un rol importante durante su proceso, influyendo directamente en la calidad del producto final (Liu *et al.*, 2019).

Etapas de enfriamiento o mesófila II, por a la disminución significativa de la temperatura, las bacterias termófilas extienden a aminorar (Liu *et al.*, 2019); en este sentido, y para evitar estos efectos secundarios, se recomienda determinar la calidad del compost.



**Figura 01.** Hongo indicador de la fase mesófila II. Fuente: Martínez (2017).

Etapa de maduración, se desarrolla en meses a temperatura ambiente por medio de la cual se produce la polimerización secundaria. y condensación de carbono para generar ácidos húmicos y fúlvicos. La madurez se utiliza para determinar la idoneidad del compost para fines agrícolas, considerando su secuela en el desarrollo de las plantas y aspectos de fitotoxicidad (Sarsaiya *et al.*, 2019)

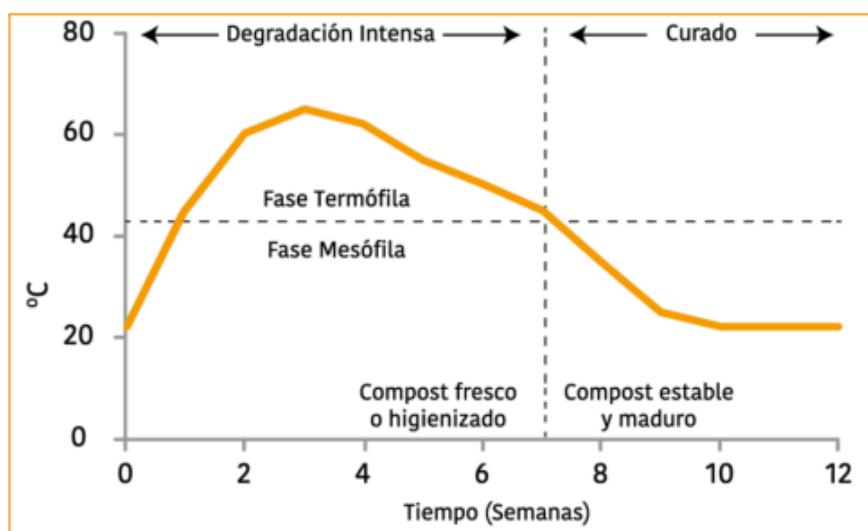


**Figura 02:** oxígeno, pH y temperatura en el proceso del compostaje. Fuente: La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), (2013).

**Factores que implica el proceso de compostaje.** Hay una variedad de parámetros que perjudican el proceso y deben controlarse, como la temperatura, el pH, los nutrientes, la humedad y las relaciones C/N. Estas sustancias son necesarias para la mejora del proceso, porque crean condiciones positivas para el

crecimiento y progreso de microorganismos, y al mismo tiempo descomponen la materia orgánica (Flores et al., 2019).

**Temperatura**, Con el aumento de ésta, el metabolismo se acelera; así mismo, la tasa de descomposición del material orgánico se ve afectado directamente hasta alcanzar un nivel crítico, instante donde el proceso se desacelera. Sorprendentemente, la desnaturalización impactada en las proteínas impide el metabolismo habitual de los microorganismos en cuestión. (Bohórquez, 2019).



**Figura 03:** temperatura en las fases de compostaje. Fuente: Estrada et al., (2017)

**Humedad**, parámetro relacionado con la actividad microbiana, la pérdida del parámetro en el proceso se debe al aumento de la temperatura, donde se indica el índice de descomposición (Sudharsan et al., 2018). El protoplasma que poseen las células microbianas y los residuos utilizados para el tratamiento de compostaje, están constituidos por importantes cantidades de contenido de agua.

**El pH**, es uno de los indicadores de mayor importancia por tener influencia directa sobre las reacciones bioquímicas respecto a los microorganismos, pues por su naturaleza, cada microorganismo posee un pH ideal que permite favorecer su crecimiento (Bohórquez, 2019).

**La conductividad eléctrica**, se expresa al contenido salino de diferentes sustancias y representa un excelente indicador del grado de madurez que posee

el compost, siendo inevitable el aumento de salinidad soluble a causa de la actividad

degradadora del material orgánico. (Voběrková et al. 2018).

**Relación C/N**, debe haber una relación apropiada entre ellos para que la descomposición de los residuos sea efectiva. La relación adecuada al comienzo del proceso es de 25 (25 unidades de carbono, 1 nitrógeno) a 35 (35 unidades de carbono, 1 nitrógeno). El compostaje es un proceso eficaz que permite brindar una valorización efectiva de los residuos de cocina en un biofertilizante estable y rico en nutrientes (Lin *et al.*, 2018). Está bien establecido que los biofertilizantes, derivados de los desechos de alimentos, se pueden usar como enmienda del suelo con el fin de reducir el uso de fertilizantes desarrollados químicamente, optimizar la calidad del suelo y remediar el suelo contaminado (Cerdea *et al.*, 2018).

**Amonio**, La molécula de amoníaco se coordina con un ion de hidrógeno para formar un ion de amonio (llamado "amonio" debido a sus propiedades químicas similares a los iones metálicos). La fórmula general del compuesto formado es  $R_4NX$  (R = hidrógeno, hidrocarbilo, heterociclo, amino, etc., X = hidroxilo, halógeno, radical ácido, etc.) (Ding et al., 2020).

**Nitrato**, La oxidación microbiana del amoníaco por la nitrificante forma nitratos y la nitrificación da como resultado un incremento de la acumulación de  $NO_3^-$  y -N y una reducción de la concentración de  $NH_4^+$  y -N. La presencia de esta actividad nitrificante es un excelente indicador para tener conocimiento respecto a la madurez que posee el compost (Saswat et al., 2022).

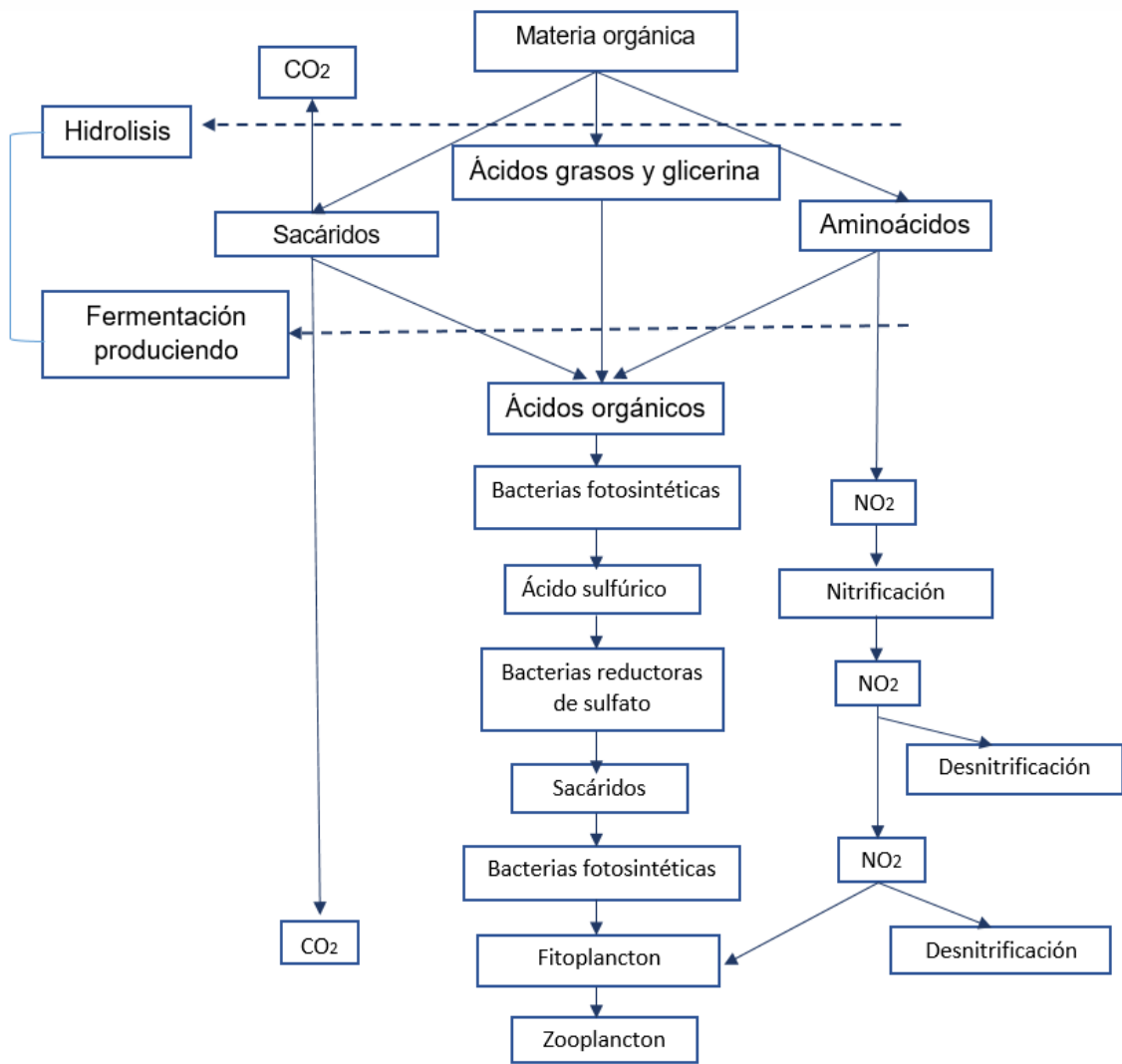
**Coliformes totales**, se denomina *coliformes totales* (CT) al grupo de especies de bacterias de procedencia fecal. Los coliformes hace referencia al nivel higiénico del agua y los riesgos potenciales de enfermedades de infección que puede transmitirse por estas. (Sivaraja & Nagarajan, 2014).

**Escherichia Coli**, su presencia o ausencia es utilizada como indicador de contaminación fecal. (Streitenberger & Baldini, 2016). El E. coli se encuentra generalmente dentro del intestino distal, es una bacteria que comúnmente se encuentra en los cuerpos de sangre, aunque mayormente sean inofensivas,

algunas pueden causar una intoxicación alimentaria grave (BOSTON PUBLIC HEALTH COMMISSION, 2014).

La **materia orgánica** del suelo (MOS), sustancia que es descompuesta por plantas y animales, sirve de sustrato para el crecimiento vegetal (Palumbo *et al.*, 2018) y puede alterarse al aplicar fertilizantes químicos. La MOS tiene vital importancia en la conversión de biomasa microbiana, brindando equilibrio biológico y químico a la tierra o suelo (Mangalassery *et al.* 2019).

**En la transformación de la materia orgánica** (compostaje), en ella se involucran comunidades microscópicas por el oxígeno y elementos nutritivos entre ellos el carbono y nitrógeno. El uso de composta enriquece directamente el suelo y aporta los elementos necesarios para su mejora como: fósforo, potasio y nitrógeno, aportando a movilizar los nutrientes y a elevar el suelo respecto a su estructura.



**Figura 04:** Proceso de fermentación de materia orgánica con la aplicación de ME. Fuente: Faife et al., 2020

Microorganismos inoculados en el compostaje; son sociedades de bacterias, hongos incluso en dualidad, donde se determinan el origen de enzimas degradadoras, mejorando la evolución del compostaje (Fan *et al.*, 2018). Introduciendo microorganismos favorecedores se incrementa la posibilidad de obtener un compost de alto valor como fertilizante (Kopec *et al.*, 2018) el cual se desconoce, pues su viabilidad de factores para beneficiar desconoce, ya que el potencial de los elementos formadores de cultivos de bacterias resulta de especies vegetales (Alvarez *et al.*, 2018). Como el material orgánico estabilizado, es útil en el compost como restaurador de suelos deteriorados y restablecer la

productividad, también minimizar la aplicación de productos químicos (fertilizantes, pesticidas, combustibles) (Pergola *et al.*, 2018).

**Los Microorganismos Eficientes**, son una combinación de microorganismos beneficiosos que según (Morocho 2019), son cinco grupos microbianos generales: bacterias fotosintéticas, actinomicetos, levaduras, bacterias ácido lácticas y hongos filamentosos capaces de fermentar; Las bacterias benéficas disminuyen los periodos de maduración de los abonos orgánicos, al mismo tiempo de que aumentan la acción fotosintética, la absorción de nutrientes y agua en las plantas, a parte ayuda a controlar distintas enfermedades y plagas, por ello se constituye como una alternativa interesante para su uso (Morocho *et al.*, 2019).

**Los Microorganismos de Montaña** por lo general proceden de zonas donde haya habido escasa intromisión de la humanidad y se utilizan de fuentes de nitratos que apoyan a excluir otros microbios perjudiciales; (Vásquez *et al.* 2018), los microorganismos eficientes contienen cerca de ochenta tipologías, constando en su mayoría bacterias fototrópicas o fotosintéticas, hongos, levaduras, actinomicetos, que se encuentran en la naturaleza, y cuyo fin es descomponer materia orgánica (Calero *et al.*, 2018). Estos se empezaron a usar en la agricultura para mejorar las condiciones de suelo y hoy en día son también utilizados en la ganadería para múltiples objetivos (Charquero 2018).

La **roca fosfórica** es un producto utilizable como material principal para la elaboración de fertilizantes industriales fosfatados solubles en agua, así mismo de fuente fosfórica en la implementación directa en la agricultura. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2018). La mayor parte de la roca fosfórica se usa para la producción de fertilizantes solubles fosfatados, por otro lado, se usa para aplicar directamente a la superficie terrestre. Aunque la roca fosfórica puede ser la única fuente de fósforo para las plantas, su calidad depende mucho de las impurezas minerales naturales. (International Plant Names Index, 2018).



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación:

La presente investigación fue de tipo aplicada, ya que se enfoca en mejorar por medio del entendimiento científico y los recursos, así estos sean: metodologías, tecnologías y reglamentos por medio de los que se consigue la eficiencia, ineficiencia o deficiencia detallada (Weismayer, 2021); en esta investigación de tipo aplicada se desarrolló el tratamiento a los restos sólidos biodegradables, a través del proceso de compostaje, para obtener un abono orgánico a partir de restos orgánicos y microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica, realizando evaluaciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del producto.

##### 3.1.2. Diseño de investigación:

El presente trabajo de investigación se desarrolló con un diseño experimental, debido a la manipulación de la variable independiente con la finalidad de estudiar sus efectos de la variable dependiente, (Díaz, *et al.* 2018).

El estudio empleó el diseño experimental completamente al azar y de nivel descriptivo ya que se describieron las propiedades del abono orgánico.

#### 3.2. Variables y operacionalización

##### 3.2.1. Variables

###### Variable independiente:

- Uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica.

###### Variable dependiente:

- Compostaje de residuos sólidos orgánicos.

Operacionalización de las variables:

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independientes:  Uso de microorganismos eficientes de montaña	(Morocho y Leyva, 2019) define a los microorganismos eficientes de montaña, a la variedad de microbios presentada por bacterias fotosintéticas, actinomicetos, ácido lácticas, hongos filamentosos, levaduras y fermentativos.	Se realizó cinco tratamientos experimentales cada una con su repetición, más un testigo, dando un total de 11 tratamientos, en baldes de 20 L. Con diferentes mezclas contenidas de: microorganismos eficientes de montaña, roca fosfórica y residuos sólidos orgánicos, para determinar su efectividad en la aceleración del proceso de compost y su calidad.	Condiciones de compostaje  tratamientos RF	1000 ml MM  (tratamiento con roca y sin roca)	Ordinal
Roca fosfórica	(Bustamante et al, 2018) denomina a la roca fosfórica, como, el producto obtenido de la extracción y posterior procesamiento de minerales fosfatados.		Dosis  tratamientos MM	Dosis (%) RF 10% 15%  tratamiento (con MM y sin MM)	

<p><b>Dependiente</b> :</p> <p>Compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado</p>	<p>Menciona que para el procesamiento de los residuos orgánicos es factible ejecutar por medio del proceso de compostaje o el método de la digestión anaeróbica en el cual interviene la presencia de oxígeno, de tal manera transformando los restos en compost, que son utilizados de enmienda orgánica, la degradación se da por la existencia microbiana a temperatura de 52°C a 65°C (Morocho y Leyva, 2019).</p>	<p>Se realizó análisis de los parámetros fisicoquímicos y parámetros microbiológicos del compost para determinar los niveles de concentración.</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos del compost</p>	<p>Materia orgánica Humedad (%) pH Temperatura (°C) Conductividad eléctrica Ceniza NH<sub>4</sub><sup>+</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> C/N</p>	<p>Ordinal</p>
			<p>Parámetros microbiológicos del compost</p>	<p><i>Coliformes totales</i> <i>Escherichia coli</i></p>	

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

El autor define población al conjunto de organismos, elementos, objetos, personas, etc., de una determinada área a investigar (Díaz, 2018).

Por lo tanto, la población considerada para el presente trabajo de investigación son los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado de abastos del barrio Huayco.

#### **3.3.2. Muestra**

Herramienta de la investigación científica con propósito de determinar parte de la población a estudiar (Hernández, 2019).

Para esta investigación se emplearon 80 Kg de residuos sólidos orgánicos generados y recolectados en el mercado Huayco-Tarapoto, incluyendo aserrín y cascarilla quemada. Los cuales fueron distribuidos en 5 tratamientos más sus repeticiones (T1 al T5) y 1 tratamiento testigo (T0), en total se realizaron 11 tratamientos. En el T0 se utilizó 8 kg de residuos orgánicos. En el T1 se utilizó 7.2 Kg. De residuos orgánicos más 800 gr. de roca fosfórica (10%). En el T2 se usó 6.8 Kg. de residuos orgánicos más 1.2 kg. de roca fosfórica (15%). En el T3 se utilizó 8 kg. de residuos orgánicos más 1000 ml. de Microorganismos de Montaña (MM). En el T4 se utilizó 7.2 kg. de roca fosfórica (10%) más 1000 ml. de MM y en el T5 se usó 6.8 kg. de residuos orgánicos más 1.2 kg. de roca fosfórica (15%) junto a 1000 ml. de MM. Así mismo se usó las mismas proporciones para las repeticiones correspondientes del T1 al T5 con el fin de acelerar el proceso de descomposición del material orgánico.

Luego se extrajo muestras de compost para ser analizados de acuerdo a los parámetros establecidos.

### **3.3.3. Muestreo**

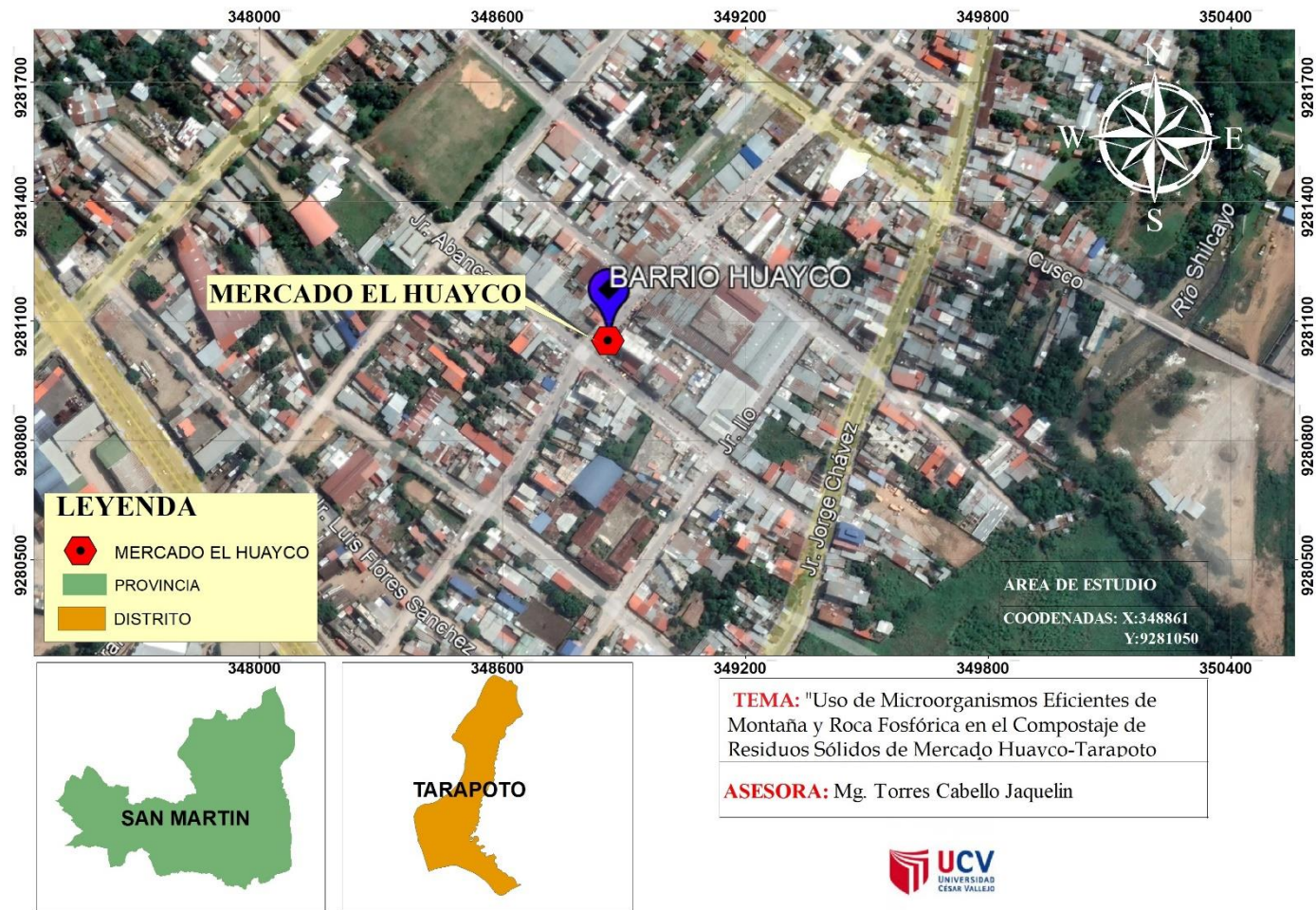
Es una herramienta de la investigación científica que tiene como propósito principal determinar parte de la población que se va a estudiar, (Hernández, 2019).

El muestreo que se aplicó es el no probabilístico por conveniencia, ya que las muestras se eligieron a juicio de los investigadores, pues estas fueron representativas.

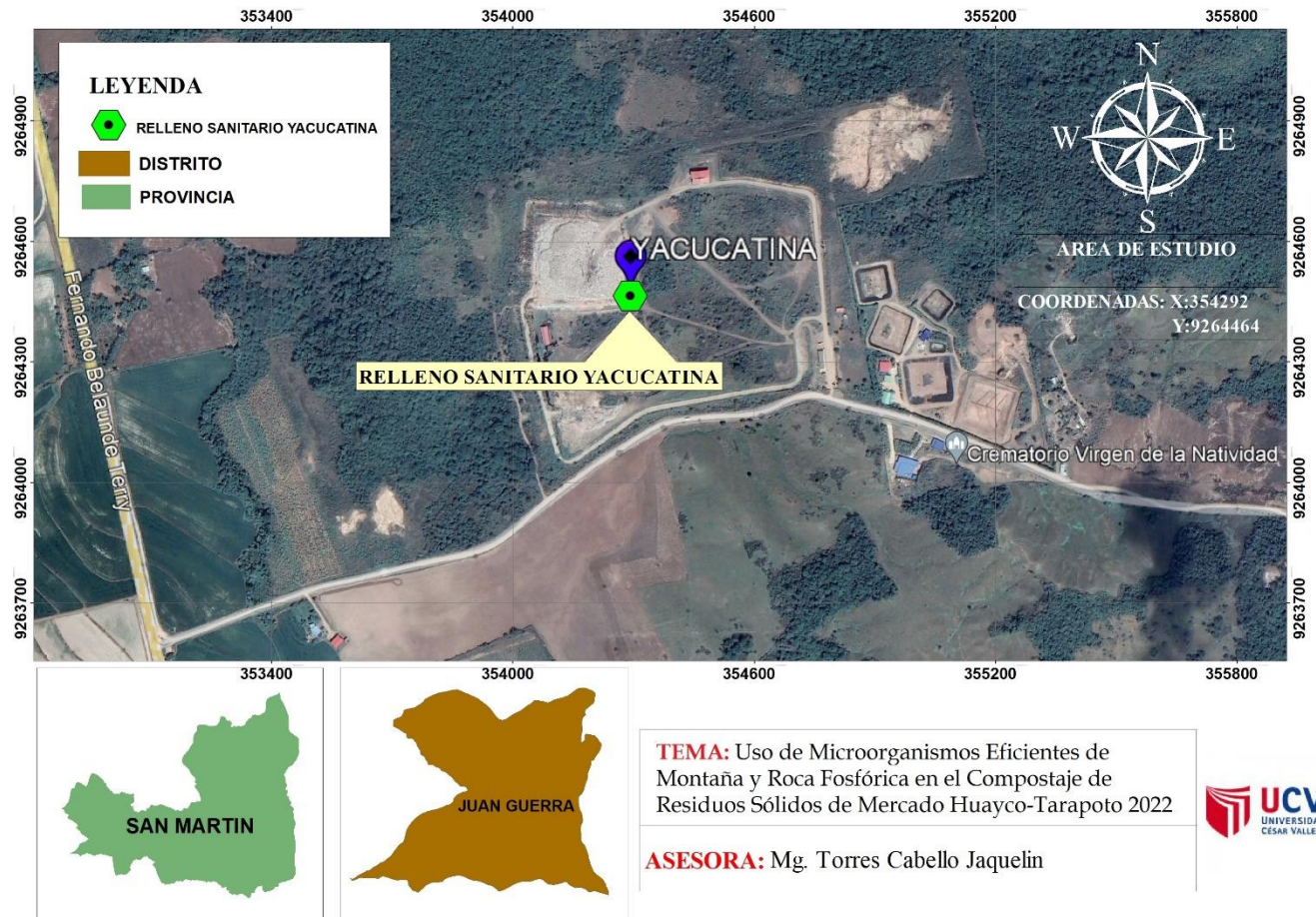
### **3.3.4. Descripción del área de estudio**

El proyecto de investigación se ejecutó en la provincia de San Martín, Región San Martín, específicamente en el mercado del barrio huayco del distrito de Tarapoto y botadero de Yacucatina, donde acondicionó el área para el proceso de compost y se ubicaron los residuos.

Figura 05. Punto de recolección de la muestra



**Figura 06. Punto de ejecución de proyecto**



### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos utilizados en el presente proyecto son:

- Observación directa
- Descripción

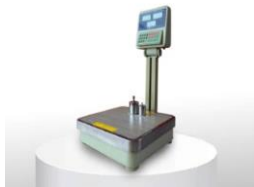
De tal forma se registraron las variaciones en los resultados de los parámetros y las observaciones que presentaron respecto al proceso de compost.

#### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Es una metodología que pueda valerse el investigador para concretar su información y llegar al propósito de su investigación, (Dilapides y Molina, 2016).


Los instrumentos utilizados son:

**Tabla 01.** Ficha de registro de campo, se empleó para recopilar datos en campo, lo que facilitó obtener datos exactos sobre los acontecimientos.

Nombre	Definición	Marca/Serie	Imagen
Balanza electrónica	Se utilizó para pesar las muestras extraídas de los experimentos y realizar su respectivo análisis	Nº 25589	



GPS	Se utilizó para extraer las coordenadas UTM de la zona de intervención de la investigación	Garmin 64s	
Peachímetro y Termómetro	Se utilizó para medir dos parámetros fisicoquímicos durante el proceso de compostaje: el pH y la temperatura	pH55 IP65 Milwaukee	
Multiparametro	dispositivo de medición preciso de tipo móvil, pensado para el duro trabajo en campo, sobre todo para casos donde se requiere medir más de un parámetro	Hanna multiparámetro (Modelo HI 9828, Hanna Instrument, EE. UU	
Espectrofotómetro de absorción atómica	Permite medir ciertas concentraciones de una sustancia en una mezcla e identificar muchos tipos de elementos.	GBC Savant AA	
Horno mufla	Dentro del laboratorio, se utiliza para sinterizar, secar, moldear y controlar procesos.	Horno Mufla Thermconcept KL 1100°C a 1200°C	

Incubadora C	Están diseñadas para la incubación y refrigeración de muestras dependiendo del modelo.	Incubadora Digital CO2 ICA-150 150LT	
-----------------	--	--	---

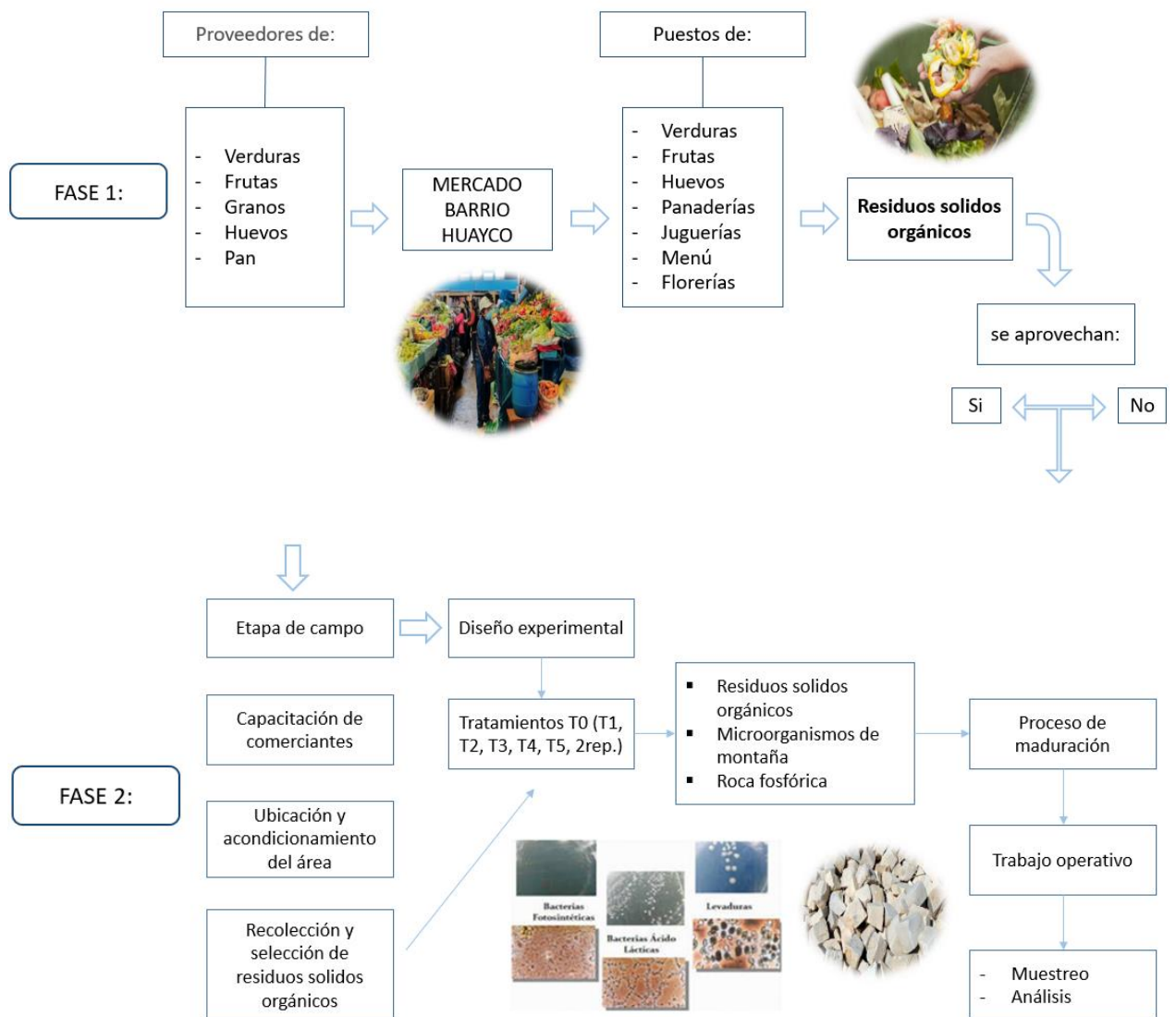
**Tabla 02.** Métodos de análisis

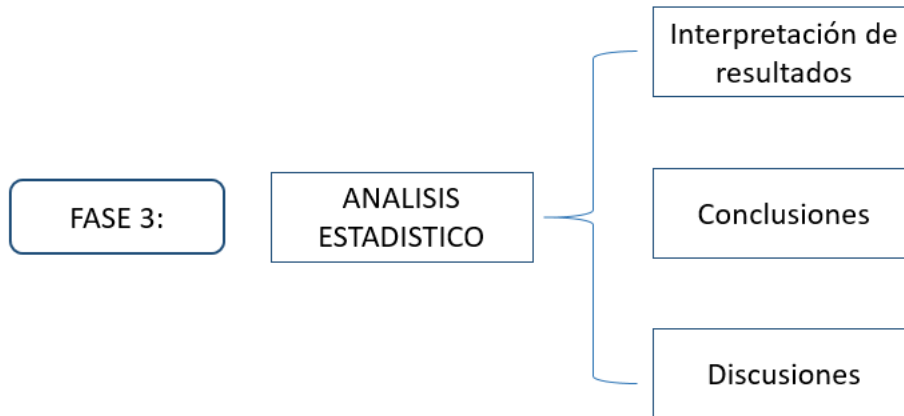
Parámetro	Periodo	Método
Potencial de Hidrógeno	Cada 6 días	Lectura directa con multiparametro EPA SW-846, Method 9045D, Revisión 4
Conductividad Eléctrica	Cada 6 días	Lectura directa con multiparametro (NOM -021-RECNAT-2000)
Temperatura	Cada 6 días	Lectura directa con termómetro
Materia Orgánica	Cada 6 días	Walkley y Black (NOM-021-RECNAT-2000)
Humedad	Cada 6 días	diferencia de peso en estufa
Ceniza	Cada 6 días	Calcinación en horno calcinador
Relación Carbono/Nitrógeno	Cada 15 días	Walkley y Black (NOM-021-RECNAT-2000)
Amonio	Cada 15 días	Digestión ácida (Microkjendhal) TMECC Methods 05.02. 2002. Indicator ratios.
Nitrato	Cada 15 días	Digestión ácida (Microkjendhal) TMECC Methods 05.02. 2002. Indicator ratios.
<i>Coliformes totales</i>	Cada 30 días	Técnica del NMS (NOM-112-SSA-1994)
<i>Escherichia Coli</i>	Cada 30 días	Método de Clesceri, Greenberg y Eaton (1998) y US Composting Council (2002).

### 3.4.3. Validez

Instrumento que define en el grado que se mide un parámetro determinado. Esto se refiere a la efectividad en la que los instrumentos miden, razón por la cual, el investigador debe obtener la validez del instrumento que emplea la investigación (Santos, 2017). Es por ello que los instrumentos son validados por profesionales expertos en el tema. (Anexos)

### 3.5. Procedimientos





### **Preparación de materia prima**

#### **Materia prima:**

- ✓ Se recolectaron los desperdicios sólidos orgánicos que se generaron en 5 días, del centro de abasto barrio Huayco de Tarapoto, con la finalidad de obtener una mezcla equilibrada de la materia prima. Esta actividad fue realizada con el apoyo de la municipalidad, debido al requerimiento de recurso humano para recolectar los residuos acopiados de los comerciantes del mercado y de un vehículo para transportarlos al área acondicionada para la fase experimental. Previamente se efectuó la capacitación a los comerciantes, a través de una visita personalizada, donde se les hizo entrega de bolsas para el acopio de los residuos, también se instruyó sobre la manera correcta de separar lo orgánico de lo inorgánico.
  
- ✓ Se trasladaron los residuos al área acondicionada para la fase experimental. Con la finalidad de adquirir una materia prima de calidad, se procedió a extraer algunos residuos inorgánicos que normalmente los comerciantes dejan pasar en las bolsas de los orgánicos.
  
- ✓ Luego se procedió a realizar el picado manualmente, en una tabla con la ayuda de un cuchillo, en trozos menores a 5 cm.

- ✓ Una vez obtenida la materia prima en óptimas condiciones para el proceso de compostaje, se extrajo la cantidad requerida para los 6 tratamientos (cinco tratamientos con dos repeticiones cada una, más un testigo) estudiados. Considerando que para los tratamientos se emplearon baldes de 20 litros que fueron cargados con el 90% de su capacidad.

### **Obtención y caracterización de roca fosfórica**

- ✓ La roca fosfórica natural y molida (Fosbayovar), se obtuvo de una tienda que comercializa insumos agrícolas.
- ✓ En los tratamientos experimentales con roca fosfórica se evaluaron con dos proporciones, al 10% y 15%. (Namuche, 2021)

### **Obtención de Microorganismos**

#### **Extracción**

- ✓ Se realizó la extracción de microorganismos de montaña (MM) de una zona de bosque natural protegida; se extrajo la primera capa de hojas (unos 2 cm) y se recolectó la segunda que es la que contiene los microorganismos; teniendo la cantidad apta, se derivó a realizar la activación en fase sólida para la cual se usó un carbohidrato que se aplicó como sustrato y energía (semolina de arroz) y un azúcar como energía en este caso (la melaza) (Castro, 2020).

#### **Activación**

- ✓ Para realizar la activación de los MM sólidos se empleó un barril de 50 L, componente de montaña (1 costal), semolina de arroz (medio saco), melaza (1/ galón) y agua sin cloro (8 L), luego se mezclaron bien el material de montaña con la semolina de arroz, se humedeció la mezcla con agua y melaza, moviendo continuamente hasta quedar uniforme, para activar los MM sólidos en fase líquida se colocó en un recipiente 2 litros de

agua por cada kilo de MM sólido, se mantuvo bajo sombra hasta que tome color y olor característico (Castro, 2020). Este procedimiento fue orientado en base a la metodología de Castro, 2020, y fue proporcionada por la municipalidad distrital de Morales.

<b>Tratamiento</b>	<b>Capas</b>	<b>Gr./MI.</b>	<b>Repetición</b>
Tratamiento 0 (T0)	Aserrín	350	1
	Residuos Orgánicos	2300	
	Cascarilla Quemada	400	
	Residuos Organicos	2300	
	Aserrín	350	
	Residuos Orgánicos	2300	
Tratamiento 1 (T1)	Aserrín	216	2
	Residuos Orgánicos	2167	
	Cascarilla Quemada	267	
	10 % Roca Fosfórica	800	
	Residuos Organicos	2167	
	Aserrín	216	
	Residuos Orgánicos	2167	
Tratamiento 2 (T2)	Aserrín	150	2
	Residuos Orgánicos	2100	
	Cascarilla Quemada	200	
	15 % Roca Fosfórica	1200	
	Residuos Organicos	2100	
	Aserrín	150	
	Residuos Orgánicos	2100	
Tratamiento 3 (T3)	Aserrín	350	2
	Residuos Orgánicos	2300	
	Cascarilla Quemada	400	
	Residuos Organicos	2300	
	Aserrín	350	
	Residuos Orgánicos	2300	
	Microorganismos De Montaña	1000	
Tratamiento 4 (T4)	Aserrín	216	2
	Residuos Orgánicos	2167	

	Cascarilla Quemada	267	
	10 % Roca Fosfórica	800	
	Residuos Organicos	2167	
	Aserrín	216	
	Residuos Orgánicos	2167	
	Microorganismos De Montaña	1000	
Tratamiento 5 (T5)	Aserrín	150	2
	Residuos Orgánicos	2100	
	Cascarilla Quemada	200	
	15 % Roca Fosfórica	1200	
	Residuos Organicos	2100	
	Aserrín	150	
	Residuos Orgánicos	2100	
	Microorganismos De Montaña	1000	

**Tabla 03.** Configuración Experimental. Fuente: elaboración propia

### Configuración experimental

- ✓ Se utilizaron baldes de plástico de 20 litros de capacidad. La altura y el diámetro de cada balde fue de 38 cm x 26.5 cm respectivamente. Cada balde fue cargado Hasta el 90 % de su capacidad con las mezclas realizadas, mientras que el 10 % restante del área se mantuvo libre como espacio de cabeza; la experimentación fue orientada en base a la guía de la municipalidad distrital de Morales, la cual indica la aplicación de capas de aserrín y cascarilla de arroz quemado.
- ✓ Después de cargar con las mezclas, se aseguraron con las tapas; previamente agujereadas con la finalidad de dar ventilación a los ensayos. Para lograr una mezcla uniforme y suministro de oxígeno (O<sub>2</sub>) durante todo el experimento, inicialmente la mezcla se trituró manualmente y se realizó el volteo cada 6 días; también se evaluó los parámetros de campo de acuerdo a los periodos que se determinaron.

## Esquema experimental

- ✓ Se llevaron a cabo 11 ensayos experimentales, sobre el compostaje de los residuos sólidos orgánicos del mercado barrio huayco, para evaluar a los microorganismos de montaña y la roca fosfórica. Para los tratamientos se utilizaron baldes de 20 L, cargados hasta el 90 % de su capacidad con la mezcla realizada. para poder comparar los resultados, uno de los tratamientos solo contiene residuos sólidos orgánicos, más las capas de aserrín y cascarilla de arroz; denominado tratamiento control. Todos los ensayos experimentales se replicaron una vez para confirmar los resultados y el análisis estadístico adecuado.

La disposición de los ensayos experimentales realizados fue la siguiente:

**Tabla 04.** Disposición de los ensayos experimentales

TRATAMIE NTO	SÍMBOLO POR EXPERIME NTO	DETALLE
T0	T0	Residuos Sólidos Orgánicos (Testigo)
T1	T1	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 10 %
	T1	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 10 %
T2	T2	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 15 %
	T2	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 15 %
T3	T3	Residuos Sólidos Orgánicos + Microorganismos De Montaña
	T3	Residuos Sólidos Orgánicos + Microorganismos De Montaña
T4	T4	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 10% + Microorganismos De Montaña
	T4	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 10% + Microorganismos De Montaña
T5	T5	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 15% + Microorganismos De Montaña
	T5	Residuos Sólidos Orgánicos + Roca Fosfórica Al 15% + Microorganismos De Montaña

Fuente: elaboración propia

## Técnicas analíticas

Cada prueba experimental contó con una duración de 60 días, durante ese tiempo, se evaluaron los siguientes parámetros: pH, CE, temperatura, MO,



humedad, Ceniza, (cada 6 días), amonio, nitrato, C/N (cada 15 días) y coliformes totales y *Eicherichia coli* (cada 30 días).

- ✓ El pH se midió utilizando la sonda de pH (HI 769828-1) de Hanna multiparámetro (Modelo HI 9828, Hanna Instrument, EE. UU.), mientras que para CE se utilizó la sonda CE (HI 769828-3) de multiparámetro Hanna (Modelo HI 9828, Hanna Instrument, USA). El contenido de cenizas (%) se calculó a partir de la masa remanente después de la ignición a 550 °C. Para medir la temperatura en campo de cada tratamiento, se empleó un termómetro estable de barra.
- ✓ Para *Coliformes totales* usando la técnica Número Más Probable (NMP), se colocaron en promedio 20 gr de muestra en una bolsa y se agregaron 200 ml de peptona de agua tamponada para una dilución 1:10 (10<sup>-1</sup>) y homogeneizado durante 1 min. Se prepararon cuatro diluciones adicionales en serie 1:10. Asépticamente 1 mL de las diluciones 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>, 10<sup>-4</sup> el homogeneizado de la muestra se transfirió a cada uno de los tres tubos de cultivo con tapón de rosca que contenían 5 ml de bilis verde brillante (BGB) al 2 % y un tubo de Durham invertido. Los tubos se incubaron durante 24 h en un 37-C±2-incubadora (Fan et al., 2018).
- ✓ Para *Escherichia coli* usando el método de conteo viable aproximadamente 20 g de muestra se pusieron en un bolso esterilizado y agregaron 200 mL de agua tamponada peptona para una dilución 1:10 (10<sup>-1</sup>) y homogeneizado durante 1 min. Cuatro series 1:10, se prepararon diluciones adicionales. 0,1 ml de muestras 10<sup>-3</sup> y 10<sup>-4</sup> de los tubos de dilución se transfirieron a la superficie de las placas de Petri que contenían MUG Sorbital Agar. Las cajas de petri se incubaron durante 24 h en un 36-C±1-incubadora C. (Fan et al., 2018).
- ✓ Se hizo el muestréo para análisis de laboratorio. Se extrajo 200 gr. de muestra por cada tratamiento para su respectivo análisis. Este proceso se realizó según los periodos determinados, durante el proceso de compost.

- ✓ Las muestras tomadas se sometieron a los análisis antes mencionados, cuyos resultados fueron brindados por el laboratorio para su posterior procesamiento. Los resultados fueron comparados con los rangos establecidos por la Nch N° 2880. c2003, c2004 (Instituto Nacional de Normalización-INN, 2003), instructivo de compostaje (FAO, 2013) y artículos científicos detallados en la bibliografía, de los autores: Waqas *et al.*, (2019); Camacho *et al.*, (2018).

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para la tabulación de los valores que se obtuvieron en campo y laboratorio se empleó el software IBM SPSS 25, también se utilizaron tablas y gráficos donde se muestran los avances y progresión de cada tratamiento según los periodos de análisis requeridos por cada parámetro. Pruebas paramétricas y no paramétricas, además para evaluar si los tratamientos son significativos se utilizó el análisis de varianza ANOVA.

### **3.7. Aspectos éticos**

En el vigente proyecto se respetaron derechos autoriales mediante el citado correcto, de acuerdo a la guía normativa 011 de la Universidad César Vallejo disponibles en la plataforma blackboard del Trilce. Respetando los lineamientos establecidos dentro el código de ética del Consejo Nacional de Ciencia, tecnología e innovación Tecnológica y la Resolución Rectoral N° 0089-2019-UCV, de tal manera aportó a contribuir a complementar la teoría, garantizar la credibilidad y confiabilidad de la investigación, la información obtenida de artículos científicos, sitios web y de diversas instituciones, nos ayudó a completar y consolidar la teoría del trabajo de investigación, los resultados obtenidos en el laboratorio. Respetado al 100% sin cambiar ningún valor siempre y cuando el proyecto sea oficial y real.

## IV. RESULTADOS

4.1. Analizar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del tratamiento del compost de residuos sólidos orgánicos de mercado con el uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica.

**Tabla 05:** Análisis de pH, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.

pH (1ra réplica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T0	4.37	4.49	4.51	4.67	5.05	5.06	5.90	6.20	6.09	6.78	7.12
T1	3.96	3.87	3.85	4.01	5.19	4.40	6.10	6.34	6.21	7.10	7.08
T2	4.34	4.45	4.49	4.65	5.63	5.04	6.05	6.72	6.18	6.98	7.22
T3	3.82	3.94	3.96	4.12	5.30	4.51	6.56	6.50	6.15	7.01	7.32
T4	4.94	5.06	5.12	5.28	5.46	5.67	6.51	6.18	6.31	6.72	6.83
T5	5.45	5.57	5.63	5.79	5.97	6.18	6.18	6.65	6.22	6.89	7.00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 06:** Análisis de pH, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.

pH (2da replica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T1	3.96	3.87	4.49	4.65	5.83	6.05	6.05	6.86	6.78	6.79	7.10
T2	4.35	4.51	3.96	4.12	5.30	5.89	6.30	6.54	6.89	7.12	6.90
T3	3.92	3.81	5.12	5.28	5.46	6.15	6.28	6.88	6.83	7.04	7.45
T4	4.94	5.08	5.63	5.79	5.97	6.28	6.70	6.78	6.78	7.03	7.01
T5	5.45	5.52	5.60	5.44	5.86	6.16	6.98	6.58	6.78	6.89	7.02

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En las tablas N° 05 y 06 se observan los valores de pH obtenidos en los análisis realizados cada 6 días en un periodo de 60 días, con una 2 da repetición, donde los primeros 5 análisis, del día 0 al día 24 se muestran una escala de pH moderadamente ácido a ligeramente ácido, a partir del día 30 se observan resultados neutrales en la segunda repetición

con valores entre 6.05 a 7.10, cambia a ligeramente neutro, y a partir de 7 ligeramente alcalino. Según la norma FAO

**Tabla 07:** Análisis de CE, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.

Conductividad Eléctrica (1ra. Réplica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T0	7.52	7.56	7.32	7.09	6.88	6.65	5.54	5.23	6.12	4.96	4.12
T1	7.10	6.78	6.56	6.33	6.12	5.89	5.33	5.12	5.05	4.85	4.23
T2	8.77	6.45	8.32	8.09	7.88	7.65	5.24	5.10	4.96	4.75	4.35
T3	7.05	6.73	6.56	6.33	6.12	5.89	5.83	5.69	5.32	5.12	4.23
T4	8.50	8.18	8.10	7.87	7.66	7.43	5.43	5.32	5.12	5.02	4.63
T5	6.65	6.33	6.12	5.89	5.68	5.45	6.02	5.96	5.46	5.36	4.58

Fuente: elaboración propia

**Tabla 08:** Análisis de CE, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.

Conductividad Eléctrica (2da. réplica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T1	8.77	6.83	6.74	8.09	6.30	6.07	5.89	5.74	5.45	5.32	5.12
T2	7.05	8.64	8.56	6.33	8.12	7.89	6.78	6.56	5.63	5.41	5.10
T3	8.50	6.80	6.71	7.87	6.27	6.04	6.77	6.66	5.96	5.56	5.00
T4	6.65	8.21	8.12	5.89	7.68	7.45	6.54	6.32	6.02	5.96	5.63
T5	6.24	6.24	6.10	5.87	5.66	5.43	6.34	6.12	5.48	5.32	5.02

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En las tablas N° 07 y 08 se muestran los valores de conductividad eléctrica, de las siete primeras fechas de monitoreo desde el día 0 al día 36, donde se aprecian resultados de CE entre 8.77 mmho/cm a 6.10 mmho/cm., siendo estos valores un poco altos para este tipo de proceso, sobrepasan el rango ideal establecido por la norma chilena, a partir del día 42 al día 60 se observan variaciones en los resultados entre 6.66 a 4.12 mmho/cm valores que indican un compost maduro, resaltando el resultado más óptimo en el T3 de la segunda repetición con 5.00 mmho/cm.

**Tabla 09:** Análisis de temperatura (°C), cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.

TEMPERATURA (1ra. Réplica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T0	42	41	38	36	36	34	32.5	33	30	27.5	27
T1	41	41	37	36	35.5	34	32	32	29	27	26
T2	45	41	37	36	35.5	34	32	32	29.5	27.5	26
T3	44	42	37	36	36	34	32	32	29	27	27
T4	43	42	38	36	35.5	34	34	33	29.5	27	26.5
T5	45	42.5	37.5	36	36.5	34.5	33	32.5	30	26.5	26.5

Fuente: elaboración propia

**Tabla 10:** Análisis de temperatura (°C), cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.

TEMPERATURA (2da replica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T1	42	41.5	38	36.5	35	35	32	32	29	27	26.5
T2	45	41.5	38	36	36	35	32	32	29	28	27
T3	45	41.5	38	36	37	34	32	32.5	29.5	26	27
T4	45	41	38	36	34.5	34	32	32	30	27	26.5
T5	45	41	38	36	36	34	32	32	30	27	26

Elaboración propia

**Interpretación:** Así mismo en la tabla 09 y 10 se exponen resultados de la temperatura en un periodo de 60 días, donde en los días 0 y 6 se observan temperaturas altas entre 41° C y 45° C, rango ideal al inicio de este proceso, a partir del día 12 se observa que la temperatura va descendiendo lentamente, desde el día 48 al 60 se aprecia una regulación, obteniendo una temperatura ambiente lo que indica un proceso correcto de compost maduro (según la FAO).

**Tabla 11:** Análisis de materia orgánica, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.

MATERIA ORGÁNICA (1ra. Replica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T0	69.18	53.70	52.22	51.18	49.36	48.76	47.68	43.23	35.98	30.16	20.73
T1	68.31	53.73	52.13	50.98	49.98	49.27	48.32	43.58	35.58	29.42	21.50
T2	69.32	54.18	52.18	50.16	49.23	48.32	47.50	43.91	36.11	29.15	22.87
T3	69.35	52.74	50.32	48.77	47.25	46.46	46.10	42.16	35.96	29.12	20.15
T4	69.23	52.21	50.24	48.54	47.89	46.79	45.91	42.11	35.83	28.14	20.98
T5	68.32	52.54	51.18	49.17	48.11	47.21	46.23	42.83	35.10	28.17	20.92

Fuente: elaboración propia

**Tabla 12:** Análisis de materia orgánica, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.

MATERIA ORGÁNICA (2da replica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T1	69.36	53.52	51.98	50.25	48.96	48.18	47.92	42.33	36.61	29.32	20.14
T2	69.32	53.73	50.24	48.53	46.89	45.94	47.10	42.21	35.10	29.33	20.10
T3	68.93	52.29	50.32	49.16	47.32	46.47	46.11	42.11	35.28	28.45	22.62
T4	69.32	51.89	50.93	49.13	47.35	46.85	45.93	42.13	35.31	28.61	21.25
T5	68.69	52.31	51.36	48.96	46.85	46.36	45.33	42.10	35.83	28.11	20.94

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** Las tablas N° 11 y 12 muestran los valores obtenidos de MO, que se establecen dentro los porcentajes normales de la etapa termófila, a partir del día 36 se percibe variaciones significativas respecto a las 3 primeras semanas, en el día 60 se obtuvieron resultados más favorables en los T3 de la primera repetición y T5 de la segunda repetición, llegando estos, a valores entre 20.15% y 20.94% óptimos de materia orgánica para un compost maduro, de acuerdo al rango ideal establecido por la FAO.

**Tabla 13:** Análisis de Humedad, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.

HUMEDAD (%) (1ra. Réplica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T0	59.56	52.53	48.23	47.45	47.14	46.84	46.12	47.16	44.32	42.99	41.23
T1	58.52	52.47	47.23	46.53	46.18	45.65	44.95	47.58	43.28	42.34	40.37
T2	57.23	49.50	48.12	47.45	46.96	46.16	45.96	46.91	44.16	43.28	41.16
T3	58.25	51.17	45.05	45.11	44.18	43.52	42.33	45.16	41.33	40.58	39.22
T4	58.25	49.22	46.25	46.16	45.73	44.97	44.27	45.11	42.32	41.32	40.11
T5	59.56	49.31	46.45	46.28	45.65	44.99	44.13	45.83	42.22	41.31	39.82

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14:** Análisis de Humedad, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.

HUMEDAD (%) (2da. replica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T1	56.23	52.04	48.45	47.55	46.99	46.13	45.14	47.33	43.12	42.81	41.32

T2	56.25	51.54	46.25	46.13	45.73	44.97	45.71	46.21	44.38	43.13	41.98
T3	57.95	48.94	46.56	45.89	45.12	44.38	44.15	45.11	42.32	41.19	39.12
T4	59.56	48.88	45.58	45.53	44.91	44.11	43.99	45.13	42.14	41.73	40.22
T5	58.53	49.14	46.26	46.89	45.02	44.23	43.37	45.10	41.25	40.41	39.85

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En las tablas 13 y 14 se aprecian porcentajes de humedad donde en el día 0 se obtuvo una variabilidad entre 59.56% y 56.23%, porcentajes dentro de lo normal en la etapa inicial de compost, a partir de los días 30 y 36 se percibe un declive en los porcentajes de humedad, entre 46.84% y 42.33% en ambas repeticiones, en el día 60 se puede observar que la humedad alcanzó porcentajes óptimos de un compost maduro, entre 41.98% y 39.12% en ambas repeticiones según el nivel determinado por la FAO, la humedad es de 30% al 40%.

**Tabla 15:** Análisis de Ceniza, cada 6 días por 60 días, 1ra. Réplica.

CENIZA (%) (1ra. Replica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T0	50.60	50.83	50.30	50.12	50.00	49.91	51.23	50.25	50.14	50.00	49.23
T1	62.60	62.83	62.30	62.12	62.00	61.91	60.25	60.12	59.63	59.56	52.32
T2	51.40	51.63	51.10	50.92	50.80	50.71	52.12	51.36	50.56	50.32	54.25
T3	60.10	60.33	59.80	59.62	59.50	59.41	57.53	56.86	54.25	53.56	56.45
T4	54.10	54.33	53.80	53.62	53.50	53.41	51.23	50.74	49.69	49.41	49.00
T5	58.46	58.69	58.16	57.98	57.86	57.77	56.23	55.89	54.12	53.25	52.12

Fuente: elaboración propia

**Tabla 16:** Análisis de Ceniza, cada 6 días por 60 días, 2da. Réplica.

CENIZA (%) (2da. replica)											
Tratamientos	0 días inicial	6 días	12 días	18 días	24 días	30 días	36 días	42 días	48 días	54 días	60 días
T1	51.40	62.67	51.32	51.13	62.01	61.92	60.63	59.00	58.46	57.45	56.58
T2	60.10	51.68	59.96	59.77	51.02	50.93	49.89	48.25	48.00	47.36	55.58
T3	54.10	60.32	53.81	53.62	59.66	59.57	58.45	57.45	56.36	55.25	57.36
T4	58.46	54.17	58.19	58.00	53.51	53.42	52.36	51.36	50.45	49.89	48.75
T5	58.55	58.55	58.19	58.01	57.89	57.80	56.89	55.89	54.56	53.89	52.36

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En las tablas N° 15 y 16 se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de ceniza, no se registraron cambios significativos entre el día 0 y el día 60, sin embargo, el contenido de cenizas en el compost final fue de 56.45% para el T3 del tratamiento principal, así mismo, en la segunda repetición en el T3 se obtuvo un resultado más óptimo de 57.36%, por lo que esta acumulación de ceniza se considera como un buen indicador de descomposición, es decir mayor acumulación representa un alto grado de degradación; según Waqas et al. 2019, en su artículo, “Untapped potential of zeolites in optimizing food waste composting”

**Tabla 17:** Análisis de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, cada 15 días por 60 días

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> nitrato					
Tratamientos	0 días inicial	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	7.22	6.74	5.60	4.87	4.25
T1	8.52	8.13	7.30	4.96	4.47
T2	7.67	7.29	6.33	4.87	4.21
T3	7.36	6.98	6.02	5.14	4.26
T4	7.29	6.93	5.84	5.05	4.52
T5	5.84	5.47	4.52	4.34	4.21

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** La tabla N° 17 representa los resultados del nitrato cuyo análisis se realizó cada 15 días, en un periodo de 60 días, el contenido de este se incrementó en los primeros días de acuerdo al proceso de amonificación entre los 15 y 30 días no hubo cambio significativo, después del día 45 el proceso de nitrificación mejoró, ya que el pH se volvió a una escala neutral, favoreciendo la formación del nitrato; según Waqas et al. 2019, en su artículo,

“Untapped potential of zeolites in optimizing food waste composting”

**Tabla 18:** Análisis de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> cada 15 días por 60 días



NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Amonio					
Tratamientos	0 días inicial	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	2.10	1.96	1.63	1.42	1.24
T1	2.48	2.36	2.12	1.44	1.30
T2	2.23	2.12	1.84	1.42	1.22
T3	2.14	2.03	1.75	1.49	1.24
T4	2.12	2.02	1.70	1.47	1.31
T5	1.70	1.59	1.31	1.26	1.22

Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 18 se muestran valores alcanzados del Amonio NH<sub>4</sub><sup>+</sup> cuyo análisis se realizó cada 15 días, en un periodo de 60 días, los valores iniciales que se obtuvieron en el día 0, donde no existe diferencia significativa entre los días de análisis, inicial ni post tratamiento. según Waqas et al. 2019, en su artículo, “Untapped potential of zeolites in optimizing food waste composting”

**Tabla 19:** Análisis de relación C/N cada 15 días por 60 días

Relación C/N					
Tratamientos	0 días inicial	15 días	30 días	45 días	60 días
T0	34:1	24:1	22:1	18:1	18:1
T1	32:1	22:1	19:1	19:1	19:1
T2	29:1	22:1	18:1	19:1	18:1
T3	36:1	21:1	18:1	18:1	18:1
T4	32:1	20:1	18:1	18:1	18:1
T5	36:1	21:1	18:1	18:1	18:1

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la tabla 19 se revelan resultados obtenidos de C/N, donde en el día 0, se observan valores entre 36:1 a 29:1, a partir del día 30 hasta el día 60, se muestra un descenso favorable en los valores entre 22:1 y 18:1 que según la norma chilena se consideran dentro del rango ideal.

**Tabla 20:** Análisis de Coliformes totales, cada 30 días 1ra. Réplica.

<b>Coliformes totales (NMP) (1ra. Replica)</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>
T0	2.56	4.33
T1	2.14	3.91
T2	1.36	3.13
T3	1.12	1.89
T4	2.63	1.40
T5	1.12	1.89

Fuente: elaboración propia

**Tabla 21:** Análisis de Coliformes totales, cada 30 días 2da. Réplica.

<b>Coliformes totales (NMP) (2da. Replica)</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>
T1	2.06	3.50
T2	1.63	2.07
T3	1.78	1.22
T4	1.54	0.98
T5	1.56	1.00

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En las tablas 20 y 21 se muestran los resultados del NMP de Coliformes totales a los 30 días y a los 60 días, es decir el post tratamiento, Al realizar la evaluación microbiológica se puede observar que el NMP de bacterias *Coliformes Totales* es muy baja casi nula, según la norma chilena 2880, tanto en la fecha inicial como en la final, en la mayor parte de las muestras; ya que en ninguna de estas se adicionó y/o aplicó ningún tipo de material fecal, por lo que se descarta la manifestación de microorganismos patógenos en las muestras.

**Tabla 22:** Análisis de *Escherichia coli*, cada 30 días 1ra. Réplica.

<b><i>Escherichia coli</i> UFC/g</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>
T0	<10	<10
T1	<10	<10
T2	<10	<10
T3	<10	<10
T4	<10	<10
T5	<10	<10

Fuente: elaboración propia

**Tabla 23:** Análisis de *Escherichia coli*, cada 30 días 2da. Réplica.

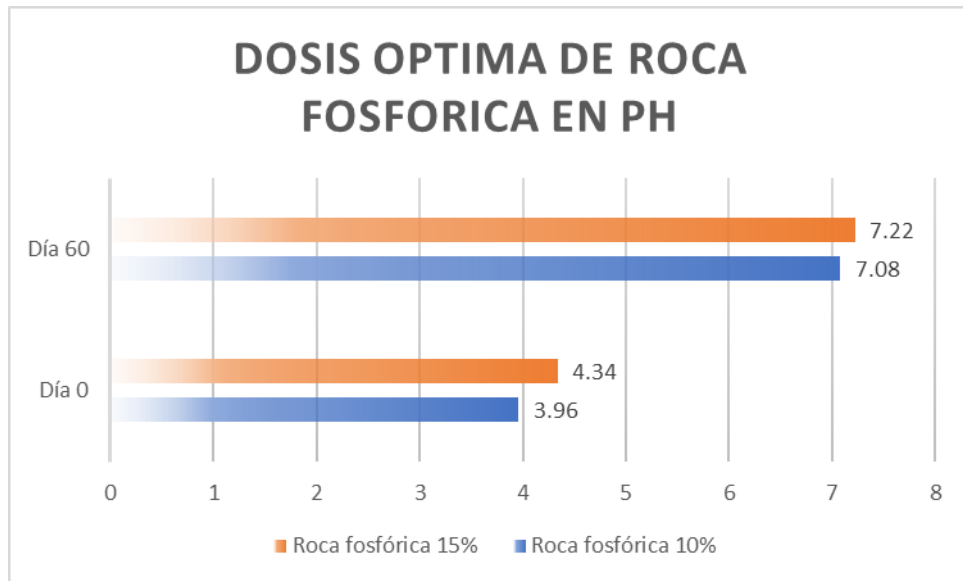
<b><i>Escherichia coli</i> UFC/g</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>30 días</b>	<b>60 días</b>
T1	<10	<10
T2	<10	<10
T3	<10	<10
T4	<10	<10
T5	<10	<10

Fuente: elaboración propia

### **Interpretación:**

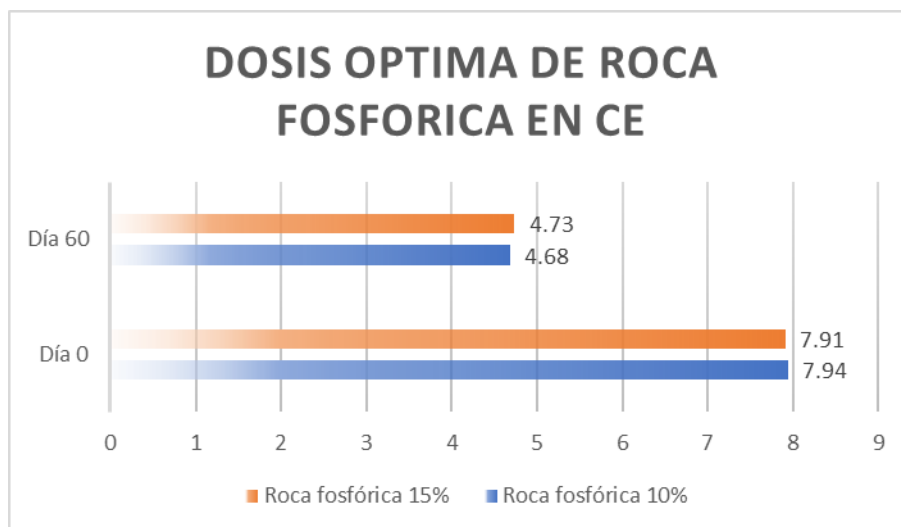
En las tablas 22 y 23 muestran valores obtenidos de *E. coli* a los 30 y 60 días, los cuales se representan en unidades formadoras de colonias (UFC), según estos resultados el compost con inoculación de MM y aplicación de roca fosfórica no se vio afectado por la concentración de *E. coli*, en ninguno de los tratamientos ya que, en todos, la presencia de este patógeno fue negativa, en el día 30 y el día 60.

#### **4.2. Analizar la dosis óptima de roca fosfórica para la elaboración de compost con residuos sólidos orgánicos.**



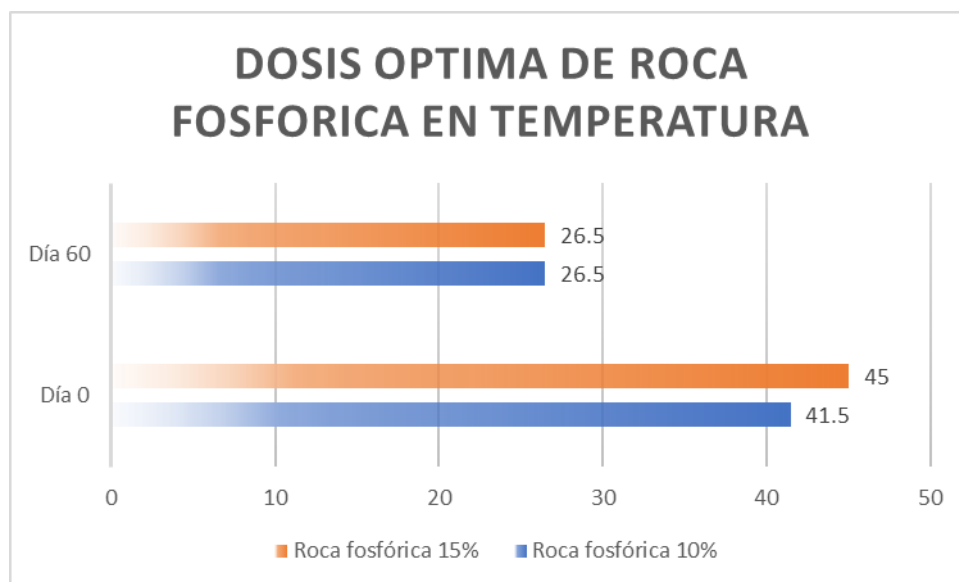
**Figura 07:** Dosis óptima de roca fosfórica en pH. Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En la figura N° 07 se expresan resultados de pH en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, en el día 0 se obtuvo 3.96 en el T1(10%) y 4.34 en el T2 (15%), tomados de la primera repetición, encontrándose estos en una escala de pH ácido; En el día 60 se puede ver una diferencia significativa entre el valor inicial y final, en el T1 (10%) con 7.08 y en el T2 (15%) 7.22, reconociendo al T2 como la dosis óptima para producir un compost de mejor calidad aplica norma FAO.



**Figura 08:** Dosis óptima de roca fosfórica en conductividad eléctrica

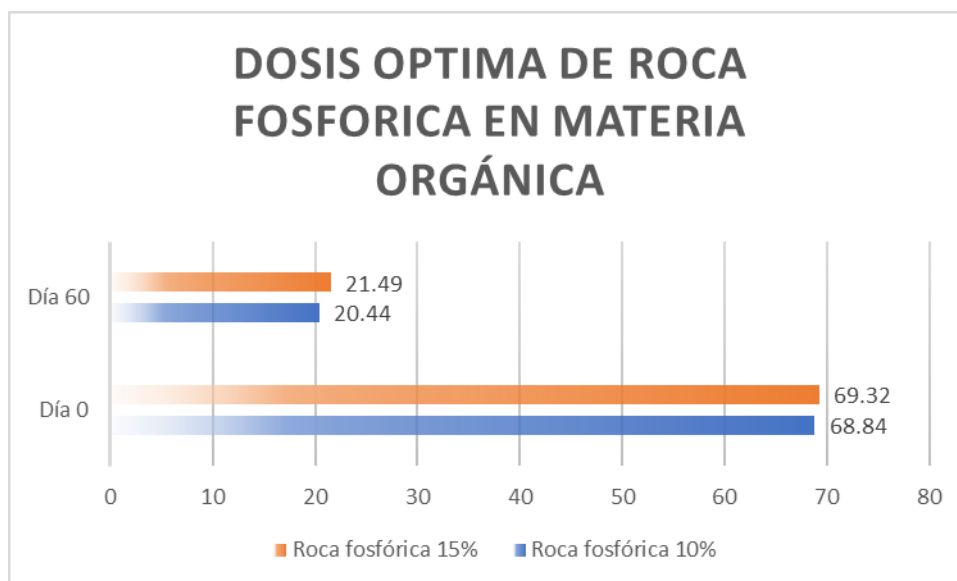
**Interpretación:** En la figura N° 08 se muestran los resultados de conductividad eléctrica en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, donde al promediar los resultados de ambas repeticiones en el día 0 se manifiesta que no existen diferencias significativas en los tratamientos T1 con 7.91 y T2 con 7.94; sin embargo, entre la fecha inicial y final si hay diferencia significativa descendiendo el T1 a 4.68 y el T2 a 4.73, siendo más óptima la dosis de RF al 15%.



**Figura 09:** Dosis óptima de roca fosfórica en temperatura °C

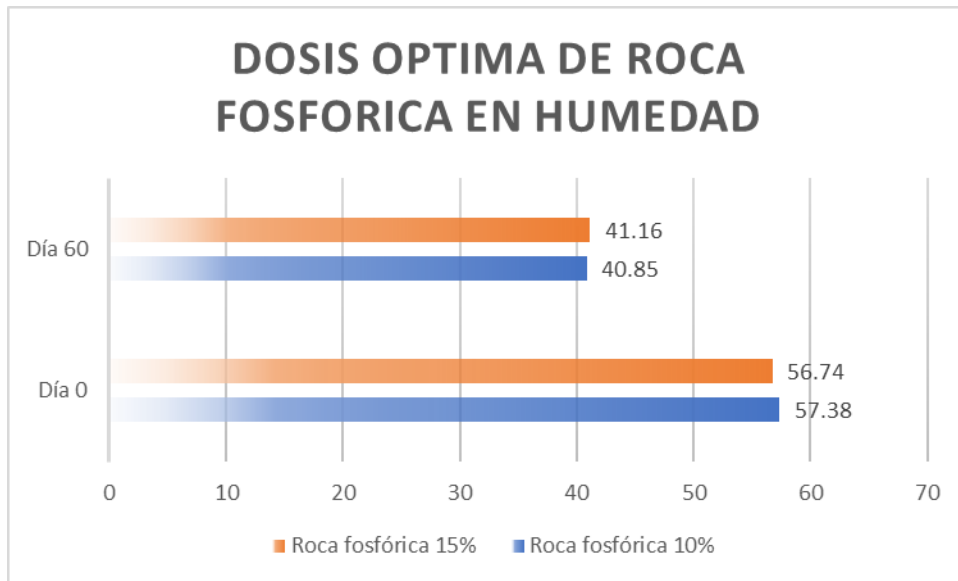
**Interpretación:** En la figura N° 09 se muestran los resultados de temperatura en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, en el día 0 el T2 al 15% se muestra la temperatura más alta de 45°C rango ideal en el análisis inicial, mientras que el T1 al 10% alcanzó solo 41.5°C,

en el día 60 se puede ver que ambos tratamientos descendieron a temperatura ambiente.



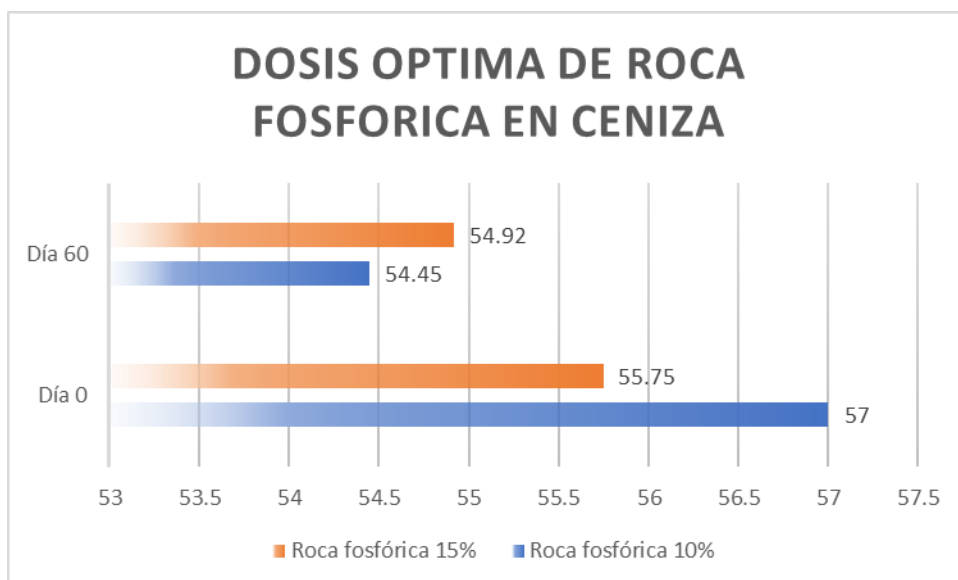
**Figura 10:** Dosis óptima de roca fosfórica en materia orgánica

**Interpretación:** En la figura N° 10 se muestran los resultados de materia orgánica en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, se observa que en el día 0 se obtuvo porcentajes de 69.32% en el T2 al 15% y 68.84% en el T1 al 10%; al día 60 se puede ver la diferencia significativa en ambos tratamientos; en cambio, el T1 un resultado más óptimo con 20.44% de Materia orgánica, indicador de un compost maduro.



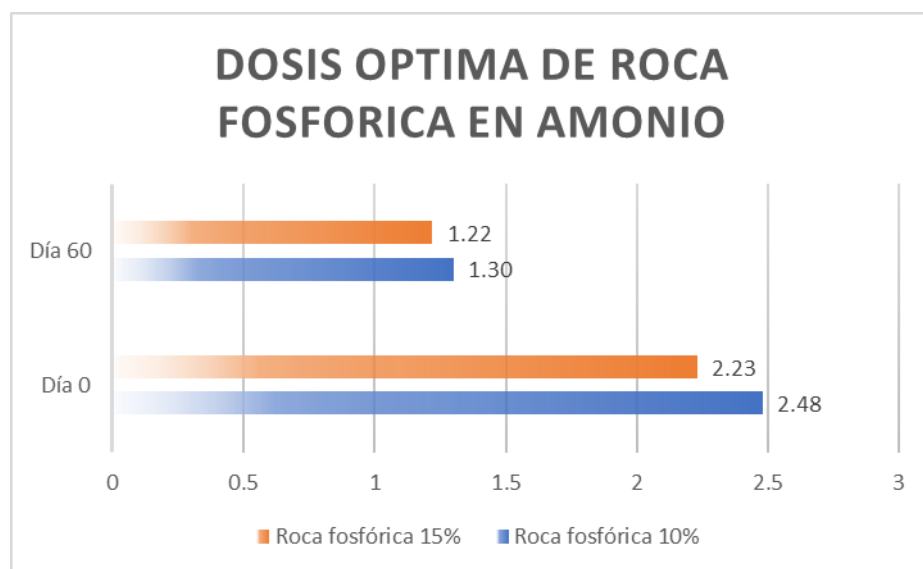
**Figura 11:** Dosis óptima de roca fosfórica en humedad. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** En la figura N° 11 se muestran los resultados de humedad en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, en el día 0 el T1 contenía 57.38% de humedad y el T2 contenía 56.74% de humedad, en el día 60 se observan que en ambos tratamientos la humedad se redujo a 40.85% en el T1 y 41.16% en el T2, dichos valores se encuentran en el rango ideal para un compost maduro.



**Figura 12:** Dosis óptima de roca fosfórica en ceniza. Fuente: elaboración propia.

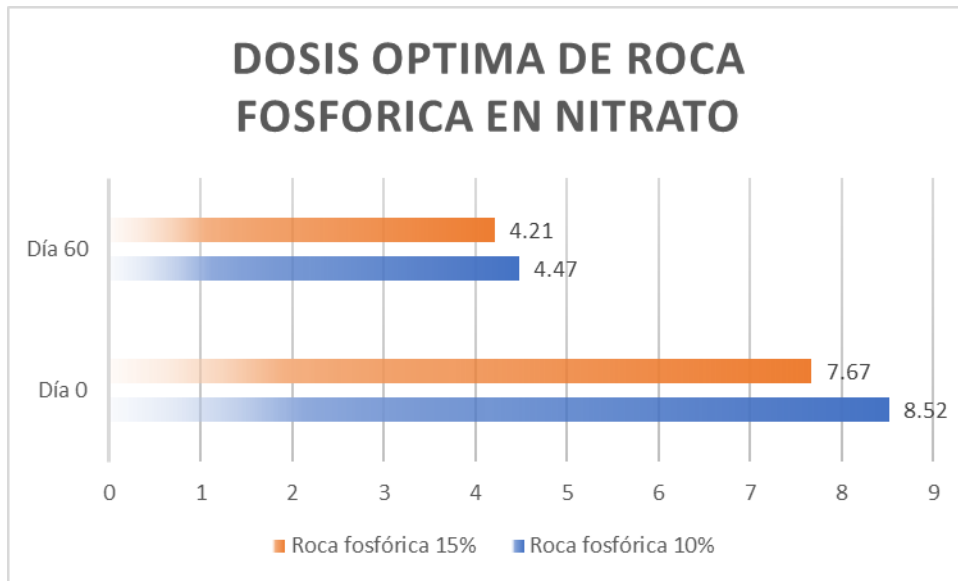
**Interpretación:** En la figura N° 12 se exponen los resultados de ceniza en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, el contenido de ceniza en el día 60 se representan los valores del T1 con 57% y el T2 con 55.75%, en el día 0 no existe diferencia significativa con respecto al día inicial, el T1 con 54.45 y T2 con 54.92 tampoco existe diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, son bastante aceptables ya que a más acumulación de ceniza se logre mayor será la degradación.



**Figura 13:** Dosis óptima de roca fosfórica en amonio. Fuente: elaboración propia.

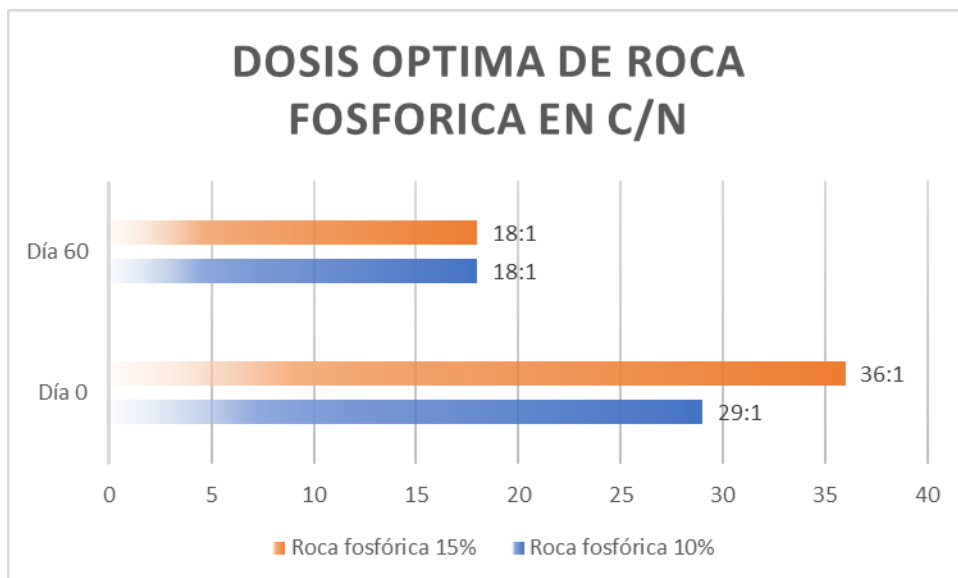
**Interpretación:** En la figura N° 13 se muestran los resultados de amonio en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, en el día 0 se obtuvo 2.48 en el T1 y 2.23 en el T2, al día 60, se obtuvo 1.30 en el T1 y 1.22 en el T2.





**Figura 14:** Dosis óptima de roca fosfórica en nitrato. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** En la figura N° 14 se señalan los resultados de nitrato en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, se observa en el día 60, valores de 8.52 para el T1 y 7.67 para el T2, en el día 60 un descenso de 4.47 en el T1 y 4.21 en el T2.



**Figura 15:** Dosis óptima de roca fosfórica en Carbono/Nitrógeno. Fuente: elaboración propia.

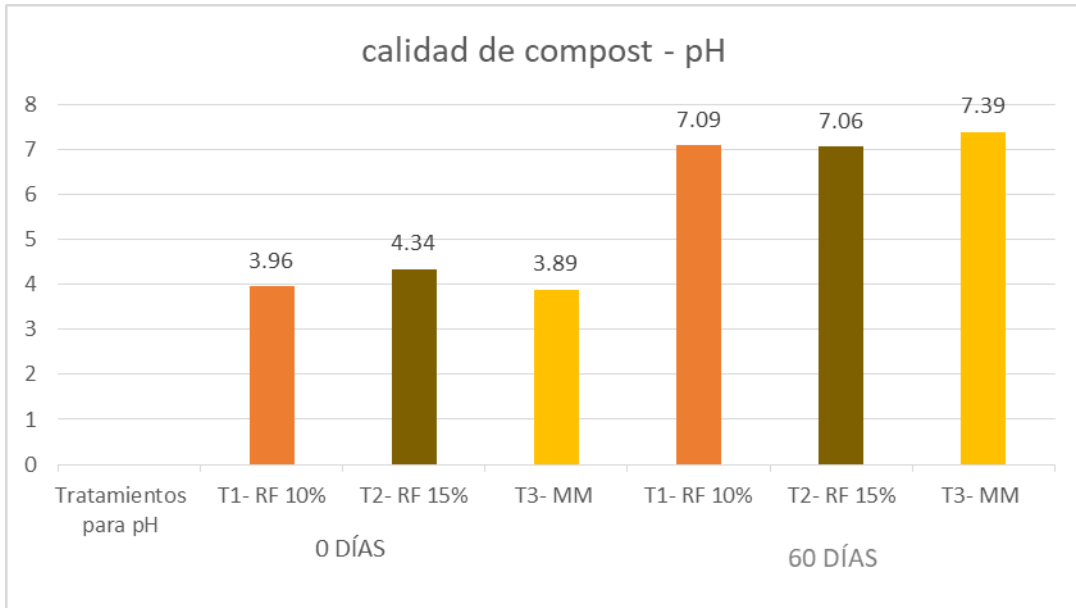
Interpretación: En la figura N° 15 se muestran los resultados de relación C/N en los tratamientos que contienen roca fosfórica al 10% y 15%, en el día 0 se obtuvo para el T1 29:1 y para el T2 36:1, en el día 60 se obtuvieron los valores óptimos de rango ideal con 18:1 para ambos tratamientos demostrando que no hubo diferencia entre tratamientos, pero sí hubo diferencia significativa entre el día inicial y final.

**4.3. Analizar la calidad de compost de residuos sólidos orgánicos obtenido con el uso de microorganismos eficiente de montaña y roca fosfórica.**

**Tabla 24:** pH para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.

ensayo experimental	Calidad de compost - pH		Rango ideal – compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	3.96	7.09	6.5- 8,5
Roca fosfórica 15%	4.34	7.06	
Microorganismos de montaña	3.89	7.39	

Fuente: Elaboración Propia



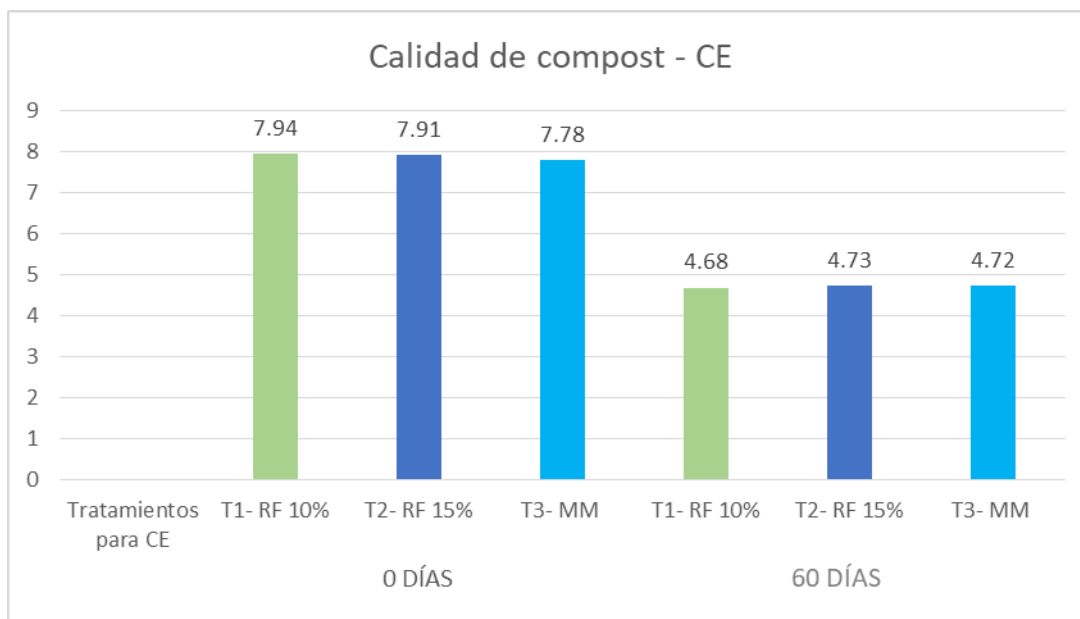
**Figura 16:** pH para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** en la tabla 24 y la figura 16 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos, donde pH más óptimo se obtuvo en el T3 con microorganismos de montaña en una escala 7.39 (neutral).

**Tabla 25:** Conductividad eléctrica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.

ensayo experimental	Calidad de compost - CE (mmho/cm)		Rango ideal – compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	7.94	4.68	5
Roca fosfórica 15%	7.91	4.73	
Microorganismos de montaña	7.78	4.72	

Fuente: Elaboración propia



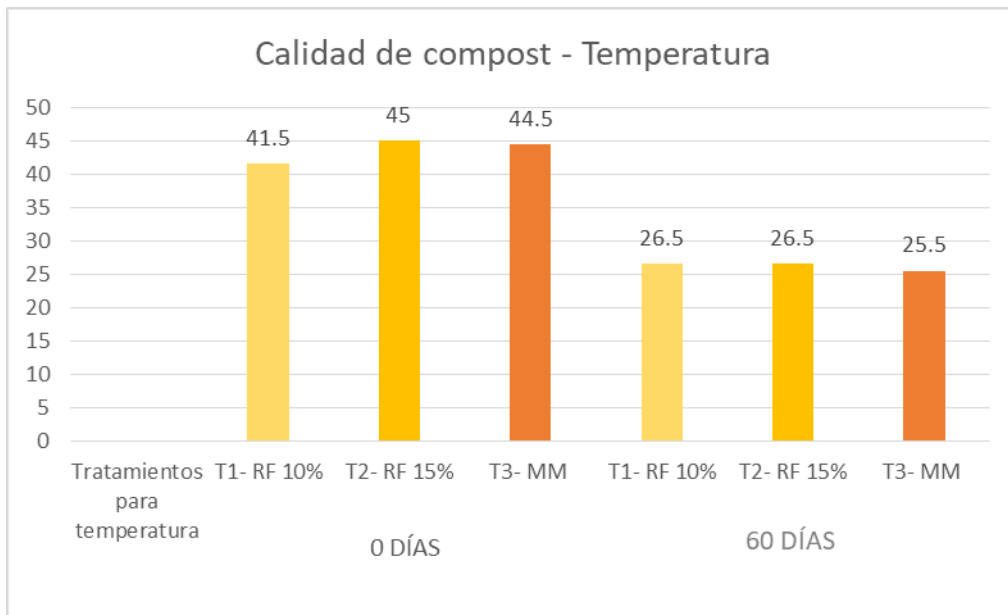
**Figura 17:** Conductividad eléctrica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** En la tabla 25 y la figura 17 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos en cuanto a conductividad eléctrica, donde no se observa diferencia significativa entre los tratamientos T1 (4.68), T2 (4.73) y T3 (4.72), sin embargo, están cerca del rango ideal para compost maduro.

**Tabla 26:** Temperatura para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica

ensayo experimental	Calidad de compost - temperatura (°C)		Rango ideal – compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	41.5	26.5	25 - 28
Roca fosfórica 15%	45	26.5	
Microorganismos de montaña	44.5	25.5	

Fuente: elaboración propia



**Figura 18:** Temperatura para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia. Fuente: elaboración propia.

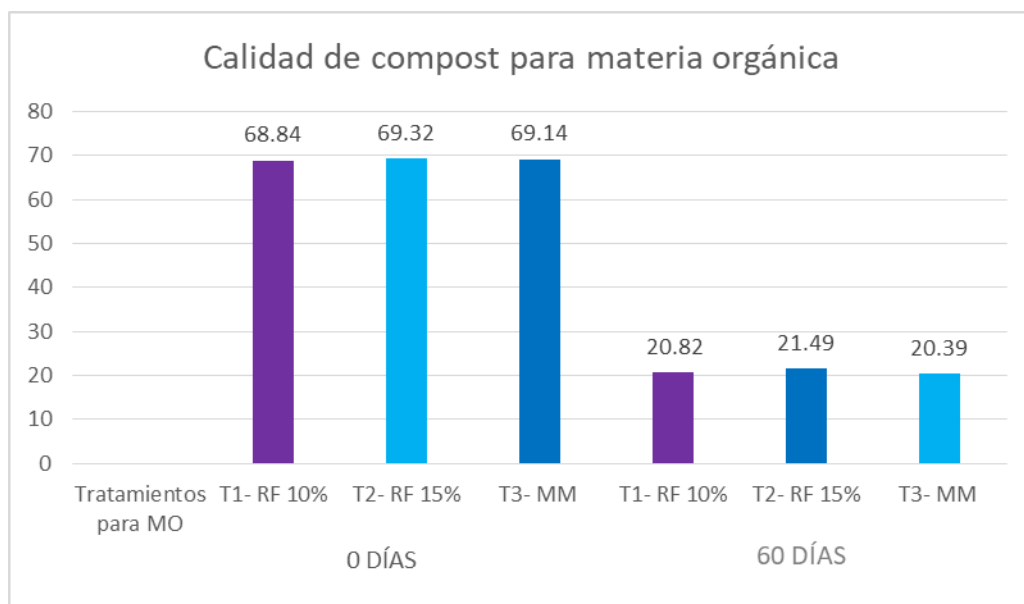
**Interpretación:** En la tabla 26 y figura 18 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM, para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a temperatura, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos del día 60 ya que todos lograron llegar a temperatura ambiente.

**Tabla 27:** Materia orgánica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.

ensayo experimental	Calidad de compost - materia orgánica(%)		Rango ideal – compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	68.84	20.82	≥20
Roca fosfórica	69.32	21.49	

15%			
Microorganismos de montaña	69.14	20.39	

Fuente: elaboración propia



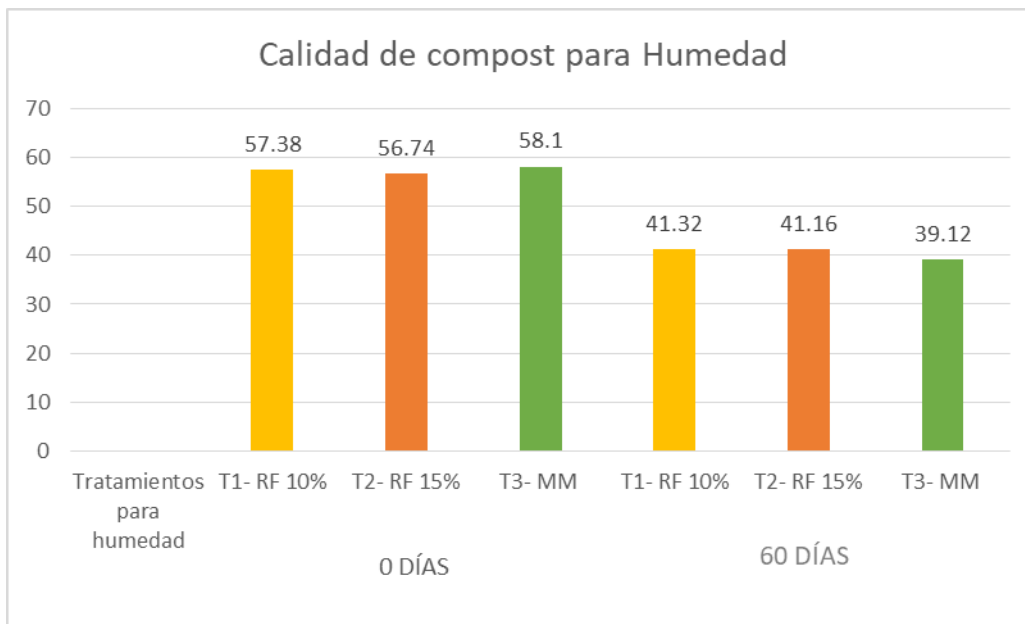
**Figura 20:** Materia orgánica para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** en la tabla 27 y la figura 20 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a materia orgánica, en el día 0 se observa un alto porcentaje de materia orgánica en los 3 tratamientos con una variabilidad entre 69.32% y 68.84%; en el día 60, se obtuvo una humedad óptima en los tratamientos T1 con 20.82% y T3 con 20.39%.

**Tabla 28:** Humedad para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica

ensayo experimental	Calidad de compost - Humedad (%)		Rango ideal - compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	57.38	41.32	30 - 40
Roca fosfórica 15%	56.74	41.16	
Microorganismos de montaña	58.10	39.12	

Fuente: elaboración propia



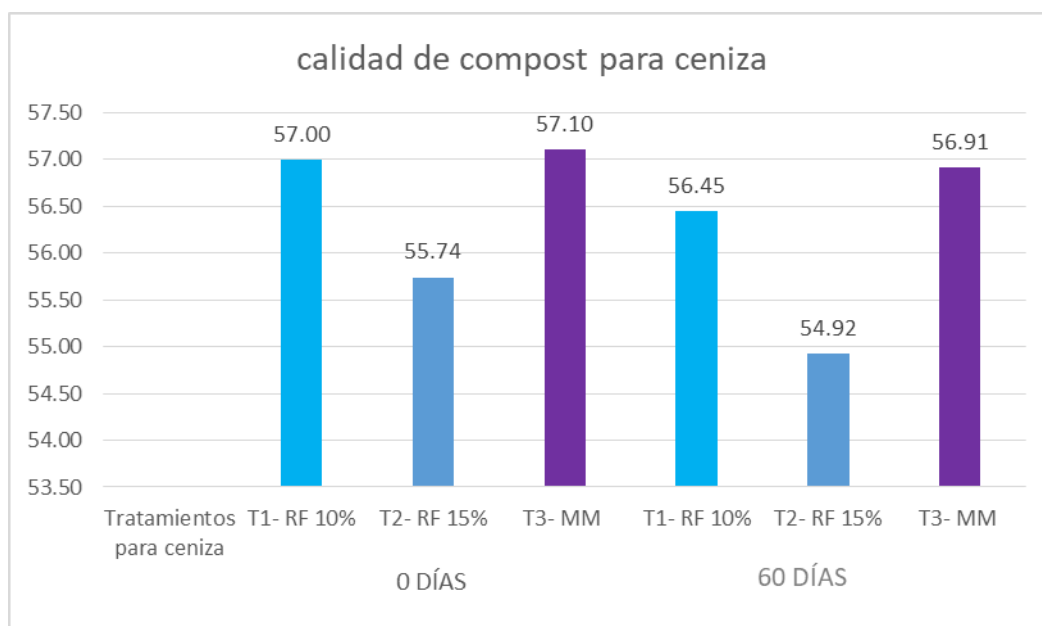
**Figura 21:** Humedad para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** En la tabla 28 y la figura 21 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM, para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a Humedad, en el T1 se obtuvo un valor de 41.32%, en el T2 41.16% y el T3 39.12%, siendo el T3 el tratamiento más óptimo respecto a humedad según los parámetros FAO.

**Tabla 29:** Ceniza para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica

ensayo experimental	Calidad de compost - ceniza (%)		Rango ideal - compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	57.00	56.45	55 - 60
Roca fosfórica 15%	55.75	54.92	
Microorganismos de montaña	57.10	56.91	

Fuente: elaboración propia



**Figura 22:** Ceniza para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

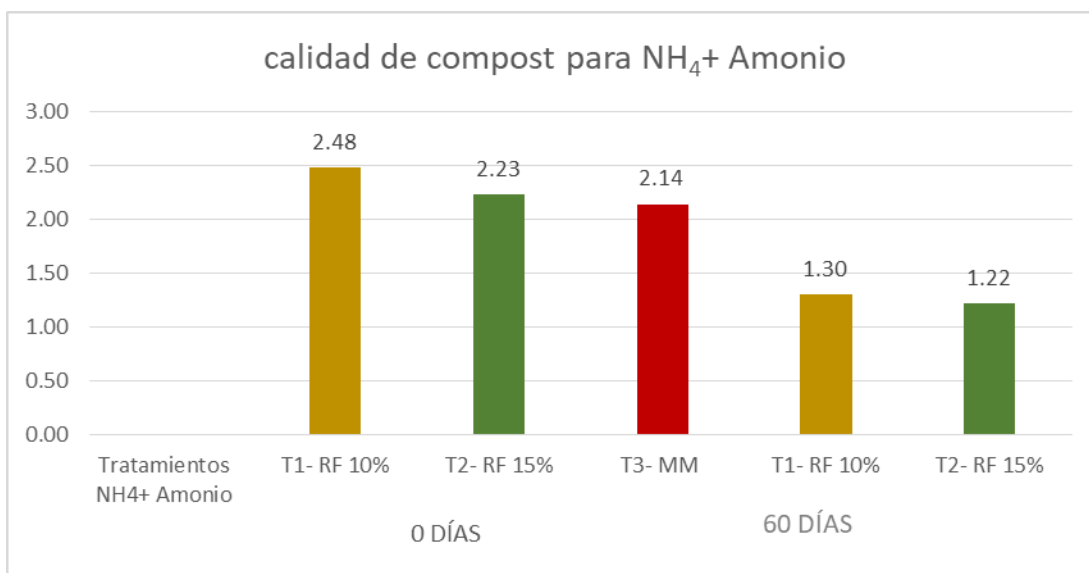
**Interpretación:** En la tabla 29 y la figura 22 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM, para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a Ceniza, en el T1 con 55.45%, en el T2 con 54.92 y el T3 con 56.91%; siendo el más óptimo el tratamiento T1 con 56.9% ya que a mayor cantidad de ceniza se reporte mayor es la degradación.



**Tabla 30:**  $\text{NH}_4^+$  Amonio para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica

ensayo experimental	Calidad de compost - $\text{NH}_4^+$ Amonio (mg/L)		Rango ideal – compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	2.48	1.30	5 - 77
Roca fosfórica 15%	2.23	1.22	
Microorganismos de montaña	2.14	1.24	

Fuente: elaboración propia



**Figura 23:** Amonio  $\text{NH}_4^+$  para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

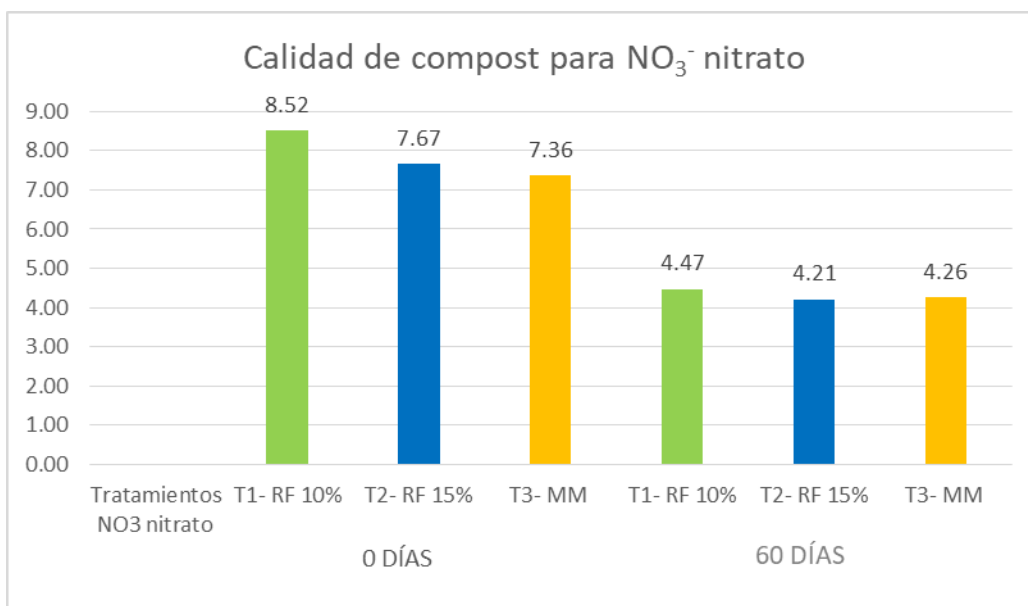
**Interpretación:** En la tabla 30 y la figura 23 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM, para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a Amonio  $\text{NH}_4^+$ , en el día 0 no se observan diferencias significativas entre los tratamientos ya que varían

entre 2.14, 2.23 y 2.48, al día 60, se obtuvo una disminución de los valores iniciales, sin embargo, indican que el producto final es óptimo ya que NO<sub>3</sub> debe ser superior.

**Tabla 31:** NO<sub>3</sub><sup>-</sup> nitrato para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.

ensayo experimental	Calidad de compost NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> nitrato (mg/L)		Rango ideal – compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	8.52	4.47	5 – 77
Roca fosfórica 15%	7.67	4.21	
Microorganismos de montaña	7.36	4.26	

Fuente: elaboración propia



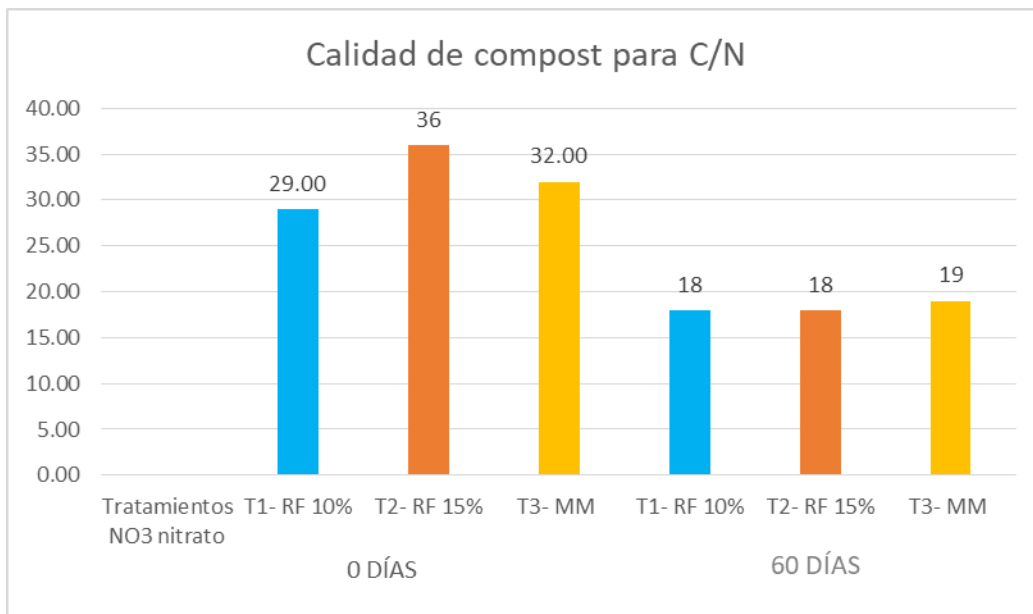
**Figura 24:** Nitrato NO<sub>3</sub><sup>-</sup> para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** En la tabla 31 y la figura 24 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM, para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a nitrato NO<sub>3</sub>, donde en el día 0 se observan valores entre 8.52 y 7.36 sin diferencia significativa entre tratamientos, en el día 60 los valores de NO<sub>3</sub> disminuyeron su valor inicial, durante todo el proceso de compostaje, llegando el T1 4.47 a, el T2 a 4.21 y el T3 a 4.26.

**Tabla 32:** C/N para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica.

ensayo experimental	Calidad de compost C/N		Rango ideal – compost maduro
	0 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	29	18	10 – 25
Roca fosfórica 15%	36	18	
Microorganismos de montaña	32	19	

Fuente: elaboración propia



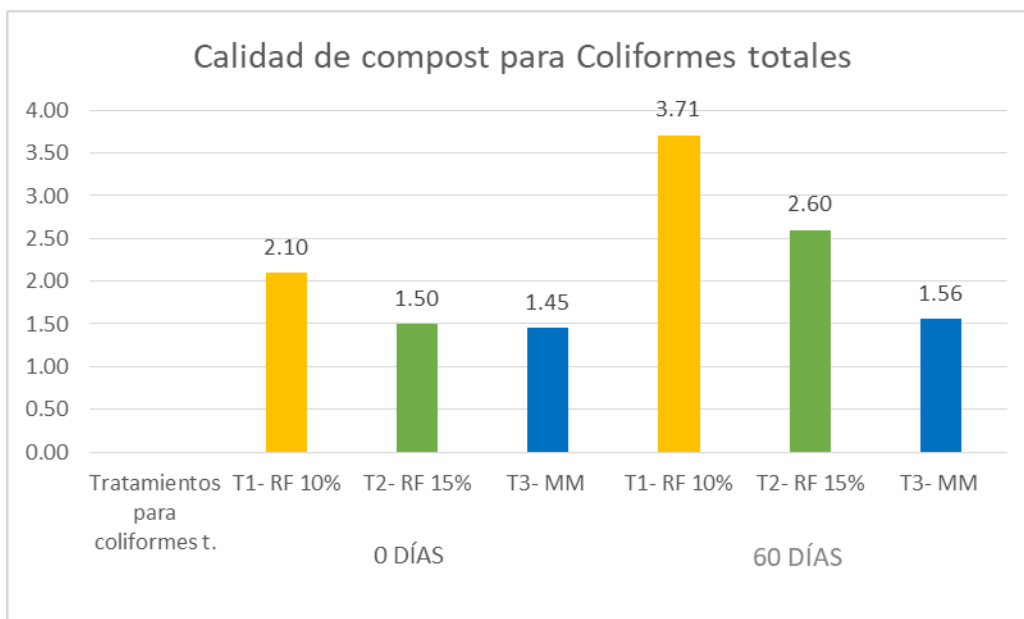
**Figura 25:** Relación C/N para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** En la tabla 32 y la figura 25 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM, para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a la relación C/N, donde en el día 0 se observa al T1 con 32, al T2 con 29 y al T3 con 36; al pasar los 60 días de proceso de compostaje se puede observar las variaciones en los 3 tratamientos, obteniendo el T1 18, el T2 18 y el T3 19, indicando un rango ideal para un compost maduro.

**Tabla 33:** *Coliformes totales* para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica

ensayo experimental	Calidad de compost <i>Coliformes Totales</i>		Rango ideal – compost maduro
	30 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	2.10	3.71	<1000
Roca fosfórica 15%	1.50	2.60	
Microorganismos de montaña	1.45	1.56	

Fuente: elaboración propia



**Figura 26:** *Coliformes Totales* para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica. Fuente: elaboración propia.

**Interpretación:** En la tabla 33 y la figura 26 se representan los valores obtenidos de los T1 RF 10% –, T2- RF 15%, y T3- MM, para ver la calidad de cada uno de los 3 tratamientos con respecto a *Coliformes totales*, donde no se observan diferencias significativas entre la fecha inicial y final, tampoco existen diferencias entre los tratamientos, puesto que los valores están muy por debajo del rango ideal establecido por la norma chilena 2880 – 2003 ya que en ninguna de estas se adicionó y/o aplicó ningún tipo de material fecal.

**Tabla 34:** *Escherichia coli* para la calidad de compost con microorganismos de montaña y roca fosfórica

ensayo experimental	Calidad de compost <i>E. coli</i> UFC/g		Norma chilena 2880 y guía FAO-compost maduro
	30 días	60 días	
Roca fosfórica 10%	<10	<10	<10
Roca fosfórica 15%	<10	<10	
Microorganismos de montaña	<10	<10	

Fuente: elaboración propia

### Interpretación:

Según los resultados obtenidos del compost con inoculación de MM y aplicación de roca fosfórica, ningún tratamiento se vio afectado por la concentración de *E. coli*, ya que en todos se encontraron en <10 UFC, la presencia de este patógeno fue negativa.

## v. DISCUSIÓN

**OE1:** Los resultados mostraron que los tratamientos T3 con la adición de Microorganismos de Montaña, resultaron ser más óptimos en cuanto a pH, temperatura, humedad, CE, cenizas, relación C/N y madurez, además de la reducción del  $\text{NH}_4^+$  siendo estos los que más se apegaban a las etapas del compostaje durante los 60 días de tratamiento, considerándolos en el rango ideal para un compost maduro, resultados similares a la investigación de Wan et al.,(2019), en la etapa termófila del compostaje a comparación de los grupos control, se incrementó el pH mientras progresaba el ciclo de compostaje. Sugiriendo que la inoculación con los microorganismos fue útil para facilitar el proceso de compostaje, ya que redujo significativamente el  $\text{NH}_4^+$  contenido durante la etapa de enfriamiento. Además,  $\text{NO}_3^-$  aumentó después de la primera vuelta de pila en el día 10, observaron mejoras en la transformación del nitrógeno, los niveles de humificación y la madurez del compostaje; también Albarracín et al., 2018 indican C/N de 35:1 ajustada de acuerdo al porcentaje de humedad, Waqas et al. 2019, mencionaron que la EC y Materia orgánica se estabilizaron en los 60 días.

**OE2:** En la elaboración de compost se aplicó un porcentaje de 10% y 15% sobre el total y los resultados a los 60 días fueron comparados estadísticamente, por cada parámetro de estabilidad de compost resaltando la concentración de roca fosfórica al 15%, en el caso de pH (7.22 neutro), CE (4.73 mmho/cm), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$  ambiente), MO (20.41%), humedad (41.16%), ceniza (54.92%), amonio (1.22mg/L), nitrato (4.21 mg/L), relación C/N (18:1), la estabilidad y punto exacto de compost se logró frente a estos parámetros a los 60 días calendarios, asimismo Waqas et al., (2019) en su investigación aplicaron zeolita al 10% y 15% en diferentes tratamientos con el objetivo de determinar la dosis óptima para obtener un compost maduro. Los resultados de este estudio sugirieron la idoneidad de la adición de zeolita

natural modificada en un 15 % al total de residuos como la proporción óptima para el compostaje de residuos de alimentos con el fin de lograr un compost estable rico en nutrientes, Asimismo Motsim et al. (2020) en su artículo demuestran que la adición de roca fosfórica con RF inoculado1(fosfato de roca + cama de aves + Pseudomonassp.) sobre el control no inoculado y no tratado. Sin embargo, entre todos los otros tratamientos, es decir, RFEC2 (fosfato de roca + cama de aves solubilizada con Proteosp.), RFC (fosfato de roca + cama avícola); RPEC1 siguió siendo el mejor al mostrar aumentos en las propiedades químicas del suelo (fósforodisponible, nitrógeno nitrado, potasio extraíble), concluyen que el compost enriquecido con fosfato de roca (RF) inoculado (RPEC1) puede ser un sustituto de los costosos fertilizantes químicos.

**OE3:** Se realizó la comparación de 3 tratamientos T1 (Microorganismos de Montaña), T2 (Roca Fosfórica – 10%) y T3 (Roca Fosfórica – 15%).

**pH,** al inicio del proceso del compostaje, los valores de pH se encontraban entre una escala de 3.82 y 5.97 indicando un pH ácido, durante el proceso el compostaje fue estabilizando estos valores, en cada uno de los tratamientos en especial el T1(7.09), T2(06) y T3(7.39), logrando mantener el rango óptimo sugerido por la FAO (6.5- 8,5). Resultado comparable con la investigación de Chávez et al. 2019, que indican que el pH fue ascendiendo y al final del proceso se mantuvo en 7. Así mismo Camacho et al., 2018 indicaron que el pH se mantuvo dentro del rango óptimo de la FAO (6,5 – 8,5).

**CE,** la conductividad eléctrica es significativa para la aptitud de compost, todos los tratamientos de la segunda repetición después de los 60 días de proceso, se mantuvieron dentro del rango óptimo reportado por la norma chilena 2880.c2003 (5.00 mmho/cm). Tal como indica Wan et al., 2019 la estabilidad de la CE se logró después de los 60 días y se mantuvo de acuerdo a los estándares de calidad de compost; Camacho et al., (2018) demostraron que la aplicación de microorganismos de montaña no afecta la calidad de la CE



**Temperatura**, en relación a este parámetro, los resultados se obtuvieron acorde a las etapas de compost los primeros días las temperaturas de cada tratamiento variaron entre 41.5°C y 45°C, durante el proceso la temperatura fue descendiendo hasta el día 60, donde se obtuvieron resultados entre 26.5 y 25.5° C (temperatura ambiente) logrando mantener el rango óptimo sugerido por la FAO. Comparable con la investigación de Zhong et al., 2018, que demostró altas temperaturas al inicio del proceso entre 62.8°C y 53.4°C, durante el proceso fueron descendiendo hasta llegar a la temperatura ambiente, mientras tanto Chávez et al. (2019) en temperatura alcanzaron un promedio de 53° en la fase inicial y se estabilizó durante el proceso.

**Materia Orgánica**, se encontraron dentro de los porcentajes normales de la etapa termófila, a partir del día 36 se percibió variaciones significativas respecto a las 3 primeras semanas, en el día 60 se obtuvieron resultados más favorables en los T3 de la primera repetición y T5 de la segunda repetición, llegando estos, a valores entre 20.15% y 20.94%; como indicaron Waqas et al., 2019, en su investigación, el contenido de MO del compost final fue; ensayo A (63,7%), ensayo B (53,9%) y que La reducción en MO reflejó el proceso de degradación eficiente. En los ensayos C (55,3%), ensayo D (51,2%) y ensayo E (53%)

**Humedad**, en el día 0 se obtuvo una variabilidad entre 59.56% y 56.23%, porcentajes dentro de lo normal en la etapa inicial de compost, en el día 60 se puede observar que la humedad alcanzó porcentajes óptimos de un compost maduro, entre 41.98% y 39.12% en ambas repeticiones según el rango establecido por la FAO, entre 30% al 40%. Así mismo Wan et al., 2019 en su investigación demostró que los niveles de humedad se estabilizan al llegar a la etapa final de compostaje, a diferencia de Chávez et al. (2019) indicaron que la humedad al final del proceso fue de 50 – 70%.

**Ceniza**, no se registraron cambios significativos entre el día 0 y el día 60, sin embargo, el contenido de cenizas en el compost final fue de 56.45% para el T3 del tratamiento principal, así mismo, en la segunda repetición en el T3 se obtuvo un resultado más óptimo de 57.36%, por lo que esta acumulación de

ceniza se considera como un buen indicador de descomposición, es decir mayor acumulación representa un alto grado de degradación. Al igual que Waqas et al., 2019 indicó que el contenido de cenizas se incrementó con el tiempo, ya que después de 40 días de compostaje la diferencia era notable entre los ensayos. Sin embargo, después de 60 días de compostaje no se registraron cambios significativos en el contenido de cenizas hasta el final del experimento.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** , en un periodo de 60 días, el contenido de este se incrementó en los primeros días de acuerdo al proceso de amonificación entre los 15 y 30 días no hubo cambio significativo, después del día 45 el proceso de nitrificación mejoró, ya que el pH se volvió a una escala neutral; así mismo el **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**, en un periodo de 60 días, los valores iniciales que se obtuvieron en el día 0, donde no existe diferencia significativa entre los días de análisis, inicial ni post tratamiento; como mencionaron Wan et al., 2019, que la inoculación con los microorganismos fue útil para facilitar el proceso de compostaje, ya que redujo significativamente el NH<sub>4</sub><sup>+</sup> contenido durante la etapa de enfriamiento. Además, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> aumentó después de la primera vuelta de pila en el día 10, continuando hasta el final de la etapa termófila, observaron mejoras en la transformación del nitrógeno, así mismo Waqas et al., (2019) en su estudio usando la zeolita como mineral, indicaron que el amonio total (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) la concentración en zeolita natural modificada se incrementó en 11,1 y 21,5% respectivamente en comparación con la zeolita cruda.

**Relación C/N**, en el día 0, se observaron valores entre 36:1 a 29:1, a partir del día 30 hasta el día 60, se muestra un deceso favorable en los valores entre 22:1 y 18:1 que según la norma chilena se consideran dentro del rango ideal, similar a la investigación de Albarracín et al., (2018) donde indicaron que la proporción de C:N de 35:1 y se ajustó la humedad; Contrario a los resultados de Zhong et al., 2018, que mencionó que la relación C/N fue mayor a 200 inicialmente, sin embargo, este se regularizó en todas las pilas después de los 60 días.

**Coliformes totales**, el número más probable de bacterias *Coliformes Totales* es muy baja casi nula, según la norma chilena 2880, tanto en la fecha inicial como en la final, en la mayor parte de las muestras; ya que en ninguna de estas se adicionó y/o aplicó ningún tipo de material fecal; comparable con la investigación de Albarracín et al., (2018), que indicaron que al aplicar una prueba no paramétrica, las pilas no mostraron diferencia significativa en las variables también demostró que hay correlación significativa entre ciertos conjuntos microbianos examinados, tales como las Bacterias *Coliformes Totales* (BCT), Bacterias *Coliformes Fecales* (BCF) y Bacterias *Coliformes Totales* Bacterias *Celulolíticas* (BC); los parámetros microbiológicos requeridos demostrando la eficacia del transcurso aerotérmico.

**Escherichia coli**, según estos resultados el compost con inoculación de MM y aplicación de roca fosfórica no se vio afectado por la concentración de *E. coli*, en ninguno de los tratamientos ya que, en todos, la presencia de este patógeno fue negativa (<10), en el día 30 y el día 60. Comparable con la investigación de Camacho et al., 2018, que aseguran no haber encontrado presencia de *E. coli* en ninguno de sus ensayos, por lo que concluyeron que el compost con MM y LDBIO, no se vio afectado por la concentración de *E. coli*; también Fan et al. (2018), encontraron en el contenido de patógenos <1000 Número más probable/g de *E. coli*.

## VI. CONCLUSIONES

**OE1:** Los tratamientos con Microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica si tienen efecto en el proceso de compostaje, ya que se pudo demostrar que estos complementaban y aceleraban el proceso del compostaje según sus fases desde la etapa mesófila hasta la etapa de enfriamiento (final), sin embargo, los tratamientos T1 RF 10%, T2 RF 15% y T3 MM mostraron mejor eficiencia en todos los parámetros analizados.

**OE2:** La dosis optima de roca fosfórica se obtuvo mediante una comparación de los tratamientos que contenían diferentes dosis de roca fosfórica en este caso al 10% y 15%, por cada parámetro analizado, concluyendo que la dosis más óptima para obtener un compost de calidad fue la de roca fosfórica al 15%, desde la fase inicial cumplió con todos requerimientos de cada parámetro, los valores y porcentajes no se excedieron, ni disminuyeron más de lo debido.

**OE3:** Se compararon los tratamientos con las diferentes composiciones tanto con adición de Microorganismos eficientes de montaña y con roca fosfórica al 10% y 15% para determinar cuál de los tratamientos presenta mejor calidad, en este caso el que presentó mejores resultados para un compost maduro fue el tratamiento con Microorganismos eficientes de montaña, por la tanto se concluye que se obtiene un compost de calidad con la inoculación de MM.

## **VII. RECOMENDACIONES**

A las autoridades regionales y municipales, mejorar el manejo y gestión de los residuos sólidos sobre todo los residuos orgánicos, que pueden ser aprovechados al 100% para producir productos orgánicos de calidad y comercializarlos para generar una nueva fuente de ingresos.

A los encargados del área de segregación y compostaje, emplear microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica en el proceso de producción de compost, ya que estos componentes logran un compost maduro de calidad

A la población en general tomar conciencia de los riesgos ambientales y sanitarios que genera una mala disposición y manejo de los residuos sólidos domésticos, cooperar con los entes responsables de la gestión residuos, con buenas prácticas ambientales como el reciclaje, la segregación, la reutilización, incluso la reducción en el consumo de estos.

## REFERENCIA

1. ALVAREZ 2019. Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria* 10(3): 353 – 361.
2. ALBARRACÍN, Diana; ROA, Alba; SOLANO, Fredy. (2018). Producción de abono orgánico mediante el compostaje aerotérmico de residuos de poda. *Revista de la facultad de ciencias básicas*. Vol. 16, Núm. 1. DOI: <https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2018.3203>
3. AZIM, K.; Soudi, B.; Boukhari, S.; Perisol, C.; Roussos, S.; Alami, TI Parámetros de compostaje y calidad del compost: una revisión de la literatura.org. *agricola2018*, 8, 141–158.<<https://doi.org/10.1007/s13165-017-0180-z> >
4. Banco Mundial (BM) (2018). Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán en un 70% para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bankreport#:~:text=Los%20pa%C3%ADses%20de%20ingreso%20alto,de%20los%20desechos%20del%20mundo.&text=Seg%C3%BAn%20el%20informe%2C%20en%202016,del%20total%20de%20desechos%20s%C3%B3lidos>
5. BOSTON PUBLIC HEALTH COMMISSION. (Junio de 2014). BOSTON PUBLIC HEALTH COMMISSION. Obtenido de E. coli (Escherichia coli: <http://www.bphc.org/whatwedo/infectious-diseases/Infectious-Diseases-Ato-Z/Documents/Fact%20Sheet%20Languages/E.coli/Spanish.pdf>
6. BRANCOLI, P., *et al* (2019). Life cycle assessment of waste management systems. In *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches* (pp. 23–33). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64200-4.00002-5>
7. CALERO HURTADO A, QUINTERO RODRIGUEZ E, OLIVERA VICIEDO

- D, PÉREZ DÍAZ Y, CASTRO LIZAZO I, LÓPEZ DÁVILA E. 2018. Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 39(3):5–10. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n3/ctr01318.pdf>.
8. CASTRO-BARQUERO, Leida; MARTINEZ-VARGAS, Verónica; CASTRO-ZUNIGA, Oscar and BLANCO-MENESES, Mónica. Organic Fertilizer, Mountain Microorganisms (mm) and Fertibiol for the biological control of cruciferous hernia (*Plasmodiophora brassicae* wor.) in Chinese mustard cultivation (*Brassica rapa* sp. *pekinensis* var. Taranko F1) \*. *Agron. Costarricense* [online]. 2020, vol.44, n.2, pp.31-49. ISSN 0377-9424. <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v44i2.43088>.
  9. CAMACHO Céspedes, Fabricio, Uribe Lorío, Lidieth, Newcomer, Quint, Masters, Karen, & Kinyua, Maureen. (2018). Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO). *Cuadernos de Investigación UNED*, 10(2), 330-341. <https://dx.doi.org/10.22458/urj.v10i2.2163HANNA>
  10. CERDA, ARTOLA, FONT, BARRENA, GEA, SANCHEZ. Composting of food wastes: status and challenges *Bioresour. Technol.*, 248 (Pt A) (2018), pp. 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.133>
  11. Composting Council. Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 2002. TMECC Methods. <http://schcs.cl/doc/libros/An%C3%A1lisis%20de%20compost.pdf>
  12. CHARQUERO C. 2018. Microorganismos eficaces en ganadería de leche. Paraguay: ABC Color; [actualizado 2018; consultado el 28 de may. de 2021]. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/microorganismos-eficaces-en-ganaderia-de-leche---carlos-charquero--1677069.html>.
  13. CHÁVEZ, R. et al. (2019). Composting of biodegradable wastes from the university restaurant at Tecnológico de Costa Rica 32 (1). <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v32i1.4117>

14. CHEN, Tianming; Zhang, Shiwen; Yuan, Zengwei Adoption of solid organic waste composting products: A critical. Review.
15. DING Jianhua, REN Ruiting, MA Zelin. Discrimination of the Terms “Phosphorus, Phosphine, Phosphonium” “Ammonia, Amine, Ammonium” [J]. Chinese terminology, 2020, 22(3): 71-75. Doi: [10.3969/j.issn.1673-8578.2020.03.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-8578.2020.03.012)
16. Environmental Protection Agency (EPA) (2004). *Environmental Management Support*, Inc. EPA SW-846, Method 9045D. Disponible en: <https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-compendium>
17. ESTRADA, G Y PEÑA, A. 2017. Factores que afectan el buen desarrollo del compostaje de mortalidad porcina (en línea, fotografía). Colombia. Consultado el 12 jun 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Temperatura-y-fasesdel-compostaje-Adaptado-de-Wilkinson-et-al-2003\\_fig1\\_317648086](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Temperatura-y-fasesdel-compostaje-Adaptado-de-Wilkinson-et-al-2003_fig1_317648086)
18. FAN, YV, et al., Evaluation of effective microorganisms in the composting of organic waste at a domestic scale, *Journal of Environmental Management* (2018), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.019>
19. FAIFE-PÉREZ, Evelyn, et al. Empleo de microorganismos eficientes como alternativa para el tratamiento de residuales. Revisión bibliográfica (2020). [https://www.researchgate.net/publication/339916510\\_Empleo\\_de\\_microorganismos\\_eficientes\\_como\\_alternativa\\_para\\_el\\_tratamiento\\_de\\_residuales\\_Revisión\\_bibliografica](https://www.researchgate.net/publication/339916510_Empleo_de_microorganismos_eficientes_como_alternativa_para_el_tratamiento_de_residuales_Revisión_bibliografica)
20. FLORES-FÉLIX et al. Chapter 9 - Future Perspective in Organic Farming Fertilization: Management and Product. *Organic Farming* [en línea]. Woodhead Publishing, Editor(s): Sarath Chandran, M.R. Unni, Sabu Thomas. 2019, Pages 269- 315. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128132722000100> ISBN 9780128132722.
21. GU, W.; LU, Y.; TAN, Z.; XU, P.; XIE, K.; LI, X. Y SUN, L. 2017. “Fungi diversity from different depths and times in chicken manure wastes tatic aerobic composting”. *BioresourceTechnology* Vol. 239: 447–453.



22. HERNÁNDEZ, Carlos E. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. Revista alerta, Vol. 2 N°1. doi: <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
23. INSTRUMENTS (2022), Fotómetro para el análisis de nutrientes en el suelo.  
[https://www.infoagro.com/instrumentos\\_medida/medidor.asp?id=135&foto\\_metro\\_para\\_el\\_analisis\\_de\\_nutrientes\\_en\\_suelo\\_hi\\_83325\\_\(230v\)\\_tienda\\_on\\_line](https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=135&foto_metro_para_el_analisis_de_nutrientes_en_suelo_hi_83325_(230v)_tienda_on_line)
24. INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX. 19 de septiembre de 2018. Roca fosfórica. Fuente de Nutrientes Específicos. Recuperado el 19 de septiembre del 2018 de [http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/87987AB4CE177BBC85257BBA0059D2C2/\\$FILE/NSS-ES-19.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/87987AB4CE177BBC85257BBA0059D2C2/$FILE/NSS-ES-19.pdf)
25. INSTITUTO nacional de normalización, INN (Chile) NCh 2880, compost clasificación y requisitos. Santiago: INN, 2003. 11 – 14 pp.  
<http://www.ingeachile.cl/descargas/normativa/agricola/NCH2880.pdf>
26. INSTITUTO nacional de normalización, INN (Chile) NCh 2880, compost clasificación y requisitos. Santiago: INN, 2004.  
[https://miros.cl/wpcontent/uploads/2020/01/NCh\\_2880\\_Compost\\_Clasificaci%C3%B3n.pdf](https://miros.cl/wpcontent/uploads/2020/01/NCh_2880_Compost_Clasificaci%C3%B3n.pdf)
27. INSTITUTO de investigaciones agropecuarias. (Chile), métodos de análisis de compost. 2005.  
<http://schcs.cl/doc/libros/An%C3%A1lisis%20de%20compost.pdf>
28. KOPEC et al., 2018. Factors influencing chemical quality of composted poultry waste. Saudi Journal of Biological Sciences 25: 1678- 1686.
29. LARREA, F. (2018). Propuesta de manejo de residuos sólidos se la quebrada del río Monjas de la parroquia San Antonio de Pichincha, <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14585>
30. LI, CHANGNING [et al.]. Effects of microbial inoculation on enzyme activity, available nitrogen content, and bacterial succession during pig manure composting. Bioresource Technology [en línea]. 2020, vol. 306. Disponible en:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852420304387](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852420304387?via%3Di)  
?via%3Di hub. ISSN 0960-8524

31. L. LIN, F. XU, X. GE, Y. LI, Improving the sustainability of organic waste management practices in the food-energy-water nexus: a comparative review of anaerobic digestion and composting. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 89 (2018), pp. 151-167. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.025>
32. LIU, L.; WANG, S.; GUO, X. ; ZHAO, T. Y ZHANG, B. 2019. "Succession and diversity of microorganisms and their association with physicochemical properties during green waste thermophile composting". *Waste Management Vol. 73*: 101–112.
33. LIU, L.; WANG, S.; GUO, X.; WANG, H. Comparison of the effects of different maturity composts on soil nutrient, plant growth and heavy metal mobility in the contaminated soil. *J. Environ. Manag.* **2019**, 250, 109525. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109525>
34. MARTINEZ M., GUTIERREZ V., NOVO R. 2017. *Microbiología aplicada al Manejo sustentable de suelos y cultivos*. Ed. USM. Universidad Federico Santa Maria, Chile. 235p.
35. MEDINA, M. ; QUINTERO, R. ; ESPINOSA, D. ; ALARCÓN, A. ; ETCHEVERS, J. D. ; TRINIDAD, A. Y MARTÍNEZ, C. 2018. "Generación de un inoculante acelerador del compostaje". *Revista Argentina de Microbiología Vol. 50, No. 2*: 206–210.
36. MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2019). R.M. N° 221-2019-MINAM - Declaran en emergencia la gestión y manejo de residuos sólidos en los distritos de Huanchaco, El Porvenir, Salaverry, La Esperanza, Victor Larco, Moche, Laredo, Florencia de Mora y Trujillo, de la provincia de Trujillo. *El Peruano*, 3-4.
  - a. [.http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/812020/08-01-2020.pdf](http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/812020/08-01-2020.pdf)
37. MONTERO, R. (2019). Proceso de elaboración del biofertilizante "Pasto fermentado" con microorganismos de montaña.

38. MORENO, J., MORAL, R., GARCÍA-MORALES, J., PASCUAL, J., BERNAL, M. (2014). Editores científicos de residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad. En Compostaje Red Española. Madrid: Mundi-Prensa. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Francisco\\_Cabrera5/publication/270507035\\_Residuos\\_organicos\\_en\\_la\\_restauracionrehabilitacion\\_de\\_suelos\\_degradados\\_y\\_contaminados\\_Libro\\_4\\_en\\_III\\_Recursos\\_organicos\\_Aspectos\\_agronomicos\\_y\\_medioambientales\\_Libro\\_4\\_Serie\\_De\\_Residuo\\_a\\_Recurso\\_EI\\_/links/54abde220cf2bce6aa1dc304.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Cabrera5/publication/270507035_Residuos_organicos_en_la_restauracionrehabilitacion_de_suelos_degradados_y_contaminados_Libro_4_en_III_Recursos_organicos_Aspectos_agronomicos_y_medioambientales_Libro_4_Serie_De_Residuo_a_Recurso_EI_/links/54abde220cf2bce6aa1dc304.pdf)
39. MOROCHO, M. T., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro Agrícola, 46.
40. MOTSIM, B, MATIULÁ K, ASGHARI B, SOBIA N, AHMAD H, JADIM D, (2020). Compost enriched with rock phosphate in combination with rhizobacteria; A profitable source to improve soil health and productivity of wheat (*Triticum aestivum*). *Agronomy*. Vol 10 (9). DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091390>
41. NAKASAKI, K. ; Hirai, H. ; Mimoto, H. ; Quyen, T. ; Koyama, M. y Takeda, K. 2019. "Succession of microbial community during vigorous organic matter degradation in the primary fermentation stage of food waste composting". *Science of the Total Environment* Vol. 671: 1237–1244. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.341>>  
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
42. NORMA oficial mexicana nom-112-ssa1-1994, bienes y servicios. determinacion de bacterias coliformes. tecnica del numero mas probable. (1994).  
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69535.pdf>
43. ORIHUELA, J. (2018). Un análisis de la eficiencia de la gestión municipal de residuos sólidos en el Perú y sus determinantes. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, Perú. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf>

44. ORTÍZ VILLOTA, M.T, PATIÑO CASALLAS. C.D., BLANCO AYALA D.C. ( 2020). Composting of solid waste from the coffee milling process using trench composting and a bioreactor with the help of efficient microorganisms in the Libre University, Socorro headquarters, Revista Ingeniería Solidaria, vol. 17, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2021.01.05>
45. PALUMBO, G.; Schiavon, M.; Nardi, S.; Ertani, A.; Celano, G. y Colombo, C.M. (2018). Biostimulant potential of humic acids extracted from an amendment obtained via combination of olive mill wastewaters (OMW) and a pre-treated organic material derived from municipal solid waste (MSW). *Fron. Plant. Sci*, 9(1028) <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01028>
46. PERGOLA, M.; Persiani, A.; Palese, A.M.; Di Meo, V.; Pastore, V.; D'Adamo, C.; Celano, G. 2018. Composting: The way for a sustainable agriculture. *Applied Soil Ecology* 123: 744-750.
47. PINTER FUNES, IVÁN [et al.]. Exhausted Grape Marc and Organic Residues Composting with Polyethylene Cover: Process and Quality Evaluation as Plant Substrate. *Journal of Environmental Management* [en línea]. 2019, vol. 246. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.027>.
48. PRECISUR (2022), Balanzas electrónicas. <https://balanzasprecisur.com/balanza/>
49. SAMANIEGO, N. (2019). Diseño de un sistema de compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central municipal del cantón Montalvo, provincia de Los Ríos (Universidad de Guayaquil). Universidad de Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39717>
50. SANDOVAL, F., CORTEZ, Y., REYES L., Y HERNÁNDEI. (2017). Evaluación de la remediación del suelo contaminado con aceite crudo utilizando microorganismos de montaña. *Revista de Sistemas Experimentales*, 4(13), 25-32. [http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas\\_](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_)

51. SANTOS, G. (2017). Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida Sf-36 en mujeres con LUPUS, Puebla. facultad de Ciencias físico Matemáticas. Puebla: benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://n9.cl/m2fp>.
52. SARSAIYA, S.; JIA, Q.; FAN, X.; JAIN, A.; SHU, F.; LU, Y.; SHI, J.; CHEN, J. First report of leaf black circular spots on *Dendrobiumnobile* caused by *Trichoderma longibrachiatum* in Guizhou Province, China. *Plant Dis.* 2019, 103, 3275. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0672-PDN>
53. SASWAT MAHAPATRA, MD.HIBZUR ALI, KUNDAN SAMAL (2022) Assessment of compost maturity-stability indices and recent development of composting bin. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100062>
54. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales (2000). *Norma oficial Mexicana* (NOM-021-RECNAT-2000).
55. SIVARAJA, R., & NAGARAJAN, K. (2014). Levels of Indicator Microorganisms (Total and Fecal Coliforms) in Surface waters of rivers Cauvery and Bhavani for Circuitously predicting the Pollution load and Pathogenic risks . Obtenido de Levels of Indicator Microorganisms (Total and Fecal Coliforms)
56. SOOBHANY, N. (2019) Insight into the recovery of nutrients from organic solid waste through biochemical conversion processes for fertilizer production: A review.
57. STREITENBERGER, M. E., & BALDINI, M. D. (Mayo de 2016). Aporte de los afluentes a la contaminación fecal del estuario de Bahía Blanca, Argentina. ScIELO. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992016000200243](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000200243)
58. SUDHARSAN VARMA, V. Y KALAMDHAD A. Evolution of chemical and biological characterization during thermophilic composting of vegetable waste using rotary drum composter. *International Journal of Environmental*

- Science and Technology [online]. 2015, vol. 12, n.o. 6. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13762-014-0582-3>.
59. TANG, JIAHUAN [et al.]. Electric field induces electron flow to simultaneously enhance the maturity of aerobic composting and mitigate greenhouse gas emissions. *Bioresource Technology* [online]. 2019, vol. 279. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852419301737>.
  60. TANYA, Mariuxi y LEIVA-MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Ctro. Agr.* [online]. 2019, vol.46, n.2 pp.93-103. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&nrm=iso). ISSN 2072-2001.
  61. THURIÈS, L. J., GANRY, F., SOTAMENOU, J., OLIVER, R., PARROT, L., SIMON, S., FERNANDES, P. (2019). Cash for trash: An agro-economic value assessment of urban organic 85 materials used as fertilizers in cameroon. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(52), 1-13. doi:10.1007/s13593-019-0598-7
  62. TORTAROLO, P (2018). Influence of the inoculation of microorganisms on the temperature in the composting process. *Scielo* pp 41-50
  63. VÁZQUEZ MA, Soto M (2018) The efficiency of home composting programmes and compost quality. *Waste Management* 64:39–50.
  64. VOBĚRKOVÁ, STANISLAVA [et al.]. Effect of inoculation with white-rot fungi and fungal consortium on the composting efficiency of municipal solid waste. *Waste Management* [online]. 2018, vol. 61. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16307760>.
  65. WANG, X. ; Cui, H. ; Shi, J. ; Zhao, X. ; Zhao, Y. y Wei, Z. 2018. "Relationship between bacterial diversity and environmental parameters during composting of different raw materials". *Bioresource Technology* Vol. 198:395–402. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.09.041>

66. WEISMAYER, C. Investigación aplicada en calidad de vida: una revisión de literatura computacional. *Investigación Aplicada Calidad de Vida* (2021). <https://doi.org/10.1007/s11482-021-09969-9>
67. WANG, D., TANG, Y. T., LONG, G., HIGGITT, D., HE, J., & ROBINSON, D. (2020). Future improvements on performance of an EU landfill directive driven municipal solid waste management for a city in England. *Waste Management*, 102, 452-463. doi:10.1016/j.wasman.2019.11.009
68. WEI, H.; Wang, L.; Hassan, M. y Xie, B. 2018. "Succession of the functional microbial communities and the metabolic functions in maize straw composting process". *Bioresource Technology* Vol 256: 333-341. <<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.02.050>>
69. YANG, Z., JIANG, Z., HSE, C. Y., LIU, R. 2017. Assessing the impact of wood decay fungi on the modulus of elasticity of slash pine (*Pinus elliottii*) by stress wave non-destructive testing. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 117: 123-127
70. ZHANG, L.; Jia, Y.; Zhang, X.; Feng, X.; Wu, J.; Wang, L. y Chen, G. 2016. "Wheat straw: An inefficient substrate for rapid natural lignocellulosic composting". *Bioresource Technology* Vol. 209: 402–406. <<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.004>>
71. ZHONG ZHEKE, BIAN FANGYUAN, Y ZHANG XIAOPING. "Testing Composted Bamboo Residues with and without Added Effective Microorganisms as a Renewable Alternative to Peat in Horticultural Production." *Industrial Crops and Products* [en línea]. 2018, vol. 112. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669017308750>
72. ZURDO, D. (2017), *El Sistema GPS y sus competidores*. Autores científicos, técnicos y académicos. Lima – Perú. <https://eds.p.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=33a61ae8-e70f-428b-a4ac-7f5a963786db%40redis>

# **ANEXOS**



### Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es el efecto de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica en el compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado?</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del compost de residuos sólidos orgánicos de mercado con el uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica?</p> <p>¿Cuál es la dosis óptima de roca fosfórica para la elaboración del compost con residuos sólidos orgánicos de mercado?</p> <p>¿Cuál de los tratamientos de compost de residuos sólidos orgánicos obtenido con el uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica, presenta mejor calidad?</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar el efecto de microorganismos de montaña y roca fosfórica en diferentes concentraciones del compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>Evaluar los parámetros fisicoquímicos del tratamiento del compost de residuos sólidos orgánicos de mercado con el uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica</p> <p>Determinar la dosis óptima de roca fosfórica para la elaboración de compost con residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Comparar la calidad de compost de residuos sólidos orgánicos obtenido con el uso de microorganismos eficiente de montaña y roca fosfórica.</p>	<p><b>H1:</b> Los microorganismos eficientes de montaña y la roca fosfórica generan un efecto significativo en el compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado.</p> <p><b>H2:</b> Los microorganismos eficientes de montaña y la roca fosfórica no generan un efecto significativo en el compostaje de residuos sólidos orgánicos de mercado.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b> Uso de microorganismos eficientes de montaña y roca fosfórica</p> <p><b>DEPENDIENTE</b> Compostaje de residuos sólidos orgánicos</p>	<p><b>MÉTODO</b> Cuantitativo</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Aplicada</p> <p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> N</p> <p><b>POBLACIÓN</b> los residuos sólidos orgánicos que se generan en el mercado de abastos del barrio Huayco, los microorganismos eficientes (ME)</p> <p><b>MUESTRA</b> se emplearon 80 Kg de residuos sólidos orgánicos generados y recolectados en el mercado el Huayco-Tarapoto</p> <p><b>INSTRUMENTOS</b> Ficha de observación</p> <p>Cadena de custodia</p>

Uso de Microorganismos Eficientes de Montaña y Roca Fosfórica en el compostaje de Residuos sólidos de Mercado. Huayco-Tarapoto 2022.





## ANEXO 3: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung, Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de San Martín
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de los residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de registro de campo
- 1.5. Autores de Instrumento: Heidy Romero Velasco, Juan Carlos Correa Garay

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

95

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Tarapoto, 11 de marzo del 2022

**Dr. Andi Lozano Chung**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 C.V. 135414

## ANEXO 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

### I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ruíz Aguilar, Juan Luis  
 I.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo- Filial Tarapoto  
 I.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de los residuos  
 I.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de registro de campo  
 I.5. Autores de Instrumento: Heidy Romero Velasco, Juan Carlos Correa Garay

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

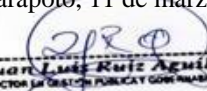
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

SI
-

95

Tarapoto, 11 de marzo del 2022

  
 Juan Luis Ruíz Aguilar  
 DOCTOR EN CIENCIAS PÚBLICAS Y GOBIERNO LOCAL

## ANEXO 5: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

### V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: Mg. Francie Stefanny Flores Rojas  
 1.7. Cargo e institución donde labora: Analista en catastro SUNARP  
 1.8. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de los residuos  
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ficha de registro de campo  
 1.10. Autores de Instrumento: Heidy Romero Velasco, Juan Carlos Correa Garay

### VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

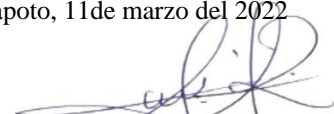

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

95

### VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Tarapoto, 11 de marzo del 2022

  

 Mg. Francie Stefanny Flores Rojas  
 Ingeniero Ambiental  
 CIP 222637

**Anexo 6:** resultados acreditados de compost de residuos sólidos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



ANÁLISIS DE COMPOST RESIDUOS SÓLIDOS - FCA/UNSM-T

SOLICITANTE: HEIDY ESMERALDA ROMERO VELASCO / JUAN CARLOS CORREA GARAY

PROVINCIA: SAN MARTÍN

DISTRITO: TARAPOTO

FECHA DE REPORTE: 26/02/2022 (día 0)

Muestra (R1)	pH	C.E (mmho/cm)	T (°C)	M.O. (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)
TESTIGO (RSO)	4.37	7.52	42	69.18	59.56	50.60
RSO + RF 10%	3.96	7.10	41	68.31	58.52	62.60
RSO + RF 15%	4.33	8.77	42	69.31	57.23	51.40
RSO + MM	3.82	7.05	44	69.35	58.25	60.10
RSO + MM + RF 10%	4.94	8.50	43	69.23	58.25	54.10
RSO + MM + RF 15%	5.45	6.65	45	68.32	59.56	58.46

Muestra (R2)	pH	C.E (mmho/cm)	T (°C)	M.O. (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)
RSO + RF 10%	3.96	8.77	42	69.36	56.23	51.40
RSO + RF 15%	4.35	7.05	45	69.32	56.25	60.10
RSO + MM	3.92	8.50	45	68.93	57.95	54.10
RSO + MM + RF 10%	4.94	6.65	45	69.32	59.56	58.46
RSO + MM + RF 15%	5.45	6.24	45	68.69	58.53	58.55

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

**Anexo 7: resultados acreditados de compost de residuos sólidos.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



ANÁLISIS DE COMPOST RESIDUOS SÓLIDOS - FCA/UNSM-T

SOLICITANTE: HEIDY ESMERALDA HOMERO VELASCO / JUAN CARLOS CORREA GARAY

PROVINCIA: SAN MARTÍN

DISTRITO: TARAPOTO

FECHA DE REPORTE: 27/04/2022 (día 60)

Muestra (R1)	pH	C.E (mmho/cm)	T (°C)	M.O. (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)
TESTIGO (RSO)	7.12	4.12	27	20.73	41.23	49.23
RSO + RF 10%	7.08	4.23	26	21.50	40.37	52.32
RSO + RF 15%	7.22	4.35	26	22.87	41.16	54.25
RSO + MM	7.32	4.23	27	20.15	39.22	56.45
RSO + MM + RF 10%	6.83	4.63	26.5	20.98	40.11	49.00
RSO + MM + RF 15%	7.00	4.58	26.5	20.92	39.82	52.12

Muestra (R2)	pH	C.E (mmho/cm)	T (°C)	M.O. (%)	Humedad (%)	Ceniza (%)
RSO + RF 10%	7.10	5.12	26.5	20.14	41.32	56.58
RSO + RF 15%	6.90	5.1	27	20.10	41.98	55.58
RSO + MM	7.45	5.00	27	22.62	39.12	57.36
RSO + MM + RF 10%	7.01	5.63	26.5	21.25	40.22	48.75
RSO + MM + RF 15%	7.02	5.02	26	20.94	39.85	52.36

  
 Ing. Carlos Verde Girbau  
 Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
 UNSM - TARAPOTO  
 Facultad de Ciencias Agrarias



**Anexo 8:** resultados acreditados de compost de residuos sólidos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



ANÁLISIS DE COMPOST RESIDUOS SÓLIDOS - FCA/UNSM-T

SOLICITANTE: HEIDY ESMERALDA ROMERO VELASCO / JUAN CARLOS CORREA GARAY

PROVINCIA: SAN MARTÍN

DISTRITO: TARAPOTO

FECHA DE REPORTE: 27/04/2022 (día 60)

Muestra	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C/N
	Amonio	Nitrato	
mg/L			
TESTIGO (RSO)	1.24	4.25	18:1
RSO + RF 10%	1.30	4.47	19:1
RSO + RF 15%	1.22	4.21	18:1
RSO + MM	1.24	4.26	18:1
RSO + MM + RF 10%	1.31	4.52	18:1
RSO + MM + RF 15%	1.22	4.21	18:1

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

**Anexo 9:** resultados acreditados de compost de residuos sólidos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



ANÁLISIS DE COMPOST RESIDUOS SÓLIDOS - FCA/UNSM-T

SOLICITANTE: HEIDY ESMERALDA ROMERO VELASCO / JUAN CARLOS CORREA GARAY

PROVINCIA: SAN MARTÍN

DISTRITO: TARAPOTO

FECHA DE REPORTE: 28/03/2022 (día 30)

Muestra	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub>	C/N
	Amonio	Nitrato	
mg/L			
TESTIGO (RSO)	1.63	5.60	22.1
RSO • RF 10%	2.12	7.30	19.1
RSO • RF 15%	1.84	6.33	18.1
RSO • MM	1.75	6.02	18.1
RSO • MM • RF 10%	1.70	5.84	18.1
RSO • MM • RF 15%	1.31	4.52	18.1

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 10: resultados acreditados de compost de residuos sólidos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



ANÁLISIS DE COMPOST RESIDUOS SÓLIDOS - FCA/UNSM-T

SOLICITANTE: HEIDY ESMERALDA ROMERO VELASCO / JUAN CARLOS CORREA GARAY

PROVINCIA: SAN MARTÍN


DISTRITO: TARAPOTO

FECHA DE REPORTE: 27/04/2022 (día 60)

Muestra (R1)	Coliformes totales (NMP)	Escherichia coli UFC/g
TESTIGO (RSO)	4.33	<10
RSO+RF 10%	3.91	<10
RSO+RF 15%	3.13	<10
RSO + MM	1.89	<10
RSO + MM + RF 10%	1.40	<10
RSO + MM + RF 15%	1.89	<10

Muestra (R2)	Coliformes totales (NMP)	Escherichia coli UFC/g
RSO+RF 10%	3.50	<10
RSO+RF 15%	2.07	<10
RSO + MM	1.22	<10
RSO + MM + RF 10%	0.98	<10
RSO + MM + RF 15%	1.00	<10

- \* UFC unidades formadoras de colonias
- \* NMP número más probable

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab. de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

## Anexo 11: Resultados acreditados de compost de residuos sólidos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



ANÁLISIS DE COMPOST RESIDUOS SÓLIDOS - FCA/UNSM-T

SOLICITANTE: HEIDY ESMERALDA ROMERO VELASCO / JUAN CARLOS CORREA GARAY

PROVINCIA: SAN MARTÍN

DISTRITO: TARAPOTO

FECHA DE REPORTE: 28/03/2022 (día 30)

Muestra (R1)	Coliformes totales (NMP)	<i>Escherichia coli</i> UFC/g
TESTIGO (RSO)	2.56	<10
RSO+RF 10%	2.14	<10
RSO+RF 15%	1.36	<10
RSO + MM	1.12	<10
RSO + MM + RF 10%	2.63	<10
RSO + MM + RF 15%	1.12	<10

Muestra (R2)	Coliformes totales (NMP)	<i>Escherichia coli</i> UFC/g
RSO+RF 10%	2.06	<10
RSO+RF 15%	1.63	<10
RSO + MM	1.78	<10
RSO + MM + RF 10%	1.54	<10
RSO + MM + RF 15%	1.56	<10

- \* UFC unidades formadoras de colonias
- \* NMP número más probable

  
Ing. Carlos Verde Girbau  
Lab de Análisis de Suelos y Aguas  
UNSM - TARAPOTO  
Facultad de Ciencias Agrarias

**PANEL FOTOGRAFICO**



Anexo 12



Anexo 13



Anexo 14



Anexo 15



Anexo 16



Anexo 17



Anexo 17



Anexo 18



Anexo 19



Anexo 20



Anexo 21